

El banco de datos económicos y energéticos del OIEA

por Jean-Pierre Charpentier y John E. Russell

Para determinar el papel que podría tener la energía nucleoelectrica en las regiones en desarrollo del mundo, el OIEA ha realizado en años pasados estudios del mercado de la electricidad nuclear en una serie de países en desarrollo. En 1976, el OIEA creó un banco computadorizado de datos económicos y energéticos relativos no solo a la energía nuclear, sino también a otras formas de energía. La finalidad del banco es facilitar de manera uniforme y sistemática los datos energéticos y los datos económicos conexos necesarios para la planificación en materia de energía a largo plazo. El Organismo ha acopiado ya los datos disponibles sobre la producción y el consumo de energía en la mayoría de sus Estados Miembros, así como información básica sobre la situación energética mundial y los parámetros económicos conexos.

Los datos necesarios para los análisis del papel de la energía nucleoelectrica en los Estados Miembros, para los informes oficiales del Organismo, o para los estudios que se realizan a nivel nacional, regional o mundial, se obtienen actualmente de manera rápida y automática. Un flexible programa de computadora permite producir una variedad de cuadros y gráficos actualizados. La integración de los resultados en conjuntos regionales o mundiales, tarea que antes exigía laboriosos cálculos individuales, se hace ahora con rapidez y facilidad.

Tres razones principales condujeron al establecimiento del banco de datos computadorizado. La primera fue un considerable aumento del volumen de información que se debía reunir. Desde hacía años, el Organismo venía acopiando y clasificando toda una variedad de datos energéticos y económicos conexos y la gestión de este cúmulo de material informativo en constante crecimiento, se hacía cada vez más difícil.

La segunda, y probablemente más importante razón, fue la necesidad de una selección y recuperación más rápida de la información básica. Gracias al banco de datos computadorizado es posible ahora dar pronta respuesta a muchas preguntas sobre la producción, el consumo y los recursos de energía, así como sobre los aspectos económicos conexos.

En tercer lugar, se necesitaban datos para los pronósticos del consumo y la producción de energía basados en la extrapolación de tendencias en las comparaciones entre los distintos países y en modelos más perfeccionados. Debe quedar en claro, sin embargo, que el banco de datos no es un nuevo modelo matemático en materia de energía, sino un sistema fácilmente accesible de datos energéticos que puede utilizarse en cualquier modelo y también con fines más generales.

El Sr. Charpentier es ingeniero economista de la Sección de Estudios Económicos, División de Energía Nucleoelectrica y Reactores. El Sr. Russell es programador analista de la Sección de la Computadora, División de Información Científica y Técnica.

ORGANIZACION DEL BANCO DE DATOS

Para crear un banco de datos computadorizado se necesitan esencialmente cuatro elementos:

1. Los datos de entrada;
2. Una computadora y un sistema conexo de memoria magnética para dichos datos (soporte físico);
3. Un sistema de computadora (soporte lógico) que permita organizar y clasificar los datos brutos de entrada y recuperar fácilmente los datos de salida almacenados en la memoria magnética;
4. Una serie de subprogramas complementarios de computadora para procesar los datos brutos de salida y darles forma de cuadros, gráficos, análisis estadísticos, etc.

Los puntos 1 y 3, es decir el acopio de datos y la adaptación de un programa de computadora para la clasificación y recuperación de los datos brutos de entrada fueron los elementos esenciales para la creación de la base de datos. El Organismo disponía ya de soporte físico (una IBM 370/158), y la elaboración de subprogramas para la utilización final de los datos fue una tarea "relativamente" fácil.

Acopio de datos: Como indica la Figura 1, los datos del banco de información energética del OIEA provienen de dos fuentes: o bien otros organismos internacionales los envían directamente en cinta magnética, o bien el Organismo se los procura él mismo.

En cuanto a los datos recibidos del exterior, se ha establecido una cooperación satisfactoria, que comprende préstamos de cintas de computadora y procedimientos de actualización de datos, con la Oficina de Estadística de las Naciones Unidas (Nueva York), la División Estadística de la AEN/OCDE (París) el Banco Mundial (Washington DC) y la División de Estadísticas de Energía de la CEE (Luxemburgo).

También se han iniciado gestiones para concertar contratos con otros organismos nacionales e internacionales tales como la Conferencia Mundial de la Energía, a fin de conseguir una colaboración semejante. Estos contratos externos se orientan sobre todo hacia la recopilación de información no nuclear. Los datos relacionados con la esfera nuclear los acopia en general directamente el Organismo por medio de organizaciones especializadas, del examen de la documentación resultante de reuniones, y del personal que envía en misión.

La Figura 2 muestra la estructura del contenido del banco de datos. Las líneas gruesas representan los datos actualmente copiados y disponibles, y las líneas finas, el tipo de información que todavía se está recopilando.

El sistema de computadora: La magnitud de la información básica del banco se aproxima actualmente a tres millones de datos. Los datos derivados tales como los referentes a tasas de crecimiento o al consumo per cápita, etc., que se calculan mediante subprogramas, no están comprendidos en este total. El proceso de un volumen de datos tan grande, aun por computadora, no es tarea fácil. Al principio, el banco de datos utilizaba un programa que había elaborado el Organismo para trabajos de biblioteca (código LIPSY). Pero resultaba claro que, aun con modificaciones, este programa era muy difícil de adaptar con suficiente flexibilidad a la gestión de información esencialmente numérica.

Después de haber examinado varias posibilidades, se decidió recurrir al sistema de gestión general de datos recientemente facilitado al Organismo por la República Federal de Alemania. Este sistema de programas de computadora llamado ADABAS, está especialmente concebido para la gestión de datos. Organiza los datos de entrada de tal manera que se pueden recuperar fácil y rápidamente, sin que el usuario conozca la ubicación exacta de los mismos en la base. Existe un lenguaje sencillo que permite formular órdenes simples y recuperar datos de bases muy amplias y complicadas.

Figura 1: Fuentes de datos del banco de datos del OIEA

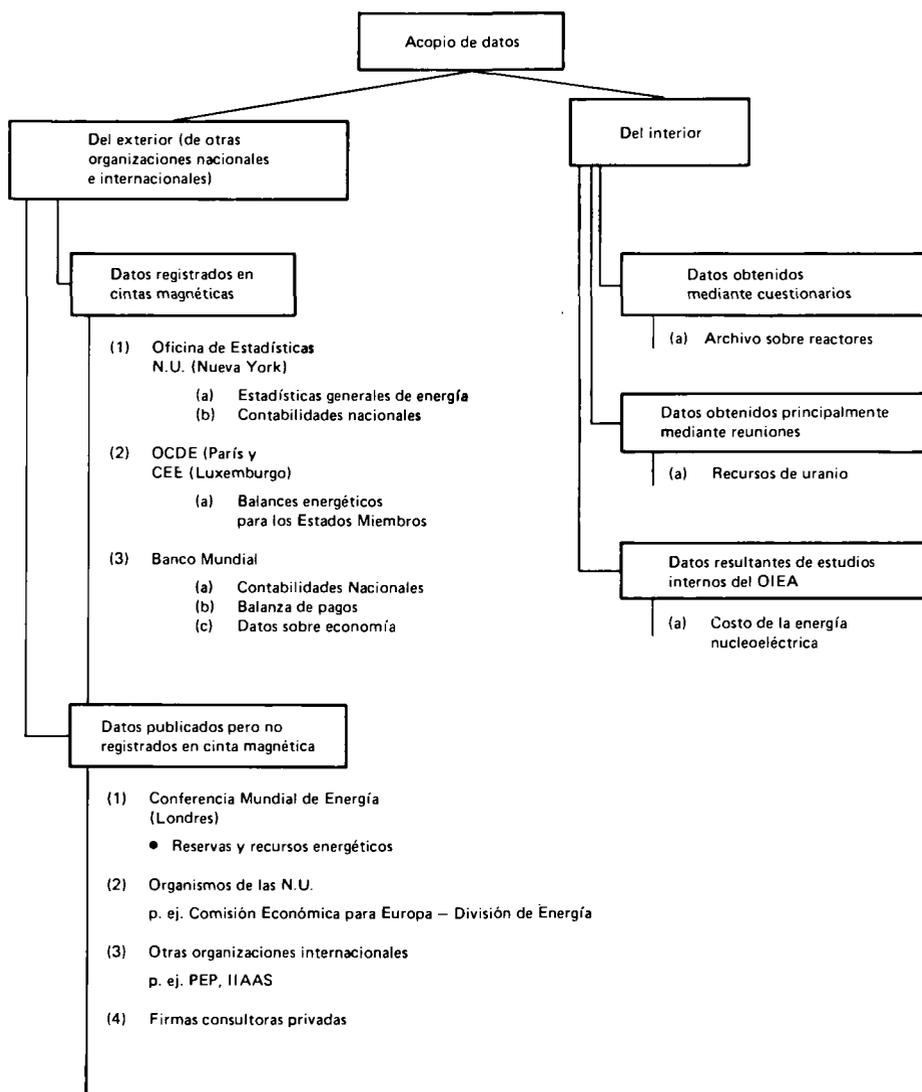
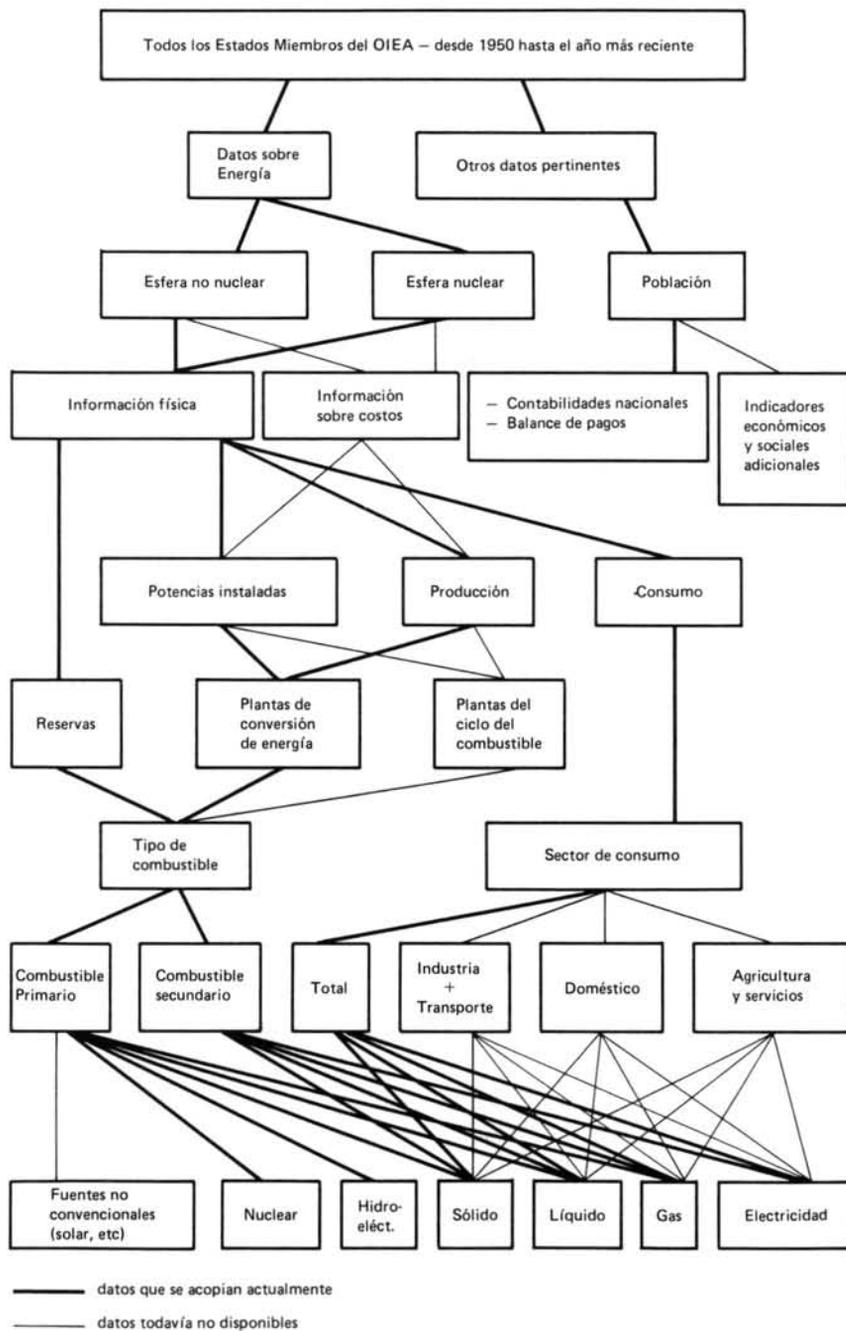


Figura 2: Estructura del contenido del banco de datos



Los datos se agrupan por temas homogéneos y se almacenan por separado en un soporte magnético llamado archivo. Actualmente se utilizan seis archivos diferentes.

- Información general en materia de energía: producción, consumo, comercio y potencias instaladas
- Recursos energéticos
- Reactores nucleares e instalaciones del ciclo del combustible
- Información sobre costos de establecimiento y gestión de instalaciones energéticas
- Contabilidades nacionales
- Pronósticos

El sistema ADABAS tiene en su estructura interna características que permiten el fácil acoplamiento de archivos que contienen por lo menos una palabra clave común. Por ejemplo, como todos los datos de cada archivo indican siempre el nombre del País, este nombre puede servir de palabra clave. Esto permite también acoplar el archivo general de energía con el archivo de contabilidades nacionales, para conocer el consumo de energía de todos los países en los cuales el producto nacional bruto (PNB) per cápita alcanza un valor determinado.

SERVICIOS QUE PRESTA EL BANCO DE DATOS

El banco de datos está estructurado de manera que puede prestar tres servicios principales:

1. El servicio "cotidiano", que consiste en la capacidad de contestar rápidamente a cualquier pregunta sobre consumo, producción, comercio, recursos de energía y los aspectos económicos conexos.

En un futuro próximo, se dispondrá de terminales video en línea, de manera que los usuarios del banco de datos podrán hacer ellos mismos consultas sencillas y recibirán directamente la contestación en la pantalla.

Ejemplo de una petición sencilla: "Hallar todos los países que tuvieron en 1975, un factor promediado de carga de sus centrales eléctricas superior al 50%."

La pregunta se formuló en inglés de la siguiente manera a la computadora: "FIND ALL RECORDS IN WORLD-ENERGY-STATISTICS WITH YEAR EQUAL 1975, IF ELEC-CAP NOT EQUAL O THEN COMPUTE \neq UTIL = ELEC-PROD * 114/ELEC-CAP ELSE SET \neq UTIL = 0. END IF \neq UTIL LT 500 THEN REJECT RECORD END DISPLAY COUNTRY ELEC-PROD ELEC-CAPA \neq UTIL 10'LOAD/FACTOR/%"

En la pantalla apareció una lista de países y datos de salida, de los cuales se escogieron los siguientes, por orden de producción decreciente de energía eléctrica.

PAIS	PRODUCCION ELECTRICA GIGAWATT-HORAS	POTENCIA ELECTRICA MEGAWATT	FACTOR DE CARGA EN %
URSS	1 038 625	217 484	54,4
Canadá	272 624	59 886	51,8
Polonia	97 168	20 057	55,2
República Democrática Alemana	84 505	16 929	56,9
Noruega	77 564	17 090	51,7
Sudáfrica	74 914	13 990	61,0
Rumania	53 720	11 577	52,8
Yugoslavia	40 040	9 043	50,4
Venezuela	21 179	4 705	51,3
Hungría	20 465	4 291	54,3

Figura 3: Información básica energética y económica de VENEZUELA – Situación energética básica

COMMODITY	1950	1960	1970	1973	1974	1975	AVERAGE ANNUAL GROWTH RATE	
							1950	1973
							TO	TO
	1970	1975						
ENERGY CONSUMPTION - TOTAL	7.88	17.83	33.39	40.66	38.94	45.21	7.49	5.46
- SOLID FUELS	0.00	0.43	1.49	3.05	2.81	2.44	39.69	-10.51
- LIQUID FUELS	6.19	10.77	17.85	19.69	17.60	25.01	5.44	12.69
- GAS	1.63	6.60	12.73	15.94	16.19	15.07	10.83	-2.77
- PRIMARY ELEC.	0.06	0.03	1.31	1.97	2.34	2.70	17.12	16.88
PRIMARY ENERGY PRODUCTION - TOTAL	104.51	204.57	272.89	254.36	228.46	183.17	4.92	-15.14
- SOLID FUELS	0.00	0.03	0.04	0.05	0.05	0.06	20.25	9.54
- LIQUID FUEL	102.82	197.91	258.80	236.40	209.87	165.35	4.72	-16.37
- GAS	1.63	6.60	12.73	15.94	16.19	15.07	10.83	-2.77
- URANIUM	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
- HYDRO + GEO	0.06	0.03	1.31	1.97	2.34	2.70	17.12	16.88
ENERGY BALANCE (EXP-IMP) - TOTAL	96.62	183.45	235.08	208.71	186.03	135.89	4.55	-19.31
- PRIM. SOLID	-0.00	0.0	-0.03	-0.01	-0.00	-0.00	0.0	0.0
LIQUID	85.09	138.11	160.40	146.40	122.03	101.27	3.47	-16.83
GAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
- SEC. SOLID	0.0	-0.40	-1.42	-2.99	-2.75	-2.39	0.0	0.0
LIQUID	11.54	45.75	68.13	65.32	66.75	37.01	9.28	-24.72
GAS	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ELEC.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ELECTRICITY PRODUCTION - TOTAL	0.39	1.49	4.07	5.14	5.89	6.78	12.43	14.78
- THERMAL	0.33	1.46	2.75	3.17	3.55	4.08	11.11	13.45
- HYDRO-ELECTRIC	0.06	0.03	1.31	1.97	2.34	2.70	17.12	16.88
- NUCLEAR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
- GEOTHERMAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
CAPACITIES OF ELEC. PLANTS - TOTAL	350.00	1353.00	3172.00	3357.00	4391.00	4705.00	11.65	18.39
- THERMAL	315.00	1220.00	2264.00	2390.00	3043.00	3137.00	10.36	14.57
- HYDRO	35.00	133.00	908.00	967.00	1348.00	1568.00	17.68	27.34
- NUCLEAR	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
- GEOTHERMAL	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
TOTAL ENERGY CONSUMPTION PER CAPITA	1.48	2.30	3.21	3.60	3.35	3.77	3.96	2.28
TOTAL ELEC. CONSUMPTION PER CAPITA	0.07	0.19	0.39	0.46	0.51	0.57	8.74	11.31
REFINERY CAPACITIES	12990.00	46310.00	67720.00	68015.00	62450.00	44950.00	8.61	-18.71

ALL ENERGY VALUES IN MILLION KILOWATT-YEAR THERMAL
ALL PER CAPITA VALUES IN KILOWATT-YEAR THERMAL PER HEAD
ELECTRICAL CAPACITIES IN MEGAWATTS

REFINERY CAPACITY IN MEGATONNES
ALL GROWTH RATES IN PER CENT

0.0 INDICATES VALUE NOT AVAILABLE
0.00 INDICATES VALUE LESS THAN 0.005

2. **El suministro regular de boletines y folletos estadísticos** que resumen en cuadros y gráficos de tipo uniforme la situación energética pasada y presente de los diferentes Estados Miembros del OIEA. En las figuras 3, 4, 5 y 6 se presentan 4 páginas uniformes de datos energéticos y económicos sobre Venezuela.

La Figura 3 indica la producción, el consumo y el comercio de energía, así como la potencia de las centrales eléctricas. Toda la información se expresa en una unidad constante — el kilovatio térmico/año. Además, se indican dos tasas de crecimiento y dos razones: tasa de crecimiento a largo plazo de la energía y la electricidad, es decir, la tasa de crecimiento calculada desde 1950 y la nueva tasa de crecimiento desde la crisis energética de fines de 1973; las dos razones son el consumo per cápita de energía y electricidad.

La Figura 4 indica las reservas energéticas del país, también en la misma unidad constante de energía. La Figura 5 se refiere a la población, a su evolución en el tiempo y a su distribución por edades y zonas geográficas. La Figura 6 resume la situación macroeconómica del país: el producto nacional bruto (PNB) y su división según los diversos sectores económicos.

3. **Bases de pronósticos energéticos.** Se han elaborado varios modelos matemáticos y se han realizado pronósticos sistemáticos en serie utilizando un programa de computadora para el enlace entre los datos y los modelos. La Figura 7 muestra un ejemplo de ejercicio de extrapolación basado en los datos del Japón. En este ejemplo, se ha ajustado una función logística (también llamada función de saturación) a los datos sobre producción per cápita de electricidad desde 1950, y se ha extrapolado hasta el año 2000.

Como es sabido, una función logística tiene la siguiente forma:

$$y = \frac{L}{1 + \exp - (at + b)}$$

en la que y es el consumo per cápita de electricidad

L es un límite asintótico fijo que, en el presente ejemplo es 15 000 kWh per cápita

t es el tiempo

a y b son constantes calculadas por regresión. El coeficiente de regresión para el Japón es muy bueno: 0,99. Los resultados tienen un margen de confianza de 95%.

Los pronósticos obtenidos de esta manera para el Japón son:

AÑOS	ELECTRICIDAD PER CAPITA (kWh)
1985	entre 7875 y 9198
1990	entre 9756 y 10 974
2000	entre 12 600 y 13 500

CONCLUSION

Ahora existe un banco mundial de datos energéticos. Se espera que los servicios del mismo ayudarán a los Estados y organizaciones internacionales a planificar los futuros sistemas de energía eléctrica. Queda, no obstante, mucho camino por andar. Huelga decir que el desarrollo de un banco de datos energéticos es una empresa de larga duración, que requiere constantes ampliaciones y mejoras.

Figura 5: VENEZUELA - Información demográfica

AVERAGE ANNUAL GROWTH RATE 1970 - 1975	1975	1970	1960	1950	1950	1960	1970	1975
POPULATION IN MILLIONS	5.3	7.7	10.4	12.0	2.9			
POPULATION DENSITY PER SQ KM	5.8	8.5	11.4	13.1	---			
PRESENT POPULATION GROWTH RATE					3.4			
SURFACE AREA IN 1000 SQ KM					912.0			

POPULATION STRUCTURE IN 1970							
BY AGE				BY LIVING AREA		BY EDUCATION	
0-14	15-64	65+	TOTAL	% URBAN	URB GROWTH	SEC ENROL	LITERACY
47.0	59.5	2.5	109.0	76.0	5.0	33.0	77.0

COMMODITY		1950	1960	1970	1973	1974	1975	AVERAGE ANNUAL GROWTH RATE	
		1960	1970	1973	1974	1975	1975	1960	1973
GNP IN BILLIONS OF 1975 \$		3.95	8.89	16.28	18.53	19.74	21.25	6.23	7.08
GNP PER CAPITA IN 1975 \$		796.48	1213.11	1584.44	1642.83	1697.37	1771.49	2.71	3.84

BREAKDOWN OF GNP IN %									
SUPPLIED BY :									
- INDUSTRY									
- AGRICULTURE									
- TRANSPORT									
- OTHERS									
CONSUMED BY :									
- INVESTMENT									
- PRIVATE EXPEND.									
- GOVMT EXPEND.									
- TRADE BAL* (EXP - IMP)*									

EXPORTS IN BILLIONS OF 1975 \$		1.34	3.05	4.18	5.79	9.13	7.35	3.20	12.65
IMPORTS IN BILLIONS OF 1975 \$		0.94	1.82	3.27	3.75	3.83	5.38	6.04	19.68

CONSUMED BY :									
- INDUSTRY									
- AGRICULTURE									
- TRANSPORT									
- OTHERS									
SUPPLIED BY :									
- INDUSTRY									
- AGRICULTURE									
- TRANSPORT									
- OTHERS									
CONSUMED BY :									
- INVESTMENT									
- PRIVATE EXPEND.									
- GOVMT EXPEND.									
- TRADE BAL* (EXP - IMP)*									

Figura 7: Pronóstico sobre la energía eléctrica en el Japón

