

## "AS CEER K109 ENERGY AND 2000

Presented by Modesto Iriarte, Jr., Researcher, Center for Energy and Environmental Studies, University of Puerto Rico in Santo Domingo, Dominican Republic, June 4-5, 1981. CENTER FOR ENERGY AND ENVIRONMENT RESEARCH.

## CEER ENERGY AND 2000

Presented by: Modesto Iriarte, Jr., Researcher, Center for Energy and Environmental Studies, University of Puerto Rico, Santo Domingo, Dominican Republic, June 4-5, 1981.

## REGION AND 2000

### Introduction

The theme of energy that is of our interest in this discussion is concerned with mechanical energy on a sufficiently large scale capable of affecting the socio-economic, environmental, and political conditions of the people. We differentiate this therefore from the subtle degrees of human, vital or intelligent energy that for example animates biological forms. The topic of energy that concerns us is very interrelated with the production and economic development of the people. From it will depend to a large degree the agricultural production, the industrial production, the health and the social welfare in general. The energy requirements of a people will therefore depend closely on their level of socio-economic well-being. Our first questions will therefore be (1) How much energy is needed? (2) What sources can supply it adequately?

### Population

To predict the amount of energy that will be required we will have to start by predicting the future population. With the future population and the levels of socio-economic well-being in terms of per capita income, we can predict the gross national product.

The gross national product can be correlated with the consumption of energy and this can be modified with the price-demand elasticity. The study or prediction of any of these parameters is a complex task. What is the number of inhabitants in the world and especially in Santo Domingo for the year 2000? A simple statistical progression on the population can..."

Hasta el año 2000, el informe contiene una serie de diferentes modelos socioeconómicos que interrelacionan la energía con los recursos naturales y el ambiente. Tales modelos incluyen:

- a) Modelos mundiales 2 y 3 (alteraciones al modelo 1 del Club de Roma)
- b) Modelo mundial Mesarovic - Pestel
- c) Modelo de Relaciones Internacionales en la Agricultura

- d) Modelo Latinoamericano
- e) Modelo de las Naciones Unidas

Para dar un ejemplo de las interrelaciones que estamos hablando con los modelos mencionados, observaremos algunos resultados, cualitativamente, que se producen cuando consideramos el primer modelo.

La Figura No. 1-4, tomada directamente del informe San Juan 2000, realizado por el municipio de San Juan, Puerto Rico, nos ilustra gráficamente la situación socioeconómica del mundo. La Fig. No. 1-5 es el resultado del modelo mundial normal. Las condiciones indicadas en la Fig. No. 1 concuerdan con los valores históricos de 1900 a 1970 cuando la población mundial aumentó de 1,600 millones en 1900 a 3,500 millones en 1970.

A pesar de que los nacimientos se reducen gradualmente, el ritmo de mortalidad declina rápidamente, especialmente después del 1940, y la razón del crecimiento poblacional aumenta exponencialmente. La producción industrial, alimentos y servicios per cápita también aumentan exponencialmente. Los recursos naturales todavía tienen en 1970 con

#### Figura No. 1 - MODELO MUNDIAL NORMAL

Población (nm. total de personas)

Producción Industrial per Cápita (\$ por persona/año)

Recursos No Renovables (Utilización permanente de las reservas de 1800)

Alimentos per Capita (kilogramo de grano por persona/año)

Servicios per Capita (\$ por persona/año)

Constante civil (desde 1870)

Fuente: Límites del Crecimiento

En 1958, el valor de los recursos naturales era del valor de 1900, pero declinarán dramáticamente después de ese año con el crecimiento de la población y la producción industrial. El comportamiento del sistema sobrepasa la capacidad de asimilación del ambiente y finaliza en crisis cuando los recursos no renovables se agotan.

A continuación, los precios de los recursos suben y los depósitos se agotan. Mi capital debe usarse para obtener recursos adicionales y menos capital quedará para invertir en el crecimiento futuro. La inversión no puede mantenerse a la par con la depreciación y la base industrial hace crisis conjuntamente con los sistemas de servicios agrícolas que dependen de la producción industrial. Durante un corto período de tiempo, la situación se torna muy grave al seguir aumentando la población con el retraso natural del ajuste social. Finalmente, la población disminuye cuando la mortalidad aumenta por falta de alimentos y servicios de salud. Suponiendo que no habrá cambios mayores en el sistema actual, el modelo indica que el crecimiento poblacional e industrial del mundo se detendrá durante el próximo siglo. El grupo investigador analizó el modelo con una población estable. (Véase Fig. Min, 2). Este análisis mantiene todas las condiciones idénticas al modelo básico, excepto que mantiene la población constante después de 1975 igualando la razón de los nacimientos con la razón de mortalidad. Mientras tanto, el resto de las reacciones positivas en el sistema envuelven el capital industrial.

1900 2000 2100 Figura Num, 2 -MODELO MUNDIAL CON POBLACIÓN ESTABLE LEYENDA  
'Alimentos per Cápita (Kilogramos por persona al año) Servicios (\$ por persona) Contaminación  
(doble el nivel de 1870) Fuente: Limite del Crecimiento

Esto continúa generando un crecimiento exponencial de la producción industrial, alimentos y servicios per cápita. El agotamiento eventual de los recursos no renovables causa una crisis rápida del sistema industrial y el colapso de la economía. El grupo investigador analizó el modelo con una población y el capital estable. (Véase Fig. Min, 3). El crecimiento de capital se estabilizó manteniendo el capital de inversión igual que la depreciación.

"El dilema del año 1970. Siempre será debatible predecir cuándo ocurrirá la crisis mundial, ya que los avances tecnológicos han logrado aplazar este momento. Sin embargo, los recursos no renovables se agotarán tarde o temprano debido a que el planeta es un sistema finito. Quizás la falla principal del Modelo Mundial sea haber establecido la cantidad de recursos no renovables basado en las reservas conocidas. Hasta la fecha, la ciencia y la tecnología han logrado descubrir más yacimientos aumentando extraordinariamente las reservas disponibles. Debería esperarse que la ciencia y la tecnología sigan aumentando la cantidad de las reservas conocidas exponencialmente. En el 1955 se pronosticó que las reservas conocidas de petróleo se agotarían para el año 1975, pero actualmente todavía quedan reservas para 30 años más al ritmo del consumo actual y posiblemente, se descubrirán 20 o 30 años más de reservas para el año 2000. Cualquier estimado de reservas totales del mundo seguirá siendo una especulación hasta que se cuente con técnicas de estimados más precisos. De seguro interés para los países en América es el Modelo Latinoamericano desarrollado por investigadores en Buenos Aires, detalles del cual se encuentran en el informe aludido. No entraremos por ahora en más detalles en cuanto a la interrelación de la energía con los demás parámetros socioeconómicos. Solo nos basta con apuntar que la energía es uno de los fuertes pilares que sostienen el edificio de la vida socioeconómica de un pueblo y que esta tiene que considerarse en conjunto con los demás valores. Nuestro interés, no obstante, es enfocar sobre la energía. Modelos éticos. Una vez establecidos los criterios de población futura, producto bruto nacional y política nacional, la predicción del consumo de energía puede realizarse bajo ciertas presunciones de precio de la energía y elasticidad de precios. El informe "Energy in Transition 1985-2010", preparado por el National Research Council (NRC) de la Academia Nacional de Ciencias es..."

"Siguiendo una publicación del Laboratorio Nacional de Oak Ridge, Tenn. (ORNL/TM-6467 Jan. 1979), los costos de operación y mantenimiento se correlacionaron con (a) el número total de personal, (b) el personal adicional para operar el sistema de desulfurización, (c) generación anual en leche, (d) las toneladas de azufre quemadas anualmente, (e) la capacidad de la central y (f) un

cargo de £30. Los costos de operación y mantenimiento deben actualizarse para incluir la inflación en los salarios durante la vida de la planta. La Fig. 8 nos ilustra el costo de la energía eléctrica proveniente de una central de carbón de 450 MH de capacidad con dos valores diferentes de inflación. La ordenada de la gráfica indica el costo actualizado tomando un promedio de 30 años de vida de la planta y la abscisa nos indica el año en que inicialmente comienza la operación de la central. Podemos observar en el periodo de 15 años entre 1985 al 2000 los costos actualizados de una nueva central puesta en operación en el año 2000 resultan más de dos veces de los costos de operación de...

---Página en Blanco---

...una central puesta en operación en el año 1985. La gráfica Núm. 9 nos ilustra el resultado de las varias alternativas estudiadas. De esta última gráfica observamos, que excluyendo la energía nuclear, la biomasa resulta la más económica seguida por la central de carbón. La central oceano-térmica OTEC comienza a competir con carbón para el año 1995 al igual que los sistemas fotovoltaicos. El costo de la biomasa fue determinado a través de una experimentación acompañada con un...

---Página en Blanco---

Proyecto piloto a un costo de cerca de \$1.5 millones. La Fig. 10 ilustra el modelo utilizado. La energía del viento, aunque resulta atractiva cuando se compara con centrales de petróleo, no puede competir favorablemente con las otras alternativas en el escenario de Puerto Rico. Conociendo los años en que pueden resultar económicas las varias alternativas y teniendo un cuadro anterior de las necesidades de energía eléctrica, la Tabla I representa un posible escenario lógico para Puerto Rico. La Tabla II representa la economía en combustible de petróleo que puede obtenerse con el escenario anterior. El impacto en la economía de Puerto Rico de una fracción de este escenario en términos de aumento en producto bruto y número de empleos adicionales se evaluó y está reportado en dicho estudio.

(milésimas de dólar por kwh)

Costo Actual, Coste Total, Costos Totales Alternativas para Energía Eléctrica en PR. Inflación SW/ARO Actualizados de Varias Producción de % Alternativa de Viento (Sin Almacenaje de Energía) para Propósitos de Comparativa con la Curva Aceite Combustible. Fuente: CEEA Xx-72, Alto de Arranque

Figura 10: DIAGRAMA PARA DETERMINAR COSTOS BIOMASA

Finca Modelo de Producción: Fertilizantes, Irrigación, Pesticidas, Semillas, Combustible y Labor

Modelo de Recolección: Inversión Capital en Maquinaria, Mantenimiento

Almacenaje y Secado

Modelo de Transportación

Fuente: CEEA x-72

TABLA I: ESCENARIO PROPUESTO DE PLANTAS ELÉCTRICAS A DESARROLLARSE HASTA EL AÑO 2000:

1-250MW en - 1.280Kw - : 1-250MW . rg2somw - os 1-250MW - oe 1-500MW oo 1s00mW

TABLA II: MILLONES DE BARRILES DE PETRÓLEO A SER DESPLAZADOS POR EL ESCENARIO PROPUESTO EN TABLA I (Centrales a 75% Factor de Capacidad)

Biomasa, Fotovoltaico, Viento

1980-88 = 1985, - 438 cee

1986 3.285, 438 arene

1987 6.7 438

1988 6.87 438 cee 09

1989 657 438 09

1990 6.87 438 on 08

1991 657 27ate 09

1992 657 548 03

1993 687 5.48 2.74 09

1994 657

822 274 09 1995 657 822 5.48 09 1995, 657 B22 5.48 09 1997 657 8.22 548 09 1998 657 13.70  
5.48 09 1999 657 19.20 5.48 09 2000 657 19.20 5.48 09 Total: 95.265 101.308 38.36 1.17 236.103

(a) Bresiitento 600 Kah/aBL (b) Bergfa calculada del viento disponible y características de la turbina (c) Presume central OTEC experimental de 40 Mi es retirada

26 En resumen, sometemos estas ideas a grandes rasgos para describir un cuadro energético-socioeconómico anexo para investigación detallada en la querida hermana República Dominicana. El CEEA está en la mejor disposición de colaborar con la República en estos menesteres. Muchas gracias.

27 Referencias

- 1) "The Global 2000 Report to the President" - Un informe preparado por el Consejo de Calidad Ambiental del Departamento de Estado (USA). Gerald O, Barney - Director del Estudio.
- 2) "San Juan 2000" - Un informe preparado por el Municipio de San Juan - 1977.
- 3) "Energy in Transition 1985-2010" - Comité de Energía Nuclear y Fuentes Alternas de Consejo de Investigación Nacional (National Research Council) de la Academia Nacional de Ciencias- Washington, D.C. USA, Año 1979.
- 4) "Energy Analysis and Socio-Economic Considerations for Puerto Rico" - Modesto Iriarte, Jr. et al. Centro de Estudios Energéticos y Ambientales de la Universidad de Puerto Rico.
- 5) "Power Engineering Review" - mayo 1978.
- 6) "A Procedure for Estimating Non-Fuel Operation and Maintenance Costs for Large Steam Electric Power Plants", M. L. Myers and L. C, Filler, ORNL/T-6467, Jan. 1979.