NACIONES UNIDAS

CONSEJO
ECONOMICO
Y SOCIAL

LIMITADO

ST/ECLA/CONF.7/L.3.5
18 de enero de 1961

ESPAÑOL
ORIGINAL: INGLES

SEMINARIO LATINOAMERICANO SOBRE ENERGIA ELECTRICA

Auspiciado por la Comisión Económica para América Latina, la Dirección de Operaciones de Asistencia Técnica y la Subdirección de Recursos y Economía de los Transportes de las Naciones Unidas, conjuntamente con el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos

México, 31 de julio a 12 de agosto de 1961

EVALUACION DE LOS RECURSOS DE ENERGIA

por

Bruce C. Netschert

NOTA: Este texto será revisado editorialmente.

La evaluación de los recursos energéticos en escala regional o nacional puede tener una o dos finalidades. La primera, de carácter inmediato, consiste en identificar (es decir, encontrar y medir) los recursos que pueden explotarse económicamente en las condiciones reinantes como parte del desarrollo económico general de la región o país; es como una especie de inventario de la riqueza natural con fines de desarrollo inmediato y su realización le corresponde a organismos como el Geological Survey o Hydrological Survey. Reviste importancia especial en países como los de América Latina en que este tipo de actividad sistemática todavía no constituye una práctica largamente establecida.

La segunda finalidad - evaluación de los recursos energéticos - puede incluir a la primera, pero está orientada hacia una perspectiva más lejana. Su importancia aumenta actualmente en todos los países del mundo a medida que se presta mayor atención al planeamiento a largo plazo con el desarrollo de técnicas más avanzadas que permitan emprenderlo. Tiene por objeto evaluar la riqueza total de recursos de la región o país para confrontarla con las nuevas necesidades o usarlas como base para estimar la futura capacidad de producción. En otras palabras, el fin que se persigue es hacer un inventario en que basar la política nacional, teniendo en cuenta los recursos presentes y futuros.

Este documento confiere mayor importancia a la segunda finalidad. Se basa en un estudio de reciente publicación que Resources for the Future realizó en los últimos años sobre "La energía en la economía americana: 1850-1975" (Energy in the American Economy: 1850-1975).

Las diferencias que presentan estas dos formas de evaluación de los recursos de energía se ilustran con claridad en el trabajo efectuado por la Comisión Económica para Europa al evaluar los recursos hidroeléctricos de esa región. La Comisión no se limitó a hacer un inventario de los emplazamientos hidroeléctricos susceptibles de aprovehcamiento inmediato sino que prefirió más bien comenzar por el estudio de las condiciones del medio y considerar el potencial producido por el escurrimiento total y

/el salto

el salto bruto de cada tramo separable de ese escurrimiento a través de toda la región. Este concepto se denomina "potencial teórico", dado que en la práctica es del todo imposible, por razones técnicas y económicas, desarrollar y aprovechar plenamente todo el caudal y la altura de caída.

Dentro del potencial teórico se distinguía aquella parte que podía aprovecharse en la práctica con la tecnología actual y que se denomina "potencial técnico". Y dentro de éste, a su vez, se distinguía además esa otra parte que sería economicamente viable de desarrollar en las condiciones presentes, o sea el "potencial económico".[1/]

Como conceptos, estos tres niveles de potenciales hidroeléctricos son simples y precisos, aunque el potencial técnico es algo ambiguo en relación con los costos. (Por ejemplo ¿cómo puede distinguirse la verdadera imposibilidad física de la impracticabilidad debido a gastos del todo extravagantes que supone, verbigratia, el embalsamiento de una zona de inundación de 50 millas de ancho o la relocalización de una gran ciudad?[2/]).

Por otra parte la medición de los potenciales no es cosa fácil. Para medir el potencial teórico se necesitan datos hidrológicos y topográficos detallados de toda la zona en estudio. Los otros dos potenciales requieren el estudio de cada emplazamiento en particular, la elección acertada de los criterios restrictivos y discernimiento en cada caso sobre la aplicación o no de estos criterios. La medición en sí supone un esfuerzo oneroso de grandes proporciones y los juicios no pueden ser del todo objetivos sino que deben contener, inevitablemente, un elemento subjetivo substancial.

1/ Para una exposición detallada de estos términos véase: Comisión Económica para Europa, Comité de Energía Eléctrica, Hydro-Electric Potential in Europe and its Gross, Technical and Economic Limits (Naciones Unidas, mayo de 1953), p. 51. Mayores informaciones pueden obtenerse en otros informes de esa Comisión y de la Comisión Económica para Asia y el Lejano Oriente y en algunos documentos presentados a las recientes reuniones regionales y mundiales de la Conferencia Mundial de Energía.

2/ Véase V.M. Yevdjevic, "Some Statistical Methods for Determining Water Power Resources", Documento 165 b/13, Quinta Conferencia Mundial de Energía, Viena, 1956; y S.H. Schurr y B.C. Netschert con Vera F. Eliasberg, Joseph Lerner and Hans H. Landsberg, Energy in the American Economy, 1850-1975; An economic Study of Its History and Prospects (Baltimore: Johns Hopkins Press, 1960), p. 441 y siguientes.

/Por muchas

Por muchas dificultades que presente la medición, los conceptos en sí mismos constituyen un adelanto muy valioso para evaluar los recursos hidroeléctricos y su aplicación ofrece importantes ventajas. Su valor radica en que permiten sistematizar la evaluación y proporcionan un marco de referencia en el cual basarla. De no existir estos conceptos, el cálculo de los recursos hidroeléctricos sería ambiguo y tal vez lo guiaría por mal camino. Si los recursos se estiman (en términos de la potencia instalada) en 50 millones de kilovatios, por ejemplo, ¿qué significa ésto? ¿Representa esta cifra sólo la potencia que puede justificarse economicamente en esos momentos? ¿Incluye la potencia que puede producir energía sólo a un costo equivalente al doble del que tiene la electricidad actualmente o a un nivel más elevado? ¿Tiene en cuenta los adelantos en el diseño, tecnología de la construcción y explotación que, aunque todavía no se ha perfeccionado, promete reducir los costos de algunos emplazamientos en el futuro? o ¿representa esta cifra el máximo absoluto que jamás pueda desarrollarse?

Si los cálculos se hacen conforme a los tres potenciales, estas preguntas quedan de inmediato contestadas, quizás no a entera satisfacción, pero por lo menos con bastante mayor claridad. Si la cifra de 50 millones de kilovatios se basa en las condiciones económicas actuales, es indudable que no representa el límite tope ni en el terreno técnico ni en el físico. Existe un potencial a largo plazo mayor y, probablemente, mucho mayor. Esto es importante sobre todo si ya se ha aprovechado una parte considerable, por ejemplo, 40 millones de kilovatios. Dada la forma en que se ha definido la cifra de 50 millones, es obvio que el aprovechamiento está llegando a un límite sólo en las circunstancias económicas y técnicas imperantes. No se ha desconocido ni descartado por inferencia la posibilidad de que en el futuro sea factible, desde el punto de vista técnico y económico, aumentar la capacidad.

Las ventajas que ofrece esta terminología y los conceptos que ella encierra son varios. Ofrece, por ejemplo, un medio de obtener estimaciones de los recursos hidroeléctricos por deducción estadística. Se ha progresado mucho en la derivación de relaciones empíricas entre los tres potenciales cuando se dispone de mediciones directas para todos ellos,[3/] y con una

3/ Véase Comisión Económica para Europa, op.cit, y diversos documentos presentados a la Quinta Conferencia Mundial de Energía.

/técnica más

técnica más refinada se podrá obtener una primera aproximación del potencial económico de una región o país si se conoce el potencial téorico, y viceversa, con evidente ahorro de tiempo y dinero.

Otra ventaja reside en las diferentes perspectivas que ofrecen los diversos potenciales. Si lo que interesa es el presente, la medida apropiada es el potencial económico. Si la mira se fija a largo plazo, el potencial teórico proporciona el límite máximo absoluto de cualquier posibilidad que pueda materializarse en el futuro.

En resumen, los conceptos que acaban de describirse contribuyen en forma importante al cálculo de los recursos hidroeléctricos, por cuanto desligan al ingeniero de su característica preocupación por el presente. La consideración del futuro mediato es inadecuada y quizás hasta peligrosa si no se tienen en cuante el constante progreso tecnológico y las circunstancias económicas distintas de las que prevalecen en la actualidad. El hecho, ya tradicional, de que el técnico se preocupe sólo por lo que en la práctica es inmediata o inminentemente posible, ha sido aquí superado, lo que permite apreciar en lo que valen las posibilidades más amplias inherentes al futuro.

Un buen ejemplo de las ventajas de este sistema lo constituye la experiencia negativa recogida por los Estados Unidos donde todavía no se ha adoptado. El gobierno de ese país, a través de la Comisión Federal de Energía Eléctrica (Federal Power Commission) publica periódicamente estimaciones de los recursos hidroeléctricos nacionales. Estas estimaciones no se limitan al potencial cuyo aprovechamiento suele ser económico en el presente sino que van más allá e incluyen los emplazamientos "susceptibles de aprovecharse economicamente en un momento dado". Sin embargo, nunca se deja claramente establecido en qué medida se pasa el límite económico y aunque las estimaciones no pretenden abarcar todos los emplazamientos posibles, lamentablemente el término "recursos" implica un inventario completo. En realidad, parece que las estimaciones son una simple suma de los emplazamientos que han merecido la atención de la Comisión.

Como resultado de lo anterior, "los recursos hidroeléctricos" de los Estados Unidos (incluidos los emplazamientos que ya se han aprovechado) han estado en continuo aumento. En 1950 alcanzaban a 104.6 millones de

/kilovatios y

kilovatios y en 1959 a 122.1 millones de kilovatios (a base de 48 estados) cantidad que representa un aumento de una sexta parte en los nueve años. El cambio en sí no es importante - ya que toda estimación debe considerarse sujeta a revisión - sino lo que es materia de crítica es lo que el cambio representa. La falta de una base clara y lógica para estimar y expresar el potencial hidroeléctrico de los Estados Unidos se ha traducido en una constante y grave subestimación del verdadero valor de ese potencial. Este es un grave inconvenientes si se tienen en cuenta sus consecuencias que son de especial interés para esta reunión. Debido a que las personas encargadas del planeamiento gubernamental e industrial necesitan tener una idea del futuro aumento de la capacidad hidroeléctrica instalada de los Estados Unidos, se han hecho muchas estimaciones de ese futuro crecimiento. El estudio de todas las estimaciones publicadas a partir de 1948 revela que durante ese período la mayoría de las estimaciones reflejaban pesimismo en cuanto al futuro. En casi todos los casos se subestimó la tasa de crecimiento registrada en la práctica desde el momento en que se hicieron sus estimaciones. Y lo que es más notable, este pesimismo ha persistido hasta el presente. Las estimaciones de los dos últimos años suponen una marcada reducción futura de las actuales tasas de crecimiento, tal como se previó en los cálculos anteriores. En 1925-59 la tasa de crecimiento fue en promedio de 4.5 por ciento anual. De 1946 a 1959 fue de 5.5 por ciento; y para el período 1959-62 (incluyendo las adiciones proyectadas y en construcción) la tasa es de 7.7 por ciento. Sin embargo, en las estimaciones de la capacidad instalada para 1975 está implícita una tasa de crecimiento de 2.1 por ciento después de 1962.

La explicación más lógica de la expectativa de una fuerte reducción de la tasa de crecimiento reside en la suposición implícita (y a veces declarada) de que el aprovechamiento del potencial hidroeléctrico de los Estados Unidos ha llegado a tal punto que en el futuro se verá entorpecido por su costo creciente y la dificultad de utilizar los emplazamientos restantes. Este supuesto nació a raíz de las estimaciones de "los recursos" que hizo la Comisión Federal de Energía. Del examen de sus cifras que hace la propia Comisión, se evidencia, que se dan cuenta que podría llegarse a

/aprovechar el

aprechar el 100 por ciento del total. Pero el término "recursos" indujo a error a los usuarios de las cifras, quienes parece que lo consideran como el equivalente de lo que según el nuevo método se denominaría el potencial teórico. En realidad, habría que ser muy optimistas para llevar el aprovechamiento hidroeléctrico más allá del 60 por ciento de ese potencial, sobre todo en 1975. Todo esto ha ido en perjuicio de un buen planeamiento ya sea por parte del gobierno o de la industria, lo que podría haberse evitado (y aún es tiempo) adoptando los conceptos y la terminología descritos anteriormente.

En el curso del trabajo de Recursos para el Futuro se vio que las discusiones sobre la oferta futura de otros recursos convencionales de energía, los combustibles minerales, acusaba la misma tendencia constante a subestimar el verdadero potencial con los mismos resultados engañosos que daban pie a laspersonas que los utilizaban para hacer suposiciones falsas. Con el objeto de buscar una solución satisfactoria al problema se ideó otro método conceptual y terminologicamente distinto para estimar las reservas naturales de los combustibles minerales que, en muchos aspectos, se asemeja al nuevo método aplicado a la energía hidroeléctrica. Existe una exposición completa de este trabajo;[4/] el presente documento destaca las diferencias de los resultados que se obtienen con los métodos antiguo y nuevo.

El petróleo crudo constituye un ejemplo excelente. En la industria se habla corrientemente de "reservas extraíbles comprobadas" definidas en rigor como las reservas naturales de petróleo crudo que pueden extraerse economicamente con los pozos existentes. Estas reservas representan el inventario de explotación y tienden, por lo tanto, a ser un múltiplo bastante pequeño de la actual producción anual. Esto significa que para mantener la producción futura hay que descubrir nuevas reservas y por esto mismo, se ha tratado de estimar la cantidad que queda por descubrirse.

Las dificultades que presenta esta estimación son enormes, pero aquí pueden pasarse por alto. De interés inmediato es la aproximación que se aplica para el cálculo. El elemento fundamental de esta aproximación

---

4/ Schurr, Netschert, et al., op.cit., capítulo 7.

/se relaciona

se relaciona con la cantidad de petróleo posible de extraer que existe en el lugar. En los Estados Unidos ésta alcanza por ahora alrededor de un tercio, o sea, por cada tres barriles que se sabe que existen realmente en el suelo se extrae uno y quedan dos. Al plantear el problema, las personas encargadas de hacer las estimaciones suponen - casi sin excepción - que este índice de extracción se mantendrá en el futuro y cualquiera que sea la cantidad de petróleo que se suponga existente en los Estados Unidos sólo se puede extraer una tercera parte.

Al igual que el pesimismo que existe con respecto a la futura tasa de crecimiento de la capacidad hidroeléctrica de los Estados Unidos, este cálculo, aunque parezca extraño, se opone a la realidad pasada y presente. La proporción de un tercio actualmente extraible representa un aumento con respecto al pasado debido a que han mejorado los métodos de extracción. En vista de lo anterior sería lógico esperar que en el futuro mejore aún más la capacidad de extracción; sin embargo, sería totalmente arbitrario suponer cualquier nivel mayor de extracción en cualquier período futuro. Se plantea entonces el dilema de querer considerar en el futuro una mayor extracción, pero sin contar con una base concreta.

El problema se resuelve yendo al límite absoluto, o sea la cantidad total de petróleo que, según se estima, existe en un país o región. Esta cantidad se denomina "base de recurso" del petróleo y equivale conceptualmente al potencial hidroeléctrico teórico. La base de recurso es la cantidad con la cual la tecnología actual y futura puede trabajar. Al igual que el potencial hidroeléctrico teórico, no cabe esperar su "desarrollo" completo (descubrimiento y producción), pero constituye un punto de referencia que permite apreciar las posibilidades y perspectivas futuras. En este caso, el concepto de base de recurso es útil sobre todo porque hay indicios de que se está produciendo una revolución en la técnica de extracción. En los Estados Unidos el nivel medio de extracción de dos tercios para 1975 ha llegado a ser una hipótesis plausible en los últimos años.

Al aplicar el concepto de base de recurso al problema del futuro abastecimiento interno de petróleo crudo en los Estados Unidos, puede verse

/el cambio

el cambio de perspectiva que ofrece este nuevo planteamiento. Se han hecho estimaciones de la cantidad de petróleo que queda por descubrir en el país aplicando la hipótesis de las "reservas comprobadas". Es decir, se ha tratado de cuantificar el petróleo que queda por descubrir en función del que podría extraerse y producirse con la tecnología moderna y en las condiciones actuales de costo y precio. Esto supone que en el futuro, así como en el presente, de cada tres barriles de petróleo localizados en la práctica podrá extraerse uno. Sobre esta base, el total del suministro potencial futuro de petróleo en los Estados Unidos, incluyendo las reservas comprobadas presentes que ascienden a 32 mil millones de barriles (4.2 mil millones de toneladas métricas) fluctúa entre 80 y 190 mil millones de barriles (11 y 25 mil millones de toneladas métricas) según varias estimaciones.

Ajustando estas estimaciones según la hipótesis de que sólo podría producirse un tercio del petróleo que existe realmente en el lugar, se obtiene un "equivalente base de recurso" del orden de los 500 mil millones de barriles (67 mil millones de toneladas métricas). Este es el total de petróleo crudo, potencialmente disponible para su futura extracción, la cantidad a la cual puede aplicarse la tecnología presente y futura. Cabe señalar que ésta no se basa en un cálculo aislado de la riqueza petrolera de los Estados Unidos sino que es una cifra derivada de estimaciones hechas por expertos de la industria petrolera a base de las reservas comprobadas; es la que está implícita cuando se aplica su propia hipótesis de extracción al futuro a largo plazo. Tampoco esta cifra supone en modo alguno que efectivamente se descubrirán y producirán en el futuro alrededor de 500 mil millones de barriles (67 mil millones de toneladas métricas). En cambio, constituye una medida del límite absoluto del recurso y, dadas las posibilidades de que la tecnología mejore en el futuro, ofrece una visión más optimista del potencial que aquella que ofrece el criterio más limitado. A lo menos desde el punto de vista de los recursos, la perspectiva a largo plazo de la industria petrolera de los Estados Unidos ha cambiado totalmente a consecuencia de lo anterior. Uno de los cambios importantes es que la cifra de 500 mil millones de barriles (67 mil millones de toneladas métricas) incluye aproximadamente 200 mil millones de barriles (27 mil millones de toneladas métricas) de petróleo cuya existencia ya se conoce pero que no puede extraerse en la actualidad.

/La enseñanza

La enseñanza que se desprende de todo esto por lo que toca a la evaluación de los recursos de energía puede reducirse a una sola frase: al hacer una evaluación a largo alcance de los recursos es esencial tener en cuenta el progreso tecnológico futuro. Esto se aplica por igual a los países industrializados y a los que todavía se encuentran en las primeras etapas de desarrollo de sus recursos; a los países en que el desarrollo de los recursos está en manos de la iniciativa privada y a aquellos en que es materia de planeamiento por parte del gobierno. Esto no quiere decir que la hipótesis de la base de recurso se traduzca necesariamente en cambios importantes de política ni que los recursos submarginales se conviertan por consiguiente en recursos de significación económica inmediata. Pero, en cambio, significa que las decisiones tanto de orden público como privado pueden tomarse con pleno conocimiento de los recursos; que hay menos posibilidades de que se desperdicien las oportunidades de desarrollar determinados recursos; que es más probable que puedan aprovecharse en forma más cabal los recursos naturales y de que el desarrollo de los recursos no aprovechados hasta ahora ocurra antes de lo que de otro modo habría sido posible.

Hay muchos ejemplos en América Latina de casos en que puede aplicarse en la actualidad el planteamiento de la base de recurso. En los países que tienen la suerte de poseer recursos petrolíferos puede calcularse la cantidad total de esta riqueza que, según se sabe, existe en el suelo, lo que permite obtener una evaluación cuantitativa del impacto potencial de la técnica moderna de extracción. Donde también existe gas natural, esta fuente de energía adquiere nueva significación con la moderna técnica de almacenamiento y transporte marítimo del gas licuado en barcos petroleros. También debe hacerse una evaluación completa de los recursos que contienen gases naturales licuables a fin de confrontarlos con la creciente demanda de estos hidrocarburos como combustible para las industrias petroquímica y de refinación y con los potenciales que representan las técnicas mejoradas de transporte, almacenamiento, distribución y uso de los gases licuados de petróleo.

Lo mismo puede decirse con respecto al carbón de todo tipo. Un inventario completo de los yacimientos carboníferos, por inferior que sea su calidad y remota su ubicación, supone disponer de la información necesaria

/con el

con el cual evaluar el potencial de la combustión in situ y la gasificación y licuación en la superficie a medida que estas técnicas vayan progresando en el futuro (como terminará por ocurrir).

En todo esto es necesario vencer la preocupación por el presente inmediato al considerar el futuro a largo plazo, abandonar la idea preconcebida de que un recurso sin valor económico actual jamás llegará a adquirirlo. Esto no debe hacerse teniendo fe ciega en que llegará un día en que los actuales recursos sin valor se convertirán en riqueza inapreciable, sino reconociendo con un criterio práctico de que en el bullir tecnológico presente y en el del futuro, que será aún mayor, es evidente que algunos de estos recursos adquirirán utilidad económica siempre que haya demanda por el recurso en general. A aquéllos que se interesan en el futuro a largo plazo se les puede aplicar el proverbio: "persona precavida vale por dos".