

Acerca de las economías de escala. Tamaño y localización de inversiones industriales

Dr. C. Manuel Castro Tato* y Dr. C. Fernando M. Portuondo Pichardo**

* Facultad de Economía, Universidad de La Habana

** Facultad de Ingeniería Industrial, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría

RESUMEN

Se analiza la importante relación entre los costos de inversión, de operación y de transporte de insumos y productos, con el tamaño y la localización de inversiones industriales. Se parte del estudio del concepto conocido como economía de escala. Se ofrecen algunas expresiones de cálculo fundamentales para la evaluación esencial de las variantes de tales inversiones.

Palabras clave: *economía de escalas, tamaño de las inversiones, ubicación de las inversiones*

ABSTRACT

The outstanding relationship among investment costs, operation costs, and transportation costs concerning capital goods and products, and industrial investment extent and location is discussed taking into account the well-known scale-economy concept. A number of fundamental calculus expressions to evaluate such investment variants are presented.

Key Words: *scale economy, investment extent, investment location*

INTRODUCCIÓN

Casi cualquier potencial cliente sabe que mientras más capacidad para conservar productos tenga el refrigerador doméstico, o más grande sea la pantalla del televisor que desea, mayor precio tendrá en el mercado. Otro tanto ocurre con los equipos industriales. Y, siendo una fábrica un conjunto de equipos debidamente diseñados y técnicamente ordenados para producir uno o varios productos, similarmente se comporta el costo de inversión en relación con el tamaño de un complejo industrial de una tecnología dada: a mayores dimensiones, mayor costo de inversión. Y aunque algunos pudieran pensar —y aun otros haber olvidado que no es así— que el costo de inversión se incrementa proporcionalmente con el tamaño, lo cierto es que a partir de un tamaño mínimo, y dentro de cierto intervalo razonable, el costo de inversión de cada unidad incremental de capacidad, cuesta menos. Por otra parte, al tener esto último en cuenta, a veces se pudiera pensar que una gigantesca industria sería la solución técnico económicamente más conveniente para producir toda la cantidad deseada de uno o varios determinados productos, pues por “cada vez más, se pagaría cada vez menos”. En tal caso, sin embargo, se estarían omitiendo de las consideraciones técnicas y económicas los costos implícitos en la transportación de los insumos hasta la localización de la “megafábrica”, y los implícitos en la distribución de sus productos hasta los sitios en que son necesarios.

En efecto, a las ventajas económicas que se pueden obtener construyendo e instalando fábricas de gran tamaño, pueden oponerse en algunos casos los costos en

que se puede incurrir principalmente por la transportación de las materias primas, insumos fundamentales y/o de la producción terminada o por cualquier otro factor importante. Todo ello indica que para lograr el aprovechamiento más eficaz de cada nueva inversión hay que tener en cuenta las ventajas económicas de la economía de escala y los factores de localización de las nuevas fábricas.

Este trabajo tiene como objetivo central analizar principalmente los efectos técnico-económicos y sociales que deben considerarse en la mayoría de los casos, cuando se estudia la posible ubicación general o macrolocalización de una fábrica en el territorio nacional, teniendo en cuenta el aprovechamiento de las economías de escala, unido a las diseconomías en que se puede incurrir si no se tienen en cuenta, se valoran y se evalúan los factores de localización, especialmente las diseconomías de transporte.

DESARROLLO

Las economías de escala

La relación técnico-económica de las economías de escala en las inversiones de la esfera productiva es el resultado de la disminución relativa del costo del capital por unidad de producción, en la medida en que se incrementa la capacidad de producción de los proyectos de inversión en la industria.

Esta relación técnico-económica es conocida desde mediados del siglo pasado; fue divulgada por R. Williams Jr. (1960:40-41), quien la denominó como “factor de las seis décimas” pues halló que en la industria química de los EE.UU., los costos de inversión de proyectos de inversión de igual tecnología variaban como la relación de sus capacidades elevada al exponente 0,6. Otros autores, entre ellos C. H. Chilton (1960:282-284) y la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI, 1994) también plantearon ese factor de disminución del costo unitario de la capacidad en la medida que se incrementaba el tamaño de la industria. En Cuba fue conocida un poco más tarde, a principios de la década de 1970 y publicada en la revista *Economía y Desarrollo* por M. Castro Tato y Fernández de Bulnes (1971); más tarde se publicó por F. Portuondo Pichardo (1990:566-570) en el libro *Economía de empresas industriales*, en el que ofrece una demostración de los fundamentos técnicos de la referida relación entre costos de inversión y capacidad.

Estos ahorros relativos de capital en la industria química también se presentan en las inversiones de otras ramas industriales como el cemento, el níquel, el azúcar, la metalurgia, la electricidad y en las hidroeléctricas, refinerías de petróleo y en las demás ramas industriales. Debido a que son tecnologías diferentes y pueden tener distintos niveles de desarrollo, el valor del exponente puede diferir del 0,6 referido; por lo general toma valores entre 0,4 y 0,9.

En la práctica, para conocer el costo aproximado de inversión de lo que constituye el llamado “límite de baterías”¹ de una nueva instalación industrial de la misma tecnología y tipos o clases de producción de las plantas de referencia —preferiblemente de las más recientes— se utiliza generalmente la expresión matemática que sigue:

¹ Del inglés *battery limits*. Se refiere a los componentes de la tecnología propiamente. Excluye las instalaciones o facilidades auxiliares, conocidas en inglés como *off-sites*.

$$\frac{I_1}{I_0} = \left(\frac{C_1}{C_0} \right)^\alpha \quad (1)$$

donde:

I_1 = El costo de inversión (*battery limits*) no conocido para una capacidad C_1 , con la tecnología de I_0 .

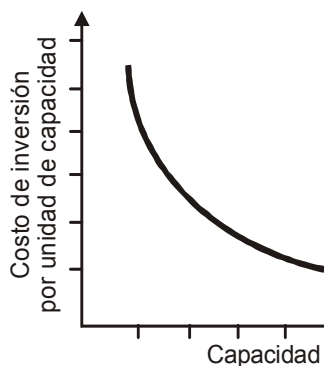
C_1 = La capacidad propuesta para la inversión I_1 .

I_0 = El costo de inversión real de la planta de capacidad C_0 .

C_0 = La capacidad de producción anual de la planta de referencia.

α = Es el exponente de economía de escala de la tecnología seleccionada.

En la figura se puede observar gráficamente el tipo de relación que en la práctica existe entre el costo de inversión por unidad de capacidad y la capacidad de los proyectos de inversión, es decir, los efectos de la economía de escala.



El término de la derecha de la expresión (1) es el denominado “factor de las seis décimas” o también “factor de Williams”, pues al despejar I_1 multiplicaría al valor de la inversión de referencia I_0 .

Los beneficios económicos que se obtienen por la disminución del costo de inversión por unidad de capacidad en la medida en que se incrementa la capacidad de producción se han ido identificando y explotando también en otras ramas productivas como la minería, las construcciones, pero quizás lo más notable se ha observado en los medios de transporte. Respecto a estos últimos, en poco más de medio siglo la capacidad de transportación se ha incrementado varias veces, por ejemplo, en los transportes de carga, los camiones en la actualidad pueden cargar decenas de toneladas, los aviones más de 300 pasajeros, los barcos, cientos de miles de toneladas.

El factor económico principal que ha influido en el diseño de nuevas tecnologías, construcción e instalación de nuevas industrias y equipos de transportación de gran capacidad y eficiencia, ha sido el gran ahorro relativo que se obtiene en los costos de producción, administración y ventas, en comparación a los que se tendrían en un mayor número de plantas o equipos para lograr la misma producción o servicio.

Esta tendencia a la instalación de industrias de gran tamaño en cierta medida ha sido aplicada en la localización de algunas en el territorio nacional. Quizás a veces puede no haberse tenido en cuenta suficientemente los demás factores importantes de localización.

Factores de localización de nuevas fábricas

Es sabido que hay varios factores: técnicos, económicos, políticos y sociales que influyen en mayor o menor medida en la ubicación de las futuras fábricas en Cuba.

La selección de la zona más ventajosa para ubicar una industria es una necesidad de primer orden por su importancia para el desarrollo económico, social y territorial, a mediano y largo plazo.

Un ejemplo elocuente de la poca perspectiva de desarrollo integral a largo plazo que se tenía en Cuba antes del triunfo de la Revolución el 1ro. de Enero de 1959, se

constata fundamentalmente en la capital, donde se producía alrededor del 70 % de la producción industrial del país, mientras que solo contaba con el 22 % de la población. Se manifestaba elevada concentración territorial de la producción. En la actualidad, habiéndose analizado cuidadosamente la necesaria distribución territorial, se han incrementado los centros productivos en otras regiones del territorio nacional. De esa manera se redujo la anterior proporción a alrededor del 30 %.

Lo referido tiene en cuenta la importancia política, económica y social que para todo el pueblo representa la localización óptima de las nuevas industrias, por su gran incidencia en el desarrollo proporcional de todo el país, especialmente por el ahorro que se puede obtener en las transportaciones y por la elevación del nivel de vida de la población en todos los órdenes.

Las mejores experiencias prácticas en las últimas décadas muestran también que decidir la localización de las nuevas fábricas es un problema técnico, económico, político y social, así como estratégico para algunos tipos de industria. Un ejemplo práctico actual es el desarrollo de la generación eléctrica distribuida, que se está llevando a cabo en el marco de la Revolución Energética.²

Grandes ventajas económicas se obtienen cuando se aprovechan las economías de escala y los llamados factores de localización. Entre esos posibles ahorros se destacan, por su magnitud, los gastos de transportación de las materias primas básicas. Al respecto son un ejemplo clásico las tres plantas de níquel en el norte de la región oriental, localizadas cerca de los yacimientos de la materia prima para cada instalación. Téngase en cuenta que para obtener una tonelada de níquel más cobalto (Ni+Co) se requiere transportar de 70 a 90 t de mineral.

Similarmente, el ahorro en la transportación de los productos terminados a las zonas de su demanda es otro factor importante. La ya mencionada generación eléctrica distribuida es un ejemplo de tener en cuenta este factor, al reducirse las pérdidas en la distribución.

La participación y el análisis de todos los factores de localización así como considerar la economía de escala deberán permitir que cada localización de una nueva industria sea siempre el resultado de un análisis integral de todos los factores, con el fin de poder minimizar lo más posible los costos de producción y transportación.

Un criterio de selección

Un criterio de selección de la combinación óptima entre tamaño de la instalación (que implica la consideración de la economía de escala) y los demás factores de localización,³ es el de lograr un mínimo de la suma de costo total de producción y de

² **Revolución Energética.** Plan integrador de ahorro energético establecido por el gobierno de Cuba. Consiste en la sustitución de tecnologías para optimizar la generación y distribución de electricidad; incremento del uso del gas acompañante del petróleo nacional; investigación y desarrollo de fuentes renovables y no contaminantes (fundamentalmente eólica y solar); cambio de equipos y alumbrado en los sectores estatal y doméstico por otros ahorradores, además de la estimulación de la conciencia y la cultura económica y energética en la población.

³ De esos factores de localización se excluyen los atinentes a la creación de infraestructura, por lo general no imputables sólo a la instalación industrial, sino también al desarrollo del territorio de localización de la misma.

transportación de las materias primas, los insumos y productos, como se muestra en la expresión siguiente.

$$C_i + \sum T_{ij} + \sum T_{ik} \quad (2)$$

donde:

i = Variante de localización que se analiza.

C_i = Costo total de producción promedio anual de cada variante "i" de localización.

T_{ij} = Costos totales de transportación promedio anual hasta la zona "i" de localización que se analiza, de las materias primas e insumos fundamentales desde sus fuentes "j".

T_{ik} = Costos totales de transportación promedio anual de la producción terminada desde la zona "i" de localización que se analiza, a las diversas zonas de consumo "k".

Desde luego, la aplicación de la expresión (2) no excluye en lo absoluto la consideración de los demás criterios conocidos para la evaluación de proyectos de inversión, que no son objeto de tratamiento en este trabajo.

Consideraciones generales

Las mejores experiencias prácticas en la economía cubana aconsejan que para aprovechar al máximo las economías de escala en las futuras inversiones o proyectos industriales, es necesario no solo tener en cuenta el tamaño óptimo sino también haber determinado la zona de localización óptima para la economía del país, para minimizar los gastos de transportación de las materias primas e insumos y los de distribución de productos, así como tener en cuenta otros factores políticos, sociales y los estratégicos.

En varias experiencias prácticas en Cuba y en otros países se aprecia que el aprovechamiento de las economías de escala se ha generalizado no solo en las ramas industriales, sino también en la minería, en el transporte aéreo, marítimo y terrestre, en la construcción, no solo por la disminución del costo unitario de capital por el incremento de la capacidad, sino fundamentalmente por el ahorro adicional que se obtiene en los costos de producción; porque no crecen en la misma escala los de administración, los gastos de personal, ni los de ventas, que tienden a comportarse como fijos o semifijos.

No obstante esas ventajas que ofrecen las economías de escala, no deben ignorarse los demás factores implícitos en la localización de proyectos industriales, por lo que se sugiere y/o rememora la conveniencia de aplicar un criterio de selección que procure conjugar todos los costos atinentes a cada localización, que resulten directamente imputables al proyecto.

REFERENCIAS

CASTRO, M. y C. FERNÁNDEZ: "Las economías de escala", *Economía y Desarrollo*, La Habana, (6, abril-junio), 1971.

CHILTON, H.: "Six Tenths Factor Applies to Complete Plant Costs", *Cost Engineering in the Process Industries*, Ed. McGraw-Hill Book Company, New York, 1960.

ONUUDI: *Manual para la preparación de estudios de viabilidad industrial*, Ed. ONUUDI, Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial, Viena, 1994.

PORTUONDO, F.: *Economía de empresas industriales*, primera reimpresión, vol. 2, Ed. Pueblo y Educación, La Habana, 1990.

WILLIAMS Jr., R.: "Six Tenths Factor Aids in Approximating Costs", en *Cost Engineering in the Process Industries*, McGraw-Hill Book Company, New York, 1960.

BIBLIOGRAFÍA

CASTRO, M.: "Los gastos reducidos mínimos como criterio de eficiencia económica de la evaluación de inversiones", *Economía y Desarrollo*, La Habana, (96, enero-febrero), 1987.

CASTRO, M. y G. RODRÍGUEZ: *La evaluación de proyectos industriales*, Ed. Universidad de La Habana, Cuba, 1988.

ONU: *Industrialización y productividad*, Boletín No. 10, Ed. ONU, Organización de las Naciones Unidas, Nueva York, 1987.