



ARTÍCULOS

## Las Ampliaciones de Capacidad en los Servicios Eléctricos

Carlos Alberto Givogri

Revista de Economía y Estadística, Tercera Época, Vol. 16, No. 1-2-3-4 (1972): 1º, 2º, 3º y 4º Trimestre, pp. 65-84.

<http://revistas.unc.edu.ar/index.php/REyE/article/view/3684>



La Revista de Economía y Estadística, se edita desde el año 1939. Es una publicación semestral del Instituto de Economía y Finanzas (IEF), Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Córdoba, Av. Valparaíso s/n, Ciudad Universitaria. X5000HRV, Córdoba, Argentina.

Teléfono: 00 - 54 - 351 - 4437300 interno 253.

Contacto: [rev\\_eco\\_estad@eco.unc.edu.ar](mailto:rev_eco_estad@eco.unc.edu.ar)

Dirección web <http://revistas.unc.edu.ar/index.php/REyE/index>

Cómo citar este documento:

Givogri, C. (1972). Las Ampliaciones de Capacidad en los Servicios Eléctricos. *Revista de Economía y Estadística*, Tercera Época, Vol. 16, No. 1-2-3-4: 1º, 2º, 3º y 4º Trimestre, pp. 65-84.

Disponible en: <http://revistas.unc.edu.ar/index.php/REyE/article/view/3684>

El Portal de Revistas de la Universidad Nacional de Córdoba es un espacio destinado a la difusión de las investigaciones realizadas por los miembros de la Universidad y a los contenidos académicos y culturales desarrollados en las revistas electrónicas de la Universidad Nacional de Córdoba. Considerando que la Ciencia es un recurso público, es que la Universidad ofrece a toda la comunidad, el acceso libre de su producción científica, académica y cultural.

<http://revistas.unc.edu.ar/index.php/index>

## LAS AMPLIACIONES DE CAPACIDAD EN LOS SERVICIOS ELECTRICOS

CARLOS A. GIVOGRI

El propósito de este trabajo es mostrar cómo pueden aplicarse los principios del análisis económico para decidir la conveniencia de ampliar la capacidad instalada en los servicios públicos de electricidad. Esta aplicación puede extenderse, sin dificultades, a otros casos de industrias que tengan similares características técnicas y configuración de mercado.

En trabajos anteriores [4] y [5] ya hemos comentado la naturaleza de la producción y de la demanda de electricidad, como asimismo el papel que juegan sus precios en la asignación de los recursos que se dedican a esta actividad. Estos últimos fueron analizados desde el punto de vista de la teoría y algunas prácticas marginalistas,<sup>1</sup> cuya justificación reside en que conducen a: 1) un adecuado dimensionamiento de la capacidad instalada (magnitud de los recursos asignados), 2) eficiente uso de los recursos (combinaciones de mínimo costo) y 3) cobertura del costo económico<sup>2</sup> en el que incurre la colectividad para que se preste el servicio.

En esta oportunidad vamos a desarrollar en algún detalle la primera de estas justificaciones. De manera que nos interesa analizar cuáles son las condiciones que deben tenerse en cuenta para decidir las ampliaciones de la capacidad instalada en un servicio eléctrico que aplica una tarifa marginalista. Por razones prácticas dejaremos de lado el caso de reducciones de la capacidad toda vez que no resulta previsible que la demanda de electricidad deje de crecer.

---

<sup>1</sup> Principalmente las que llevaron a cabo con conocido éxito los especialistas de la empresa estatal de Francia (Electricité de France).

<sup>2</sup> Su definición y características se han tratado en [6].

A partir de un dimensionamiento dado, los mayores requerimientos de la demanda pueden ser atendidos mediante el uso más intensivo de las facilidades (la actual "planta" de la empresa) o recurriendo a ampliar la capacidad instalada. Este último procedimiento puede realizarse agregando una planta adicional a las existentes o reemplazando parcial o totalmente éstas, por una nueva del tamaño que se desee.

Como vemos se presentan tres alternativas que deben evaluarse para justificar la decisión a tomar. En lo sucesivo denominaremos Alternativa i) al uso más intensivo de la actual planta; Alternativa ii) a la adición de planta sin retiro de anteriores, y Alternativa iii) al redimensionamiento con retiro parcial o total de las plantas existentes.<sup>3</sup>

El análisis que presentaremos se basa en algunos conceptos e instrumentos de la teoría económica convencional. Los conceptos están referidos a la teoría de los costos y, para los fines que se persiguen, es suficiente emplear las funciones de costos unitarios a corto y a largo plazo. El instrumental estará limitado al uso de gráficos, que resultan suficientes para descubrir los fundamentos sobre los que debe basarse la elección del curso de acción más conveniente.

Esta forma de presentar el tema tiene la ventaja que permite conectar el análisis convencional de la teoría de los costos que se ofrece en los textos de microeconomía, con los principios y métodos que se aplican en la práctica en las evaluaciones de proyectos, que generalmente se usan para decidir en la elección de alternativas de inversión en capacidad instalada.

El contenido del trabajo se presenta en seis secciones. La primera está dedicada a la presentación de los principios marginalistas relacionados con el dimensionamiento óptimo de la capacidad instalada. La segunda nos permite ofrecer una revisión muy sucinta de las principales características de los costos de un servicio eléctrico. Las siguientes sirven para analizar en qué medida los reemplazos de plantas permiten basarse en principios marginalistas. Los proble-

<sup>3</sup> El lector advertirá que la diferencia entre la Alternativa ii) y iii) reside básicamente en que la última va acompañada de *retiro* (*s*).

mas que hacen a la existencia de economías de escala se tratan en la quinta sección. Por último, se estudia cómo pueden manejarse en el contexto de este tipo de análisis las innovaciones tecnológicas y el desgaste por uso de las maquinarias y equipos.

### 1. *La Política de Precios y el Dimensionamiento Optimo de la Capacidad*

El marginalismo ofrece ciertos principios básicos que vinculan estrechamente la política tarifaria con la de inversiones. El tema ha merecido la atención de varios autores, entre ellos Boiteux [2], Steiner [11], Hirschleifer [8], Williamson [14] y Meek [10].

En la formulación de dichos principios se recurre a los conceptos de costos marginales a corto y a largo plazo. El principio fundamental establece que el precio ( $p$ ) de la electricidad debe fijarse al nivel del costo marginal a corto plazo,<sup>4</sup> o sea el de la planta (o plantas) existente(s):

$$p = CMgC \quad (1)$$

La aplicación de este principio no garantiza el dimensionamiento óptimo de la capacidad. Para que se lo alcance hace falta mantener una adecuada política de inversiones. Aprovechando las relaciones que existen entre los costos marginales a corto y a largo plazo se formula otro principio práctico, que permite evaluar si se ha seguido o no una adecuada política de inversiones en capacidad. En efecto, la planta de tamaño óptimo para atender un nivel dado de capacidad es la que permite hacerlo al costo total mínimo. Esta condición se cumple para la planta cuyo  $CMgC$  es igual al  $CMgL$ , o sea:

$$CMgC = CMgL \quad (2)$$

De aquí que cuando el precio ( $p$ ) se fije respetando el principio (1) puedan presentarse tres situaciones diferentes en cuanto

<sup>4</sup> En adelante y con el propósito de reducir el texto, usaremos las siguientes abreviaturas:  $CMC$  y  $CML$ , para los costos medios totales a corto y a largo plazo, respectivamente;  $CMgC$  y  $CMgL$ , para los costos marginales a corto y a largo plazo, respectivamente.

a su relación con  $CMgL$ :  $p = CMgL$ ,  $p > CMgL$  y  $p < CMgL$ . Obviamente, estas situaciones corresponden respectivamente a las siguientes relaciones entre  $CMgC$  y  $CMgL$ :  $CMgC = CMgL$ ;  $CMgC > CMgL$ , y  $CMgC < CMgL$ .

De allí que pueda expresarse el tercer principio marginalista de la siguiente forma:

$$p (= CMgC) = CMgL \quad (3)$$

que expresa la condición para que la política de precios resulte óptima desde el punto de vista de la capacidad instalada. Si no se cumple será porque  $p (= CMgC) > CMgL$  o  $p (= CMgC) < CMgL$ . Una simple inspección al Gráfico 1 muestra que si  $CMgC > CMgL$  existe *subdimensionamiento*, mientras que cuando  $CMgC < CMgL$  hay *sobredimensionamiento*. En este gráfico trabajamos con las curvas  $CMC$ ,  $CML$ ,  $CMgC$  y  $CMgL$ . Las curvas de corto plazo están definidas para dos tamaños de planta.<sup>5</sup>

Veamos primero la planta  $CMC_1$ . El nivel  $OA$  corresponde a la situación  $p (= CMgC) = CMgL$  y, por lo tanto, sólo cuando se lo alcance resulta adecuada la planta  $CMC_1$ . Para un nivel menor de producción, digamos  $OA'$  la planta  $CMC_1$  estaría sobredimensionada:  $CMgC < CMgL$ ; si tomamos un nivel de producción mayor que  $OA$  quedaría subdimensionada:  $CMgC > CMgL$  (por ejemplo en  $OA''$ ). Las conclusiones no difieren para producciones iguales, menores o mayores que  $OB$  cuando se analiza la adecuación de la Planta  $CMC_1$ .

En consecuencia, el dimensionamiento no será óptimo cuando:

$$p (= CMgC) \neq CMgL \quad (4)$$

Cuando se da cualquiera de estas desigualdades aparece la necesidad de ajustar los niveles de capacidad instalada. En este trabajo nos ocuparemos, únicamente, del caso de subdimensionamiento —o sea, cuando  $CMgC > CMgL$ — y de su corrección.

<sup>5</sup> Para distinguir entre curvas de corto plazo de plantas de distinta dimensión empleamos subíndices. Las plantas con subíndices más altos son de mayor tamaño. En consecuencia, distinguiremos entre plantas refiriéndonos a  $CMC_1$ .

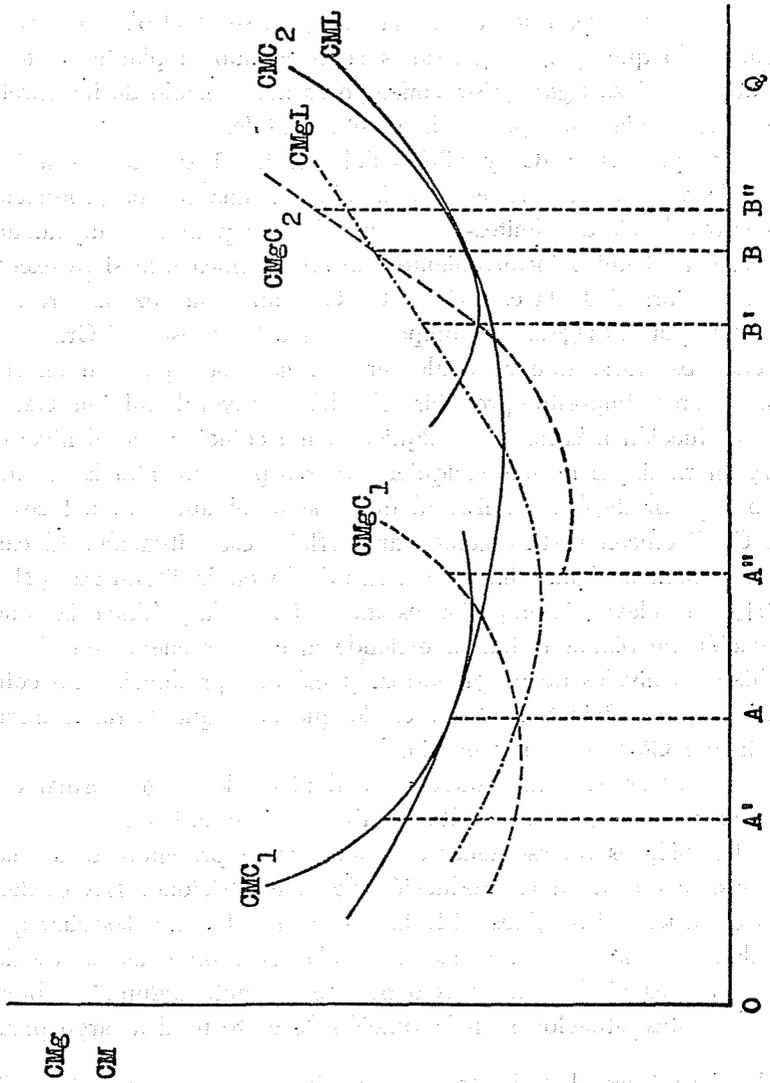


Gráfico 1

## 2. Características de los Costos en los Servicios Eléctricos

Puede suceder que la Alternativa i) no sea factible en la práctica. Es lo que, por lo general, sucede cuando la planta existente es de naturaleza *rígida*. Este concepto es más sencillo de interpretar pasando previamente por el de planta *flexible*.

Las plantas  $CMC_1$  y  $CMC_2$  del Gráfico 1 son de naturaleza flexible ya que siempre es posible obtener una mayor producción—dentro de ciertos límites— a partir de una planta de un tamaño dado, con el único inconveniente que ello implica que si se excede el nivel normal de la carga <sup>6</sup> los CMC serán cada vez mayores.

Las plantas rígidas se comportan como lo muestra el Gráfico 2. Puede observarse que en cualquiera de las que aparecen en esta ilustración es imposible producir más allá del nivel de mínimo CMC.<sup>7</sup> La producción máxima de cualquier planta coincide con el nivel de carga normal, por lo que cualquier esfuerzo por aumentar la producción a partir de éste significará únicamente el aumento del costo: los CMC crecen verticalmente para reflejar esta situación. El caso de las plantas rígidas ha sido desarrollado en la literatura, [2] y [10], y su relevancia empírica resulta obvia. En la práctica, la denominación de planta rígida se extiende al caso frecuente en el que si bien los niveles de carga normal y máxima producción no coinciden, están suficientemente cerca, lo que hace que la rama ascendente del CMC sea muy empinada.

En cuanto se está produciendo al nivel de cargo normal con plantas rígidas que no resulta factible la Alternativa i).

También es preciso tener en cuenta si se presentan o no economías de escala en la producción de la electricidad. Las evidencias empíricas disponibles [12] hacen aconsejable no desechar que puedan presentarse economías de escala, deseconomías de escala, ni economías ni deseconomías o que se presente alguna combinación de estas situaciones en la función de costo total a largo plazo

<sup>6</sup> El nivel normal de la carga corresponde a la de mínimo costo medio total (CMC).

<sup>7</sup> Además, se ha supuesto que los  $CMgC$  son constantes por tratarse de una situación común [5] y que simplifica notablemente el análisis.

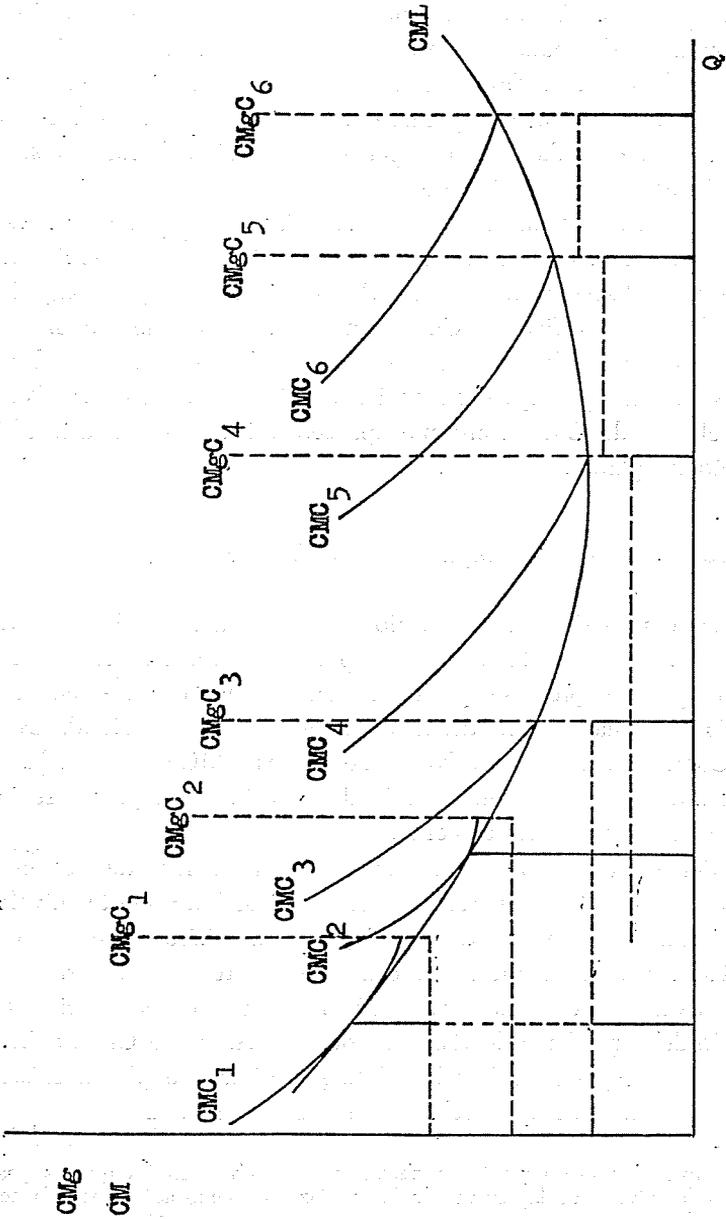


Gráfico 2

de un servicio. En otras palabras, puede suceder que el tipo de economías o deseconomías esté asociado con cierto tamaño de la capacidad instalada. Tal es el caso que se ha respetado en los Gráficos 1 y 2 que muestran primero economías de escala y luego deseconomías de escala, pasando por una situación donde no se dan variaciones en los rendimientos.

En consecuencia, nuestras referencias a economías de escala significan una situación en la que los CML son decrecientes al aumentar el tamaño (plantas  $CMC_1$  en el Gráfico 1 y  $CMC_1$ ,  $CMC_2$  y  $CMC_3$  en el Gráfico 2). Cuando nos refiramos a deseconomías de escala estamos trabajando con costos (CML) crecientes (el resto de las plantas que aparecen en los Gráficos salvo  $CMC_4$ ). Por último el caso de CML constante aparece únicamente en este último tamaño de planta.

### 3. *Las Decisiones de Ampliación con Retiros*

Las curvas de costos unitarios a largo plazo (CML y  $CMgL$ ) suelen ser denominadas curvas de planeamiento. Con esta denominación quiere expresarse que tienen un sentido "ex-ante" cuando la decisión a tomarse nace desde el nivel "O" de capacidad. De allí que CML resulte una envolvente de curvas  $CMC_i$ : muestra las distintas alternativas que en materia de tamaño de la planta se justifican técnica y económicamente.

Dichas alternativas siguen abiertas como cursos de acción posibles una vez que el servicio ya ha instalado cierto nivel de capacidad. Sin embargo, toda decisión de modificar el nivel de capacidad existente requiere, en esta nueva situación, contrastar las alternativas técnicas que ofrece CML frente a otras soluciones.

No debe perderse de vista que desplazarse sobre CML o  $CMgL$  cuando *no* se parte del nivel "O" exige retirar una planta existente y, por lo tanto, desaprovecharla en alguna medida.<sup>8</sup>

<sup>8</sup> Salvo el caso de plantas perfectamente divisibles en las que es posible alcanzar los niveles de las curvas de largo plazo mediante adiciones a la actual capacidad.

La existencia de retiros nos llevará a reformular el principio (4). El Gráfico 3 nos permitirá analizar el problema. En él hemos dibujado las curvas CMgC y CMgL; la primera corresponde a una planta de un tamaño dado. Ambas curvas se igualan para el nivel de producción OA, que es el que justifica la existencia de la planta cuyo CMgC es el que muestra el gráfico. La relación entre CMgC y CMgL es la convencional: a la derecha de OA  $CMgC < CMgL$  y a la izquierda  $CMgC > CMgL$ .

Supongamos ahora que la producción debe llevarse hasta OC. El principio (4) nos dice que como  $CMgC > CMgL$  existe subdimensionamiento que debe corregirse construyendo una planta de mayor tamaño (aquella cuyo CMgC es igual al CML para el nivel OC).

Admitamos que para lograr el nivel de la nueva escala de planta óptima para el nivel OC es preciso *retirar* la planta existente. Si éste es el caso, convendrá usar más intensivamente la actual planta, haciendo caso omiso del subdimensionamiento que surge de la relación entre CMgC y CMgL.

La demostración se basa en la comparación de los costos totales de ambas alternativas ( $CT_i$  y  $CT_{iii}$ , respectivamente).  $CT_i$  se forma solamente de costos variables ( $CTV_i$ ) ya que se trata de una planta existente.  $CT_{iii}$  tiene dos componentes:  $CTF_{iii}$ , que miden los servicios de depreciación y tasa de rendimiento atribuibles al período que se considera, y  $CTV_{iii}$ , que son los costos variables (costos operativos) en los que se incurre. Esta forma de medir los costos es económica ya que considera los costos adicionales que originaría cada una de las alternativas. Como la Alternativa iii) exige la construcción de una nueva planta, es preciso considerar sus costos de capital, cosa que no sucede con la Alternativa i). La alternativa que origina un CT menor será la que se justifica adoptar.

A partir de las funciones de CMgC para la planta existente y CMgL, que se muestran en el gráfico, es posible encontrar la solución al problema. Gráficamente, los costos totales de cada una de las alternativas se miden por el área que queda bajo las respectivas curvas de CMg.  $CT_i = OIN'C$  y  $CT_{iii} = OHM'C$  por lo que

tiene ventajas la alternativa i) sobre la Alternativa iii). Por eso es que, a pesar de que  $CMgC > CMgL$ , no podemos afirmar que sea conveniente ampliar la capacidad. La desigualdad entre los costos marginales no resulta una condición suficiente para justificar el redimensionamiento.

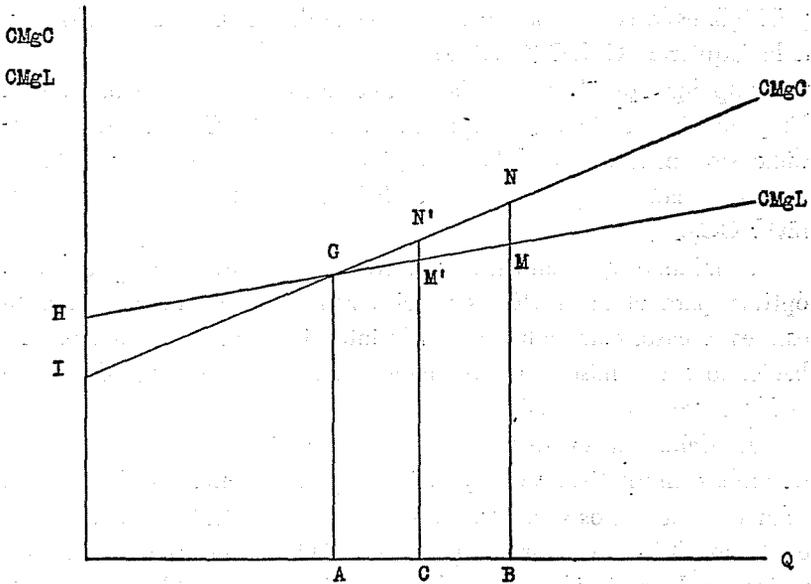


Gráfico 3

Con la ayuda del mismo Gráfico 3 llegaríamos a igual conclusión para cualquier nivel de producción comprendido entre OA y OB. Sólo al exceder este último nivel  $CT_i > CT_{ii}$  y quedará justificada la elección de la Alternativa iii). En esta nueva situación se cumplirá que  $GNM > IHG$ .

La comparación de estas últimas superficies ofrece un método gráfico que permite seleccionar con rapidez entre ambas alternativas<sup>9</sup>.

<sup>9</sup> El triángulo IHG mide las deseconomías de la nueva dimensión de planta sobre la anterior para las unidades producidas hasta OA. GNM, por su

Este análisis nos permite definir una "función de expansión" de la capacidad cuando ésta va acompañada de retiros de las plantas existentes. Dicha función coincide con la curva CMgC hasta el punto N del gráfico, a partir de ella, luego de saltar a lo largo del segmento NM, se desplaza sobre CMgL. Esta función de expansión de la capacidad significa una reformulación del principio marginalista (4) cuya expansión tiene lugar siguiendo la curva CMgL.

Si modificamos uno de los supuestos del análisis, para introducir el caso que mediante un retiro *parcial* (o sea sólo de parte de las plantas existentes) sea factible alcanzar los costos a largo plazo, estamos reproduciendo la presentación de una situación caracterizada por cierta divisibilidad de los recursos. Cuando esto sucede, los costos fijos ( $CTF_{iii}$ ) en los que debe incurrirse para redimensionar la actual capacidad serán menores que en el caso de retiro total que estábamos analizando. De allí que pueda esperarse que la Alternativa iii) comience a ser justificable sobre la Alternativa i) para niveles de producción inferiores a OB. La "función de expansión" que responde a este último caso sigue siendo quebrada y conteniendo segmentos de las curvas CMgC y CMgL, pero su tramo vertical estará necesariamente desplazado hacia la izquierda de la posición NM.

El lector habría notado que no hemos considerado la posibilidad que los retiros permitan recuperar cierto "valor residual". Si se dieran estas recuperaciones, es evidente que habría que descontarlas del  $CT_{iii}$ ; en consecuencia, tendríamos que el costo total de la Alternativa iii) vendría representado por  $(CT_{iii} - R_{iii})$ , donde  $R_{iii}$  mide el monto recuperado. El efecto previsible de las recuperaciones es el de justificar la Alternativa iii) para menores niveles de capacidad. Sin embargo, en todos estos casos la aplicación del principio (4) debe ser considerada como el cumplimiento de una condición necesaria, que requiere de la corroboración a partir de los CT para ser aceptada como condición suficiente que justifique una ampliación con retiros.

---

parte, mide las economías de la nueva planta sobre la anterior entre los niveles OA y OB. Este análisis puede encontrarse en [3].

4. Las Decisiones de Adicionar Capacidad sin Retiros

Hasta ahora no hemos trabajado con la Alternativa ii). En el Gráfico 4 se reproducen las condiciones del Gráfico 3, es decir, que la Alternativa iii) se justifica recién a partir de la necesidad de llegar a nivel de capacidad OB.

Cuando es posible adicionar capacidad sin efectuar retiros, la atención de cualquier nivel de producción entre OA y OB exige comparar la Alternativa i) con la Alternativa ii).  $CT_{ii}$  es igual al CTV de producir OA, más el  $CTF_{ii}$  de la adición AK, más el correspondiente CTV de producir AK en la nueva planta adicional. En resumen, el gráfico muestra la conveniencia de la Alternativa ii), ya que:

$$CT_{ii} = OIGTSK^{10} < CT_i = OIRK$$

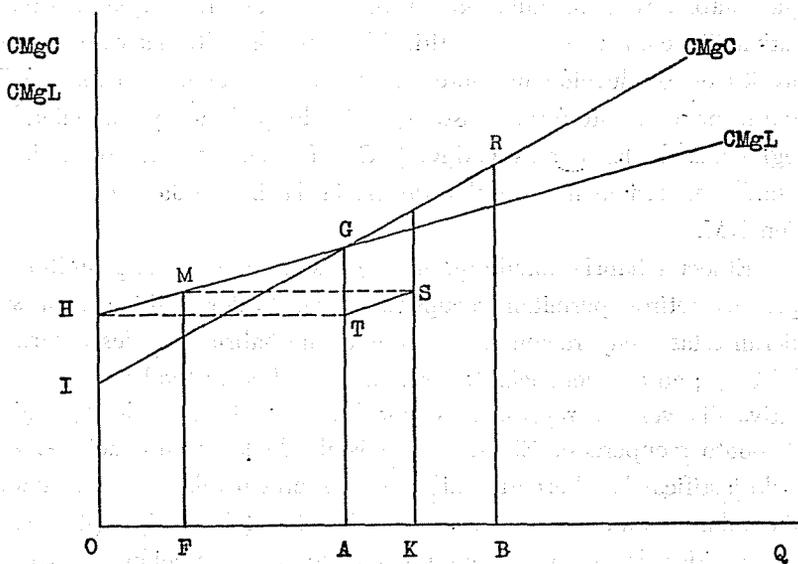


Gráfico 4

<sup>10</sup> El costo total atribuible a la adición AK (o sea ATSK) es el mismo que resultaría de instalar y operar una planta de tamaño OF (= AK). De manera que AHMF = ATSK.

Las condiciones de los costos subyacentes en la situación del gráfico llevan en este caso a justificar las adiciones de capacidad. Al estudio de estas condiciones dedicaremos la sección siguiente. Es posible afirmar que sólo si se dan estas condiciones tendremos que resulta operativo el principio marginalista (4). En otras palabras las adiciones de capacidad estarán justificadas si:  $CMgC > CMgL$ .

### 5. *Influencia de las Condiciones de los Costos*

El análisis que presentamos en las dos secciones anteriores estuvo dedicado a la presentación de un método para juzgar la conveniencia de tomar determinados cursos de acción frente al problema de los aumentos de producción. Por eso se ha trabajado con un caso general en lo que hace a las características principales de los costos a corto y largo plazo. Se ha tomado únicamente las ramas ascendentes de  $CMgC$  y  $CMgL$ .

En esta sección levantaremos las restricciones que suponen considerar un comportamiento tan específico de los costos, introduciendo otras condiciones y buscando contestación a la pregunta de cómo resultan afectadas las conclusiones, ante dichos cambios.

La primera modificación a introducir consiste en suponer que se trabaja con plantas rígidas. Con esta finalidad conviene volver a observar el Gráfico 2 donde se presentan seis plantas de este tipo ordenadas de acuerdo con su tamaño. Si nos fijamos para cada una de ellas en sí su producción máxima coincide con el nivel de producción para el que resultan óptimas (recordemos que este último viene dado por el nivel para el que  $CMgC = CMgL$ ), estaremos en condiciones de agruparlas en dos categorías: 1) plantas cuya producción máxima coincide con la óptima, que es el caso de  $CMC_3$ ,  $CMC_4$ ,  $CMC_5$  y  $CMC_6$ , y 2) plantas cuya producción máxima es superior al nivel para el que son plantas de tamaño óptimo que son  $CMC_1$  y  $CMC_2$ .

En esta última categoría entran las plantas cuyos tamaños las ubican en la región donde la curva CML desciende más rápidamente, esto es, cuando se dan fuertes economías de escala. La causa

se origina en la tangencia de CMC con CML. Bajo estas condiciones es factible, a partir del nivel de producción para el que este tipo de plantas resulta óptimo, hacer uso más intensivo de las mismas.

La otra categoría no permite el uso más intensivo de una planta a partir de la producción que define su dimensionamiento óptimo. El Gráfico 2 nos indica que este tipo de característica puede hallarse cuando se dan deseconomías de escala (CML creciente), pero aun cuando existan economías (tramo decreciente de CML). Puede notarse, sin embargo, que en este caso las economías de escala son débiles.

Basándonos en estas características trabajaremos con dos casos distintos: el Caso A (categoría 2) y el Caso B (categoría 1).

#### CASO A:

En el Gráfico 5 se reproduce la relación entre CMgC y CMgL que caracteriza a las plantas ubicadas en la región de los costos donde se dan fuertes economías de escala.

Aplicando el método de análisis que hemos venido utilizando en las secciones anteriores para determinar las ventajas que existen entre las distintas alternativas se llegan a determinar los siguientes costos totales para cada una de ellas, cuando la decisión a tomar requiere adicionar la producción AB al actual nivel OA.

$$\begin{aligned} CT_i &= CTV_i = ODHB \\ CT_{ii} &= CTV_{ii(OA)} + CTF_{ii(AB)} + CTV_{ii(AB)} \\ &= ODTA + ATMB = ODTMB \\ CT_{iii} &= CTF_{iii} + CTV_{iii} = ORMB \end{aligned}$$

Comparando los costos totales de las Alternativas i) y ii) vemos que la primera significa menores costos en TMH. La comparación entre las Alternativas i) y iii) depende, en definitiva, de la relación que exista entre las superficies DRT y THN; en la medida que la segunda exceda a la primera convendrá la Alternativa iii). Caso contrario el curso de acción más ventajoso será adoptar la Alternativa i). Mientras mayor sea la ampliación que se necesita hacer, más factible resultará la conveniencia de la Alternativa iii).

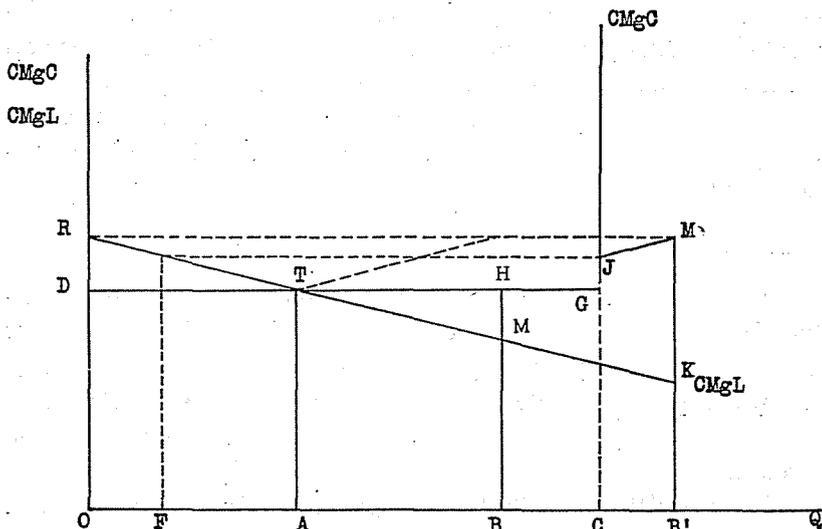


Gráfico 5

Cuando las ampliaciones requeridas superan la producción máxima de la planta existente (en el Gráfico 5 una ampliación hasta B', por ejemplo), la Alternativa i) deja de ser operativa, considerada en forma aislada; sin embargo, se puede combinar con la Alternativa ii) llevando a los siguientes costos totales, que se comparan con los de la Alternativa iii):

$$\begin{aligned}
 CT_{i-ii} &= CTV_i + CTF_{ii(CB')} + CTV_{ii(CB')} \\
 &= ODGC + CJM'B' = ODGJM'B' \\
 CT_{iii} &= ORKB'
 \end{aligned}$$

La elección entre ambas se puede hacer comparando directamente las superficies DRT y TGJM'K; la primera representa la economía de la Alternativa combinada sobre la Alternativa iii) para la producción OA y la segunda sus deseconomías. Es evidente que mientras mayor sea la ampliación necesaria de la capacidad, más conveniente resultará la Alternativa iii).

En resumen, cuando existen fuertes economías de escala es posible que se justifique usar más intensivamente la planta existente

cuando los aumentos en la producción que se requieren son relativamente reducidos y redimensionar la capacidad, retirando las plantas existentes, cuando los aumentos a alcanzar son de importancia.

Como vemos, bajo estas condiciones se trabaja sobre la "función de expansión", siendo insuficiente la aplicación del principio marginalista (4).

CASO B:

Para representar este caso nos referiremos únicamente a la situación cuando los CMgL son crecientes, por lo que las conclusiones que se ofrecen no pueden generalizarse como en el caso anterior. Nos preocupa únicamente presentar las características principales de este nuevo caso y brindar un método de análisis. Resultará sencillo extenderlo para cubrir otras condiciones de CMgL.

En el Gráfico 6 se ilustra la nueva situación: la curva CMgC corta la rama vertical de CMgC. En consecuencia, coinciden los niveles de producción máxima de la planta y dimensionamiento óptimo; ambos son OA.

Como la Alternativa i) no resulta factible bajo esta condición la selección se limita a las otras dos. Sus costos totales son:

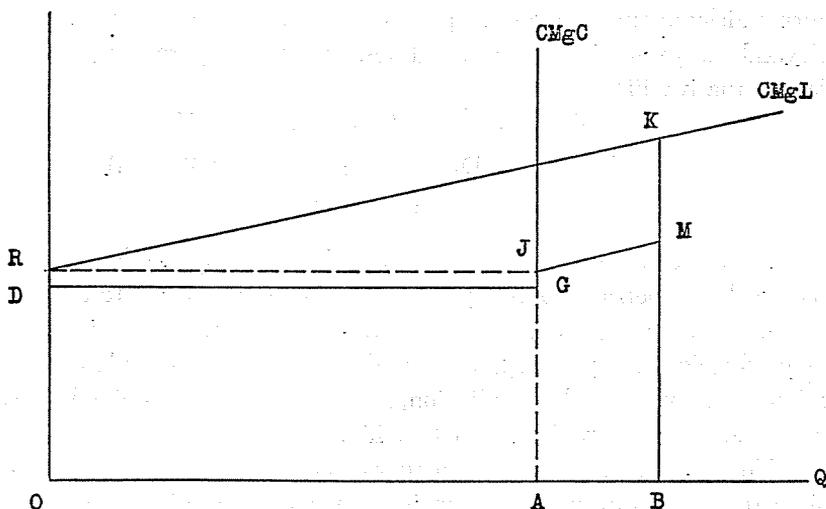


Gráfico 6

$$\begin{aligned} CT_{ii} &= CTV_{ii(OA)} + CTF_{ii(AB)} + CTV_{ii(AB)} \\ &= ODGA + AJMB = ODGJMB \end{aligned}$$

$$CT_{iii} = CTF_{iii} + CTV_{iii} = ORKB$$

La elección debe inclinarse a la Alternativa ii), cuyo costo es menor en el área DRKMJG que el de la Alternativa iii). Es evidente que ello se debe a la presencia de deseconomías de escala.

Si el primer tramo de la curva de CMgL fuese decreciente, estando el punto R del Gráfico desplazado hacia arriba las conclusiones no variarían fundamentalmente ya que el mayor costo total de la adición de capacidad AB se compensa con el mayor costo inicial del redimensionamiento con retiro.

En consecuencia, el caso que nos ocupa nos lleva a aceptar que no existiendo fuertes economías de escala, por lo general se justificará la Alternativa ii), esto es, adiciones sin retiro de las plantas existentes. Empíricamente este tipo de curso de acción parecería ser el más frecuente y justifica la aplicación del principio marginalista (4).

## 6. *Obsolescencia de la Planta*

En la producción de electricidad juegan un papel importante los factores tecnológicos y su consideración puede introducirse, sin mayores dificultades, en el contexto de nuestro análisis.

Las maquinarias y equipos usados en el servicio eléctrico se desgastan con el uso, lo que se refleja en mayores costos operativos a medida que envejecen. Simultáneamente, los avances tecnológicos se traducen en innovaciones que se incorporan a las nuevas maquinarias y equipos y que, por lo tanto, reducen los costos operativos de los servicios que los instalan.

El *desgaste*<sup>11</sup> de una planta elevará sus costos marginales. El análisis diagramático (Gráfico 7) presenta esta nueva situación como un desplazamiento de la curva CMgC a la posición D'G'.

<sup>11</sup> El lector notará que nos estamos refiriendo a un desgaste extraordinario o imprevisible, por oposición al que ocurre por el uso regular de los equipos.

La nueva ubicación de la curva puede significar que resulta conveniente reemplazar la planta por otra de idéntica capacidad, aun cuando la actual esté todavía en condiciones de seguir produciendo.

Usando los subíndices  $a$  para la planta existente y  $n$  para la planta a incorporar, tendremos las siguientes situaciones de costo total en cada caso:

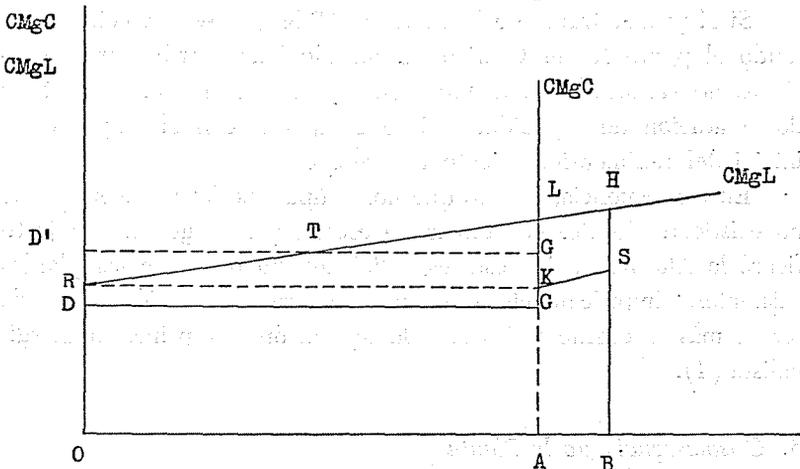


Gráfico 7

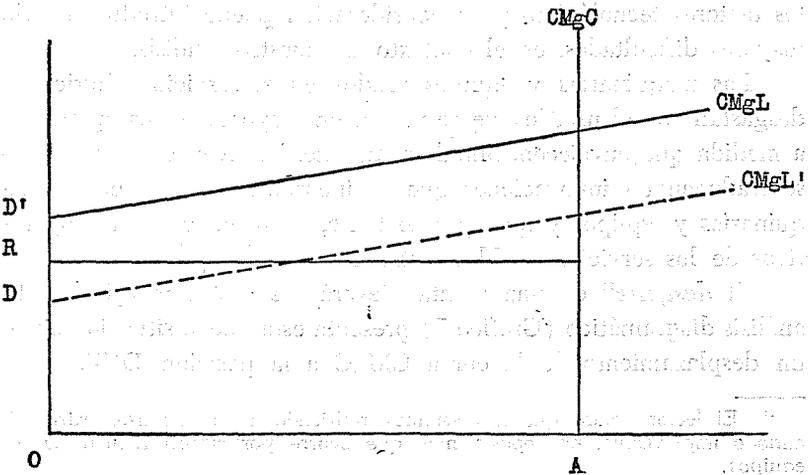


Gráfico 8

$$CT_a = CTV_a = OD'G'A$$

$$CT_n = CTF_n + CTV_n = DRLG + ODGA = ORLA$$

de manera que el reemplazo de la planta obsoleta se justifica económicamente, en tanto que la superficie  $RD'T > TLG'$ .

Cuando se consideran simultáneamente las posibilidades de reemplazar una planta obsoleta y ampliar su capacidad, nos enfrentamos a la necesidad de comparar las Alternativas ii) y iii). Sus costos totales:

$$\begin{aligned} CT_{ii} &= CTV_{ii(COA)} + CTF_{ii(CAB)} + CTV_{ii(CAB)} \\ &= OD'G'A + AKSB \end{aligned}$$

$$CT_{iii} = CTF_{iii} + CTV_{iii} = ORHB$$

En consecuencia, se justificará la Alternativa iii) que significa el retiro de la planta que ha perdido eficiencia, en tanto que se cumpla  $RD'T > (TLG' + KLHS)$  o sea que, con relación a la situación previa, aparece la superficie KLHS que también debe ser compensada por la planta nueva, para que ésta se justifique.

La posibilidad de introducir *innovaciones tecnológicas* reemplazando las plantas existentes por otras, se puede analizar usando la misma metodología. En este caso el desplazamiento que nos interesa se refleja en la curva CMGL como se ve en el Gráfico 8. De nuevo puede considerarse las alternativas de reemplazo sin ampliación de capacidad y reemplazo con ampliación.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] BROWN, F. H. S. y EDWARDS, R. S.: "The Replacement of Obsolescent Plant", *Economica*, Vol. 28, 1961, págs. 297-302.
- [2] BOITEUX, M.: "Peak Load Pricing", en J. R. NELSON, *Marginal Cost Pricing in Practice*, Prentice Hall Inc., New Jersey, 1964, págs. 59-89.
- [3] FELLNER, W.: "The Influence of Market Structure on Technological Progress", *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. LXV, 1951, págs. 556-77.
- [4] GIVOGRI, C. A.: "Aspectos Económicos de las Tarifas Eléctricas, Aplicación al caso de la Empresa Provincial de Energía de Córdoba", *Revista de Economía y Estadística*, I y II, 1968.
- [5] GIVOGRI, C. A.: "Estimación de Funciones de Costo de Generación de Electricidad", *Revista de Economía y Estadística*, I y II, 1969.
- [6] GIVOGRI, C. A.: "Sobre los conceptos económico y contable de los costos", *Ciencias Económicas* N° 4. Revista del Consejo Profesional de Ciencias Económicas de Córdoba.
- [7] HARBERGER, A.: *Marginal Cost Pricing and Social Investment Criteria for Electricity Undertakings*, Mimeo.
- [8] HIRSHLEIFER, Jack: "Peak Loads and Efficient Pricing: Comment", *The Quarterly Journal of Economics*, Agosto de 1958, págs. 451-462.
- [9] MASSE, P.: *Optimal Investment Decisions*, Prentice Hall, N. Jersey, 1962, especialmente capítulo 2, págs. 42-83.
- [10] MEEK, R.: "An Application of Marginal Cost Pricing: The Green Tariff in Theory and Practice", *Journal of Industrial Economics*, Noviembre 1963, págs. 217-236.
- [11] STEINER, P. O.: "Peak Loads and Efficient Pricing", *The Quarterly Journal of Economics*, Noviembre de 1957, págs. 585-610.
- [12] WALTERS, A. A.: "Production and Cost Functions: An Econometric Survey", *Econometrica*, Enero-Abril de 1963, págs. 1-67.
- [13] WESFIELD, Fred: "Practicing Marginal Cost Pricing - A Review", *Journal of Business of de University of Chicago*, Enero de 1966.
- [14] WILLIAMSON, O. E.: "Peak-load Pricing and Optimal Capacity under Indivisibility Constraints" *American Economic Review*, Vol. 56 (1966) págs. 810-27.