

## ALGUNAS IDEAS Y DATOS SOBRE LA ENERGIA ELECTRICA EN EL AÑO 1957

**S**I la esencia de una cosa es lo que hace que ésta sea lo que es y no algo diferente, esencial carácter de la civilización actual es el ser tributaria de la energía, y es elemental, por tanto, ya que por nadie es puesto en duda, decir que es la energía uno de los factores más importantes de los que condicionan el desarrollo económico de un país, y si por un designio providencial disminuye o desaparece nuestra actual disponibilidad de energía, no diré que desapareciese la vida y la civilización, pero sí variaría su forma, y habría de alterarse en términos cuantiosos la población humana de aquella parte de la tierra en la que se ha desarrollado la civilización industrial, de la manera que la historia de los últimos cien años sobre todo, nos muestra.

La técnica, es un arte fundado en el saber, nace con el hombre y su historia arranca de los orígenes de la humanidad, marcando en ella sucesivas etapas, la utilización de la energía como luz, calor y potencia mecánica. La sustitución de la madera por el carbón, el petróleo o el gas natural, la de la herramienta o el útil manual por maquinarias cada vez más complejas, movidas con motores de vapor, electricidad o combustión interna, van jalando el desarrollo de la civilización industrial. Y la humanidad que comienza su historia con el cuerpo del hombre como único motor, llega al día de hoy en que el trabajo humano en cuanto fuente de energía, es sólo el uno por ciento de la utilizada, pa-

sando a ser más bien un elemento de control y vigilancia, dejando de ser fuente de energía, tendencia que el desarrollo de la electrónica, con la automoción y la cibernética va a llevar a su límite.

La cantidad de energía disponible, es un dato de las riquezas naturales de un país, un factor coadyuvante no único ciertamente, pero que unido, a las reservas hidráulicas, la abundancia de materias primas, suavidad de clima, etc., condicionan su expansión económica. Y así vemos que en torno a las cuencas carboníferas, fuente preponderante de energía, de los países de Europa occidental y de Estados Unidos en los que el potencial industrial ha adquirido su máxima expansión, se desarrollan las industrias básicas pesadas, fundamentales en todo gran desarrollo industrial. La aparición del petróleo como nueva fuente de energía, marca ya una variante en aquella localización, y señala el punto de arranque de la gran expansión americana. La aparición de la energía nuclear marca otra posible variación importantísima, al ser su precio independiente del lugar de producción.

La curva que en forma gráfica recoge el consumo de energía en el mundo, sobre todo en los últimos cien años, suministra una imagen bastante completa de los progresos materiales durante los mismos realizados, y también de las catástrofes que durante ellos ha sufrido la humanidad.

En el amanecer de la historia, el cultivo de los cereales y la incorporación al trabajo, por el hombre, de los animales domesticados, supuso un cambio revolucionario; pero a partir de ese momento y hasta mediados del siglo XVIII poco fue lo que se hizo en ese aspecto, hasta que llegamos a la mitad del siglo XVIII poca o ninguna variación hubo, en el trabajo humano necesario para labrar un acre de terreno o un metro cúbico de piedra, son siglos que referidos a medida de energía utilizada son estáticos. Pero a partir de aquella época y sobre todo, de mediados del siglo XIX, cuando se incorpora la máquina de vapor como medio de utilización de la energía calorífica, el crecimiento se acelera y sometido a una ley de ritmo compuesto, llegamos a los tiempos actuales, sin que pueda preverse cuáles serán sus límites. Y si

en el año 1860, la producción mundial de energía fue de 1.100 millones de Mwh., en el año 1954 asciende a 23.400 millones, es decir en esos noventa y cuatro años ha crecido a una tasa anual acumulada de 3,5 por ciento. La curva de crecimiento fue regular y continua de 1860 a 1913, pero a partir de este año muestra bruscas fluctuaciones, de 1913 a 1919; de 1929 a 1932 y de 1932 a 1945, (la producción de energía queda estable o disminuye), épocas que coinciden con las dos guerras mundiales y con la gran crisis económica del año 29, pero pasadas las mismas, nuevamente el crecimiento se reanuda alcanzando siempre máximos superiores. Desde el año 1948 la tasa de crecimiento viene siendo en Europa de 4,8 por ciento, fiel reflejo de la fuerte expansión económica que ha seguido a la segunda guerra mundial a partir de la aplicación del plan Marshall.

Un hecho de interés en este breve bosquejo del desarrollo del consumo de energía, es la variación de la participación que en el consumo global va teniendo las diversas fuentes, muy variable también en los diferentes espacios económicos:

	<u>Carbón</u>	<u>Hidroeléctrica</u>	<u>Petróleo</u>	<u>Gas</u>
1860	99,4	0,6		
1954	51,3	8,2	29,2	11,3

Así vemos que la proporción que corresponde al carbón en el balance energético, va disminuyendo con el transcurso de los años, pasando de ser el 99,4 por ciento en 1860, al 51,3 por ciento en el año 54, interviniendo el petróleo, la energía hidroeléctrica y el gas que naturalmente no figuraban en el del año 1860 con proporciones crecientes.

Observando la tendencia en épocas más recientes, cuando ya la competencia entre las distintas fuentes lleva años establecida, vemos según un estudio realizado por las Naciones Unidas en marzo de 1957, que lo ocurrido es lo siguiente:

	<u>Carbón</u>	<u>Petróleo</u>	<u>Gas</u>	<u>Electricidad</u>
1951	55,3	27	10,2	7,5
1954	51,3	29,2	11,3	8,2

que confirman aquella tendencia de un aumento proporcionalmente superior en el petróleo y la hidroelectricidad que en el carbón.

Asimismo es interesante comparar la distinta participación porcentual que existe en Europa y en EE. UU. que en 1954 ofrece las siguientes cifras:

	<u>Carbón</u>	<u>Petróleo</u>	<u>Gas</u>	<u>Electricidad</u>
Europa	83,2	13,5	2,1	8,4
USA.	30,3	35,6	25,7	14,3

que claramente reflejan la influencia de la notable producción petrolífera de América y de su abundancia de gas natural, así como el gran desarrollo de la energía eléctrica.

Llegados ya a conocer el consumo de energía y a conocer también la participación que en ese consumo, corresponde a cada fuente, vamos a intentar ahora fijar, prever, cuáles pueden ser las necesidades futuras, y conocidas éstas pensar en qué posibilidades tenemos de satisfacerlas. Siempre es difícil prever el futuro, pero acaso en este dominio de la energía aunque sean muchos los factores a considerar las dificultades sean menores.

A menos de la existencia de un conflicto o crisis económica grave, la tasa de crecimiento anual del consumo en Europa es de esperar se sitúe en los próximos años por encima del cuatro por ciento. Los crecimientos en los diferentes sectores económicos pueden estimarse así:

Agricultura	.....	.....	.....	.....	.....	2%
Industria	.....	.....	.....	.....	.....	5%
Transporte	.....	.....	.....	.....	.....	5%
U. Domésticos	}	Calor	.....	.....	.....	2%
		F. Motriz	.....	.....	.....	6%

calculando que la tasa de crecimiento de la población se sostenga en el 1,5 por ciento por año. Ceñido el cálculo a los países de la OECE, partiendo de los 730 millones de toneladas equivalente carbón, consumidas en el año 1955, en

el año 1960 las necesidades serán de 840 millones y de 1.200 millones en el año 1975.

Frente a estas necesidades ¿cuál puede ser la producción de esos países de Europa?

En el año 1955, la producción fue de 584 millones de toneladas de equivalente carbón, presentando pues el balance un déficit de 146 millones que hubo de cubrirse con importaciones. Hemos de indicar que hasta el año 1924, Europa fue exportadora de energía.

En un estudio realizado por un grupo de expertos designados por la alta autoridad de la OECF, extraemos los siguientes datos.

La producción posible será: En el año 1965, de 645 millones de toneladas, y en el año 1975, de 755 millones de toneladas. Existe, pues, el peligro de un déficit creciente, que en esos años, a menos de incorporar otras fuentes, llegaría a 195 y 445 millones de toneladas respectivamente, que será una causa de debilidad económica para Europa y su balance de pagos, piénsese que a los precios actuales representa 5.000 millones de dólares en el año 1975, lo que por este concepto habría de pagarse. Vean ustedes si realmente está justificada la preocupación dominante ante este problema, y que la aparición de la energía nuclear haya suscitado las más ilusionadas esperanzas en los medios económicos europeos. El problema del desarrollo económico de esta rama de la actividad económica está íntimamente relacionado con su precio y con la forma de su utilización.

Considerando la utilización de la energía hemos de distinguir dos diferentes clases de la misma, una la que se incorpora al proceso de producción de bienes y su transporte, base de la riqueza de un país, y otra que facilita la vida, proporcionándole comodidad, bien bajo forma de alumbrado, bien de calefacción o viajes, etc. Si bien la distinción entre una y otra es a veces difícil de establecer, creo que la idea es fácilmente aprehensible y tiene extraordinaria importancia si tratamos de ponderar la importancia que cada una tiene en la expansión económica, y se trate de orientar el

consumo en una u otra dirección. La demanda de energía productiva, nombre dado a la primera, tiene muy poca elasticidad, es poco sensible a variaciones del precio siendo en cambio la segunda, la energía comodida, de mucha mayor sensibilidad ante aquellas variaciones y con ello apunta ya la posibilidad de dos políticas diferentes, o bien una política de energía productiva, barata, para los procesos productivos que permiten un enriquecimiento y una elevación de los salarios, sosteniendo la energía destinada a la comodida a un precio más elevado o bien sostener un precio reducido para esta energía, permitiendo sin una elevación de salarios, una cierta mejora en las condiciones de vida. La primera parece la mejor y deseable si se quiere conseguir auténtico enriquecimiento y elevación de la renta.

Aspecto importante a tener en cuenta en la economía de la utilización son las mejoras que la técnica va paulatinamente introduciendo en el rendimiento de las instalaciones. Se calcula que aproximadamente dos tercios del aumento del consumo es cubierto, por el ahorro que se obtiene merced a esta elevación del rendimiento, si bien cada vez se hace más difícil avanzar por este camino ya que nos aproximamos a los límites teóricos.

El precio constituye un dato esencial de todo estudio económico, no exento en este caso de muchas dificultades. Los precios son muy complejos y difícilmente comparables, dependientes en gran parte de la calidad en el caso del carbón y de las condiciones de suministro en el caso de la electricidad, y por ello todo estudio de esta naturaleza para que tenga algún valor ha de ir acompañada de unas explicaciones técnicas bastante amplias. El precio de la energía tiene una influencia cierta, importante e indiscutida sobre la economía general de toda colectividad e interviene en proporciones muy variables en los costos de los distintos productos y servicios. Cuando se afirma que la energía es más cara o más barata, es siempre en relación a una determinada referencia monetaria y con valor ilustrativo muy limitado. Por ello si tratamos de apreciar la incidencia que puede tener el consumo de energía y su precio en la potencia indus-

trial de un país es más útil y racional, comparar el precio de la energía con el de la mano de obra.

En efecto se consume tanta más energía cuanto más barata sea en relación con la mano de obra, mide su relación la posibilidad de sustituir una por otra, y al tiempo parece también, que esta relación es un índice para medir la eficacia de esa energía puesta al servicio de un país, indica el número de esclavos mecánicos que puede ofrecerse a un hombre que trabaja. Esta relación permite ya clasificar los países en tres clases o categorías. En la primera están los EE. UU. con un precio de la energía muy débil en relación con el salario de la mano de obra, y sus 175.000 kWh. a disposición de cada obrero, viniendo a continuación por sucesivas graduaciones ciertos países de Europa con cifras que oscilan de 68.000 a 100.000 kWh. y a continuación los que se han llamado países subdesarrollados. Hemos de deducir en consecuencia, que es preciso seguir una política de expansión pero ha de estar siempre presidida por un agudo espíritu económico.

Antes de fijar nuestra atención de manera detenida en España y su industria eléctrica, vamos a considerar, si bien brevemente, el lugar que ocupa la energía en la economía, y nos encontramos con que este sector básico que condiciona toda la expansión económica e industrial contribuye solamente con el seis por ciento al producto nacional bruto y sólo el 1,8 por ciento de la población activa total está empleada en el sector energético, exceptuando la extracción de carbón, no son fuertes utilizadoras de mano de obra. Un tercio de la producción es utilizado en los hogares domésticos y dos tercios en la industria.

Es difícil establecer un balance energético en nuestro país. La estadística, hasta tiempos recientes, era escasa y fragmentaria y además, se ha movido desde el año 1935 toda nuestra economía en condiciones tan anormales y variables, que no puede considerarse en un estudio que pretenda el mínimo rigor haya existido coincidencia entre la demanda y el consumo real, todos sabemos de la existencia de restricciones en el uso de todas las fuentes comerciales de energía. Hechas estas salvedades, la evolución del con-

sumo entre los años 1940 y 1954, período en el que hubo varios años muy secos que mermaron nuestra producción hidroeléctrica, se señala un aumento en el consumo que reducido a una ley exponencial, dan los siguientes aumentos porcentuales de las distintas fuentes:

Carbón .....	3,91
Madera .....	0,00
Petróleo .....	13,47
Gas .....	3,66
Electricidad .....	7,42
TOTAL .....	3,71

La estructura de nuestro balance energético, presenta la siguiente evolución o variación porcentual que las distintas fuentes comerciales de energía van teniendo en el consumo directo útil:

	<u>Carbón</u>	<u>Petróleo</u>	<u>Electricidad</u>	<u>Gas</u>	<u>Madera</u>
1940	64,36	12,14	3,27	3,38	16,85
1954	56,29	24,65	5,38	3,17	10,51

datos que muestran que al igual que la que hemos visto sucedió en el resto de Europa, disminuye el aumento relativo del carbón y combustibles sólidos, sometidos a una curva de precios siempre creciente y dificultades de extracción también crecientes, y aumento del consumo relativo de petróleo, con precios bastante estables, y de la energía eléctrica con precios siempre en baja. Como únicas variantes a lo ocurrido en el resto de Europa, tenemos la disminución en nuestro país del consumo relativo de gas, en alza en el resto de Europa, y la baja de la madera, cuyo valor absoluto de producción permanece estable.

Hemos de advertir que la conversión de las distintas clases de energía a una unidad común, no es problema fácil sino extraordinariamente complejo y muy sujeto por tanto a errores al juzgar los resultados finales, siendo también necesario considerar los rendimientos muy variables de cada fuente de energía y de cada utilización.

Vamos por ello a darles también a ustedes cifras absolutas de aquellas producciones y de su variación absoluta también:



	<u>Antracita</u>	<u>Hulla</u>	<u>Lignito</u>	<u>Petróleo</u>	<u>Electricidad</u>
1940	787.398 Tm.	8.106 000	402.600	943 000	3.111 $\times 10^6$ kWh.
1954	2.171.530 »	10.961.000	1 724 000	30 710.000	8.191 $\times 10^6$ kWh.
1957					14.000 $\times 10^6$ kWh

que muestran que dentro del aumento de producción del carbón el mayor aumento relativo corresponde a lignito y a la antracita, aumento que ha tenido su fundamento en la creciente generación de energía eléctrica, utilizando estos combustibles. Sin duda que a las centrales de Ponferrada y Escatrón corresponde gran parte de ese aumento.

Si entre las metas mínimas de nuestra política está el sostener el ritmo de crecimiento del resto de las economías europeas, se nos presenta un problema arduo, ya que nuestras fuentes de energía son limitadas y no de excelente calidad.

Nuestra producción carbonífera lucha por un lado con las dificultades generales que afectan a toda la industria del carbón, y que resumidas, son crecientes dificultades para el reclutamiento y permanencia de mano de obra suficiente y adiestrada, con el problema anejo de seguridad en el trabajo, alojamientos y condiciones económicas de estos trabajadores, y precio de extracción siempre en aumento, ya que dada la relación existente entre salarios y productividad, al ser ésta menor en las minas de carbón que en las otras actividades industriales, no le es posible absorber la diferencia que esto establece entre las retribuciones de unos y otros obreros, sobre todo, en época de empleo total. En cuanto a las dificultades específicas, de nuestros yacimientos y nuestra estructura social, especialistas con más autoridad que la mía os habrán hablado o os hablarán. Yo sólo he de decir, que tengo la impresión de que no será fácil intensificar su extracción en los términos necesarios. Dada la situación deficitaria de la Europa Occidental, sólo podremos cubrir el déficit con importaciones de América y de Europa Oriental, con el consiguiente gravamen de nuestro balance de pagos.

En cuanto al petróleo, todos sabéis que por el momento carecemos totalmente de él, y si bien no son las perspectivas totalmente negativas nada podemos fundar por el mo-

mento en las posibilidades de esta fuente de energía, y menos aún, claro está, en los años próximos.

Nos queda, por tanto, a considerar nuestras posibilidades de importación y las que ofrece nuestro potencial hidráulico. Las crecientes necesidades de importación exigen la vigorización de nuestras exportaciones, aumentando nuestras fuentes de divisas, y procediendo a una reorientación de nuestro desarrollo industrial, hasta ahora más orientado a evitar importaciones que a producir en términos de competencia y aumentar las exportaciones.

Hoy parece imposible y difícilmente comprensible que durante miles de años, haya ignorado el hombre la existencia de la electricidad, ignorado durante miles de años que ella se encontraba en todas partes y en él mismo, en todas las estructuras de la materia, en las que juega un papel de primer orden. Verdadero estupor nos causa hoy que hasta el siglo XVIII sólo algunas observaciones sobre los imanes naturales y groseras experiencias de la electrización por frotamiento, hayan sido los únicos conocimientos que se tenían, y aún éstos sin establecer entre ellos nexo o relación alguna. Hacia mediados del siglo XVIII se empezaron a observar con algún mayor detenimiento los fenómenos de la electrización por frotamiento de cuerpos aislantes, se construyeron máquinas eléctricas, y se almacenaron en condensadores, las conocidas botellas de Leyden, las cantidades de electricidad que aquéllas generaban realizando con ellas experimentos en cortes, círculos y salones, aun con mayor espíritu de divertimento que científico, dando origen a sin número de especulaciones y fantásticas ideas. Solamente a fines del siglo XVIII, va a constituirse una ciencia autónoma del magnetismo y de la electricidad. Los nombres de Volta con su pila, Davy y los procesos de electrolisis, Ampere-Faraday, Maxwell y tantos más, van enriqueciendo la suma de conocimientos que forman esta rama de la ciencia física, pero todavía con despreocupación por sus aplicaciones prácticas. Pero la técnica y el progreso que a ella va unido en el dominio y aprovechamiento de las fuerzas naturales, sigue siempre muy de cerca los progresos de la ciencia pura, y si en la Edad Media había surgido el empleo de la

brújula, de la observación de los imanes naturales, y un mejor conocimiento del fluido eléctrico, había llevado a Franklin al descubrimiento del pararrayos, es a partir del año 1850 cuando las aplicaciones de la electricidad se multiplican, y el telégrafo eléctrico, la iluminación por incandescencia, el teléfono y las primeras dinamos empiezan a emplearse. Todos los medios de producción, de transformación y de utilización de la energía eléctrica se multiplican y a la par de estas aplicaciones, progresa el desarrollo de la electrotecnia como ciencia autónoma, exigiendo la ayuda de medios matemáticos complejos y difíciles, como el cálculo operacional y la teoría de las coordenadas simétricas, viniendo a ser un ejemplo vivo y elocuente de la constante colaboración que la técnica necesita o debe pedir a la ciencia. De la investigación que los científicos realizaron sobre la naturaleza y estructura de la electricidad, que se reveló inseparable de la materia, nació esa magnífica aventura que es la física relativista, aventura cuyo final aún no vislumbramos y que constituye al más alto problema intelectual de los tiempos presentes. Toda esta trayectoria en la que nombres tan conocidos como los de Einstein, Dirac, Heisenberg, Schrödinger, están inscritos, todos esos descubrimientos que nos van llevando al dominio de la energía nuclear no hubieran sido posibles sin el progreso de la técnica eléctrica, nueva prueba, y permitidme que insista, de esa íntima dependencia que existe entre ciencia y técnica, permitiendo las invenciones de la ciencia pura, los progresos técnicos, y haciendo éstos a su vez posible nuevos saltos, adelante de aquélla. La electricidad forma noble de la energía, ha venido a ser instrumento indispensable para el conocimiento estructural de la materia, y a su vez primera forma de utilización pacífica de la energía que en cantidades inagotables guarda.

Con la modestia con que suelen tener principio todas las cosas, se inicia la industria eléctrica en España, con la instalación en Barcelona en el año 1879 de una central térmica de 200 HP, para la producción y distribución de energía eléctrica, si bien algunas máquinas Gramme, entre ellas una en Asturias en la Fábrica de Mieres, habían con

anterioridad constituido las primeras manifestaciones de esta técnica, limitada a ensayos de alumbrado. El año 1904 ve España con una línea a 30 kV., la primera aplicación de la técnica del transporte a alta tensión, pues esta tensión que hoy nos parece pequeña era entonces la más alta en el mundo.

El ritmo de desarrollo que ha tenido esta actividad en España, prescindiendo de estadísticas año a año, que serían en extremo fatigosas, vamos a darlo con las producciones de años espaciados entre sí cuatro lustros, esto es los años 1915, 1935 y 1955:

1915	Potencia hidráulica	.....	202.000 kW.	.....	60%
	Potencia térmica	.....	134.000 kW.	.....	40%
			<u>336.000 kW.</u>		
1935	Potencia hidráulica	.....	1.170.000 kW.	.....	75%
	Potencia térmica	.....	390.000 kW.	.....	25%
			<u>1.560.000 kW.</u>		
1955	Potencia hidráulica	.....	3.247.000 kW.	.....	80%
	Potencia térmica	.....	851.800 kW.	.....	20%
			<u>4.098.800 kW.</u>		

La producción en kWh. ha sido en igual período la siguiente:

1935	Hidráulica	.....	$3.150 \times 10^6$ kWh.	.....	91,5%
	Térmica	.....	$294 \times 10^6$ kWh.	.....	8,5%
			<u><math>3.444 \times 10^6</math> kWh.</u>		
1955	Hidráulica	.....	$8.991 \times 10^6$ kWh.	.....	75 %
	Térmica	.....	$2.931 \times 10^6$ kWh.	.....	25 %
			<u><math>11.922 \times 10^6</math> kWh.</u>		
1957	Hidráulica	.....	$9.650 \times 10^6$ kWh.	.....	66 %
	Térmica	.....	$4.845 \times 10^6$ kWh.	.....	34 %
			<u><math>14.601 \times 10^6</math> kWh.</u>		

Estos crecimientos, se ajustan a una ley exponencial del 7,5 por ciento anual, esto es, la energía producida se duplica cada diez años. Como realmente, desde el año 1931,

en virtud de las condiciones políticas y sociales, se había iniciado una regresión, que como es natural, se agravó con nuestra guerra y con la postguerra, y las consecuencias que ella trajo para España, al haber conseguido rescatar en el año 1955 aquellos retrasos y alcanzar una producción normal, adaptada a aquélla, ha seguido una ley muy superior a aquélla, en los años pasados, naturalmente que al no haber conseguido igual crecimiento en las potencias instaladas, parte de aquel crecimiento fue logrado por una mayor utilización, por un mayor número de horas de utilización.

Podríamos resumir así su desarrollo en España en las distintas épocas, hasta el año 1935 sigue en líneas generales, la ley de desarrollo del resto de los países de Europa, de economía similar, desarrollo creciente con pendiente moderada, y crecimiento más rápido en los dos períodos de expansión, correspondientes al final de la primera Guerra Mundial y a los años de 1923, 1929, pudiendo decirse que hasta el año 1935, la producción superó a la demanda, exceso que llegó a ser muy amplio en el año 35, en que entraron en servicio grandes instalaciones.

Nuestra guerra civil causó daños en nuestro equipo productor, si bien no fueron en sí muy importantes, sí lo fueron los años perdidos en cuanto al desarrollo de nuevas construcciones. En el año 1943, se inicia un desequilibrio entre producción y demanda, y se origina un régimen de restricciones, que llegó a ser muy fuerte en los años 1945 y 1949 muy secos, en que se calcula que los déficits ascendieron a  $1.400 \times 10^6$  kWh. y  $1.700 \times 10^6$  kWh. respectivamente. Los daños que ellos han causado a la economía nacional son incalculables, mucho mayores sin duda que los que pudieran deducirse de la consideración numérica del porcentaje de los mismos, no obstante haber llegado en aquellos años al 33 y 30 por ciento de la producción total. A partir del año 1945, se dedica atención preferente a este problema y se va paulatinamente sobre todo a partir de 1950 mejorando la situación, permitiendo incluso un año, el de 1952, vivir sin restricciones. Esta mejoría queda reflejada en lo ocurrido el año 1957, que a pesar de ser extraordinariamente seco, el régimen de restricciones fue no muy

grave y bastante localizado geográficamente. Pero si bien en los dos próximos años parece que al amparo de las importantes centrales que entraron en servicio, nos veremos aún con año seco, libres de restricciones, los temores de que a partir del año 61, nuevamente se inicia un desequilibrio son muy fundados.

Estas cifras indican que el número de kilowatios-hora puestos a disposición de cada español, pasaron de 140 en 1935 a 500 en 1957, cifras que si bien señalan un progreso, nos sitúa todavía en la escala inferior de los países de Europa Occidental, ya que sólo cuatro países de los integrados en la OECE (Irlanda, Grecia, Portugal y Turquía) figuran con cifras inferiores. A la cabeza y ya desde la iniciación casi de esta industria, figura Noruega con cerca de 6.500 kWh. por habitante. Nosotros estamos con un consumo superior en un 25 por ciento al que tenía Alemania en el año 1937. En la actualidad está esta nación en 1.500 kWh por habitante.

El índice o relación del consumo de energía eléctrica, por sí sola, no es indicador seguro de la potencia industrial ni del nivel de vida, lo que sí lo es, en mayor medida es el índice de consumo total de energía, en cuya cabeza va EE. UU., siguiéndole los países industrializados de Europa, pero a gran distancia.

El crecimiento del consumo de energía eléctrica viene condicionado por dos factores, por la extensión del ámbito de sus aplicaciones, que representa un 4 por ciento anual y por el aumento de la actividad industrial, a cada uno por ciento de aumento en la actividad industrial le corresponden 0,6 por ciento de aumento en el consumo de electricidad, y ambos sumados o compuestos dan el aumento total.

Por el origen de su producción, la energía eléctrica permitía hasta la fecha su clasificación en dos clases. Energía hidráulica y energía térmica con características diferentes y bien definidas que vamos brevemente a comentar. La producción hidroeléctrica está en estrecha dependencia con los fenómenos meteorológicos, de la cual es imposible escapar enteramente y por tanto los productores han de actuar según datos estadísticos para sus previsiones, que

pueden ser grandemente alterados, según sea año seco o húmedo. No se nos ocultará, por tanto, la gran cantidad de dificultades a que han de enfrentarse.

A medida que vamos avanzando en el desarrollo de la hidroelectricidad, está sometido su precio de coste a dos tendencias que empujan al alza que son, la peor calidad de los aprovechamientos, ya que aquí también estamos sometidos a la ley de los rendimientos decrecientes, y el mayor coste de las obras, por elevación en sus elementos componentes, mano de obra, hierro, cemento y maquinaria, y en un factor descendente debido al avance de la técnica que hace a su vez construibles aprovechamientos antes imposibles o muy difíciles. Ejemplo importante es el avance en la técnica de perforación de túneles.

La producción térmica está libremente regulada por la disponibilidad de combustibles, que permite un cálculo más cierto en las posibilidades de producción y una adaptación de la producción al consumo, si bien tiene otras servidumbres. La evolución de la producción térmica está sometida en cuanto a su coste a un proceso de elevación por la continua tendencia al alza del precio del carbón que ya hemos señalado, y a un mayor coste también de las centrales, por las mismas causas ya apuntadas en las hidráulicas, y a un proceso de abaratamiento, por el avance de la técnica, que con el empleo de mayores presiones y temperaturas ha pasado de un rendimiento de 10 por ciento en 1910 a un 22 por ciento en 1935, y a 37,7 por ciento en 1957, esto es, dicho en calorías, que de cada 7.000 KC se aprovechaba en el año 1910, 683 KC que producían 0,79 kWh. y en el año 1957 se utilizan 2.640 KC. que producen 3,07 kWh.; pero realmente estamos llegando a rendimientos muy difícilmente mejorables, y creemos que si bien el consumo medio ha de seguir disminuyendo con la sustitución de centrales viejas, cada vez ha de ejercer menor influencia.

Las centrales hidráulicas tienen mayor coste de instalación que las térmicas; el de éstas es de un 60 por ciento del de aquéllas. Pero en cambio los gastos de explotación son menos elevados. Del juego de esta serie de factores, viene a determinarse un punto económico que en cada país y

en cada momento señala en qué proporción es conveniente estén ambas producciones. Creo que una proporción del 70 por ciento hidráulica y el 30 por ciento térmica es una proporción adecuada, actualmente en España. Queda aquí este dato cuya justificación exigiría tiempo y por otra parte por su neto carácter técnico no interesa demasiado.

Uno de los problemas más delicados para fijar una política eléctrica, es el determinar con acierto la curva de crecimiento del consumo, si la producción es deficitaria, las restricciones con toda su escuela de perjuicios económicos y molestias hacen acto de presencia, si existe exceso de medios y posibilidades excesivas sin utilización, ha habido error realizando inversiones no justificadas y sin rentabilidad; por ello son numerosos los estudios realizados y grande la precaución con que han de ser tomados. Yo creo que partiendo de la producción de  $14.600 \times 10^6$  kWh. en 1957, las necesidades en 1967 serán de  $30.000 \times 10^6$  kWh. y de  $60.000$  kWh. en 1977.

Frente a estas necesidades, no alegremente calculadas, sino atendidos a un crecimiento medio modesto, que no nos llevaría a acortar la diferencia que nos llevan gran número de países en el consumo y energía disponible por hombre, vamos a considerar las posibilidades nacionales.

Nuestros ríos tienen una irregularidad en sus caudales verdaderamente extraordinaria y la producción tiene variaciones importantísimas de años seco a húmedo, y asimismo, grandes variaciones estacionales, y es éste un factor que desvaloriza grandemente nuestro potencial, que obliga a funcionar con débiles utilidades, o a dejar que gran parte del agua vaya al mar sin producir efectos útiles. Y esto, a pesar del gran esfuerzo realizado en la construcción de embalses, que acaso sea el mayor del mundo.

Recientísimas estimaciones del potencial hidroeléctrico español lo elevan a 16.500.000 kW. de potencia neta y a  $48.000 \times 10^6$  kWh. de posible producción neta.

Las posibilidades térmicas, si hemos de limitarnos a las que ofrece nuestra producción de combustibles, económicamente aptos para esta utilización, habríamos de señalar una cifra no muy superior a  $7,500 \times 10^6$  kWh.





SALTO DE SALIME

Es, pues, nuestra situación a este respecto en los próximos quince años de relativo desahogo y por ello no es angustioso o apremiante la incorporación de la energía nuclear o de otro origen, en tanto no lo sea en condiciones económicas de competencia.

Prescindiendo de la necesidad relativa en que determinados países se ven ante las considerables importaciones de energía que han de efectuar, es el precio del kilowatio-hora producido por las centrales nucleares en relación con el producido por las centrales clásicas, lo que constituirá elemento determinante del empleo de la energía nuclear y acaso en este aspecto, las esperanzas y el entusiasmo despertado sean algo prematuros.

En el desarrollo de la energía nuclear hay que distinguir cuatro fases. La de investigación científica, la de construcción de reactores experimentales, la de reactores prototipo de potencia y la de construcción de reactores comerciales de potencia. A esta última fase sólo Francia, Inglaterra y Suecia han pasado y en todos ellos más bien se trate de prototipos de la tercera fase. Sólo Inglaterra tiene un amplio programa que prevé en 1957 tener de 1.500.000 kW. a 2.000.000 kW. En eso se impone andar con mucha circunspección, pues la mayor parte de las informaciones reposan en un anticipo o en un optimismo no muy justificado. En cuanto al precio de esta energía los datos que se conocen son muy fragmentarios; se ignora la duración de los reactores, los gastos de entretenimiento, el costo de recuperación de las materias fisiles, los de venta de estos mismos productos. Es cierto que se dan precios muy alentadores, que no podemos discutir aquí; pero recientemente en un estudio de esta naturaleza se deducían dos precios, doble uno de otro. Esta diferencia muestra bien, cuánta incertidumbre reina en esta vital cuestión y yo creo sinceramente que las predicciones sobre el costo futuro de las centrales nucleares son en su mayoría predicciones basadas en deseos y esperanzas más que en cálculo concreto exacto. El primer reactor fue puesto en servicio en el año 1943; tenemos, pues, ya catorce años de experiencia y podríamos considerarnos satisfechos si el año 1972 la energía nuclear está en condiciones económicas

de atender los crecimientos desde aquella época e ir paulatinamente también sustituyendo la producción de parte de nuestras térmicas. Piénsese que también esa fecha coincide con el agotamiento de nuestras posibilidades hidroeléctricas.

Antes de esa fecha es probable sea aconsejable el establecimiento de alguna central de este tipo en determinadas zonas de la península y parece que pensar en un emplazamiento cercano a Bilbao y aún a Madrid no será desacertado.

En tanto, nuestra política ha de tender en mi opinión a llevar a términos de realidad nuestro potencial hidroeléctrico. No hay que temer que estas construcciones sean devaluadas con el tiempo, su construcción es un valor económico nacional, no sujeto a las devaluaciones monetarias y sus gastos de entretenimiento y conservación insuperables, y en tanto vamos realizando ésto procurar disponer del personal técnico necesario para no dejarnos sobrepasar en gran escala por otras naciones y poder incorporar esta nueva fuente de energía a nuestro sistema productivo en cuanto sea aconsejable económicamente.

Constituyen los precios elemento importante de cualquier estudio económico. La necesidad de una energía barata es condición favorable a todo desarrollo industrial. La energía eléctrica ha tenido tendencia constante a la baja, por el mejor rendimiento de las centrales térmicas, por la creciente interconexión de las redes, que disminuye las reservas necesarias, y por la concentración de la producción que reduce los gastos de explotación. Sin embargo creemos que esa tendencia que en el mundo tomando como base el año 1937 = 100 había descendido en el año 1953 al número índice 40, que da idea de la importancia de la baja y, que en nuestra patria a **precios reales** es aún mayor, ya que tomando el año 1913 como base, el precio de la energía eléctrica había pasado al número índice 122,6 en el año 1951, mientras el índice general de precios al por mayor había pasado al número índice 1.222,21, está bastante debilitada y es posible no juegue en el futuro de forma tan acusada.

Ahora bien, el llevar a realidad nuestro potencial, no está exento de graves dificultades, exige la inversión de fuertes capitales. La industria eléctrica que viene a conti-

nuación del transporte en la inversión de capital, no puede pararse ni frenar su desarrollo, exige cada vez, al estar sometida a una ley exponencial de crecimiento, crecientes inversiones de capital. Las inversiones de los pasados años han oscilado, alrededor de los 5.000 millones de pesetas, cifra que ha de ser fuertemente incrementada en los años venideros, y ha de suponer sostener en no más bajo del 11 por ciento del total de las inversiones la correspondiente a este sector, y elevar la inversión total por encima del 18 por ciento del producto nacional. No se les ocultará a ustedes que parece exceder algo de nuestras posibilidades, sin recurrir a un fuerte ahorro forzoso o a la obtención de créditos en el exterior, camino para mí el más deseable.

La necesidad de ofrecer una rentabilidad a este capital en las condiciones normales del mercado financiero, y constituir al tiempo fondos suficientes de amortización, son las condiciones mínimas necesarias para financiar las instalaciones y una política de precio bajo, no debe poner en peligro esta necesidad expansiva. Condición ésta que había de sernos exigida como lo fue a Austria, si hubiéramos de acudir al crédito de la Banca Mundial.

Y con ello llegamos a un punto difícil, pues está sometido a más factores políticos y sociales, que económicos; me refiero al precio de la energía eléctrica. Yo digo que debe de ser todo lo bajo que se pueda, pero sin que ponga en peligro su expansión, pues entonces el impacto sobre la economía es de daño infinitamente superior. Podríamos extendernos en variadas consideraciones sobre su estructura y su determinación. Hoy está en la palestra la teoría marginal de los precios y su aplicación a la energía eléctrica tiene como es natural partidarios y detractores; pero en el mundo entero se procura adaptar el precio de venta al de costo, si bien muchas consideraciones entran en juego al determinar aquel precio medio, ya que la energía eléctrica tiene en todos los países muchos y variados precios. He de indicar que el precio es un instrumento eficaz, si se necesita frenar el consumo por imposibilidad de atender toda la demanda, orientando su utilización en aquellas aplicaciones más rentables a la comunidad.

Unas cifras darán a ustedes una idea de la situación en el conjunto de la economía de esta rama de primordial interés.

En los diversos países, el producto de la energía varía de 2,5 por ciento a 4 por ciento del producto nacional. En España es el 1,75 por ciento. Es siempre inferior en aquellos países al 8 por ciento del importe de los salarios; en nuestro país es el 4 por ciento. Su influencia en el precio de los productos manufacturados no excede del 4 por ciento, es casi siempre inferior y solamente en determinados productos de la industria electrometalúrgica llega y pasa en algún caso del 20 por ciento.

Vamos, como punto final de nuestra charla, a dar una ligera idea del desarrollo y situación de la industria eléctrica en Asturias. Su primera manifestación acaso haya sido aquella dinamo Gramme que en el año 1879 se instaló en Fábrica de Mieres y daba luz con dos arcos voltaicos. Después Avilés, La Felguera y Oviedo vieron instalarse pequeñas térmicas que atendían al consumo de alumbrado de estas poblaciones.

En Oviedo, tras algunos ensayos publicitarios en épocas de San Mateo, una térmica aneja al Teatro Campoamor suministraba flúido a este coliseo y a varias viviendas de prohombres de la capital.

Su desarrollo en nuestra provincia no vamos a seguirlo día a día. Se diferencia poco del resto de España. Vamos a cifrar sólo, la situación actual referida al año de 1957.

Producción hidráulica .....	639.559 × 10 <sup>6</sup>
Producción térmica.....	518.325 »
	<hr/>
	1.157.884 »
Exportada .....	292.000 »
	<hr/>
CONSUMO .....	865.884 »

Cual puede ser el crecimiento del consumo en Asturias, es un problema de grandísimo interés. Esta región fue una excepción en el panorama industrial del mundo, al no tener localización en ella las industrias metalúrgicas pesadas, y aún las químicas, desplazadas a Cataluña y Vascongadas,

Hoy parece querer recobrar aquella posición que sus fuentes de energía le permitían y con la nueva Siderurgia, con la industria del Aluminio y del Cínz, va a alcanzar cifras tales que su consumo de electricidad no parece pueda ser analizado, sometido a ninguna ley exponencial, basado en estadísticas. Las previsiones han de ser extraordinariamente más fuertes.

Un previsor cálculo hecho, hace ascender el consumo previsible en 1967, a 2.500 millones de kWh., es decir hay que duplicar la producción del pasado año aún prescindiendo de las exportaciones que normalmente se hacen a Santander.

En frente de estas necesidades así cifradas ¿cuáles son nuestras posibilidades? Recientes estudios cifran nuestro potencial hidroeléctrico en 1.132.000 kW., de los que están instalados 224.000, en construcción 87.500, quedando, por tanto, como de posible instalación 821.000 kW.

En año medio, no el 57 muy seco, la producción de la potencia instalada puede ser de  $800 \times 10^6$  kWh., la que está en construcción  $268 \times 10^6$  kWh. y la de posible instalación  $3.000 \times 10^6$  kWh., un total de  $4.100 \times 10^6$  kWh. Asimismo y a base de combustibles asturianos se podría llegar con una potencia de 325.000 kW. todos en proyecto, a una producción de  $1.200 \times 10^6$  kWh.

Estas cifras confirman nuestra creencia de que Asturias es región que puede mirar con relativa tranquilidad los años venideros, si las inversiones necesarias para las construcciones que estos planes implican se hacen posibles.

De instalarse centrales nucleares en Bilbao y en el centro y sur de España, podrían derivarse los fuertes excesos de producción de la zona noroeste hacia Asturias, permitiéndole un mayor margen de seguridad con energía a buen precio.

Oviedo, 11 marzo 1958

PRUDENCIO FERNÁNDEZ PELLO

INGENIERO-DIRECTOR DE HIDROELÉCTRICA  
DEL CANTÁBRICO, S. A.