



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

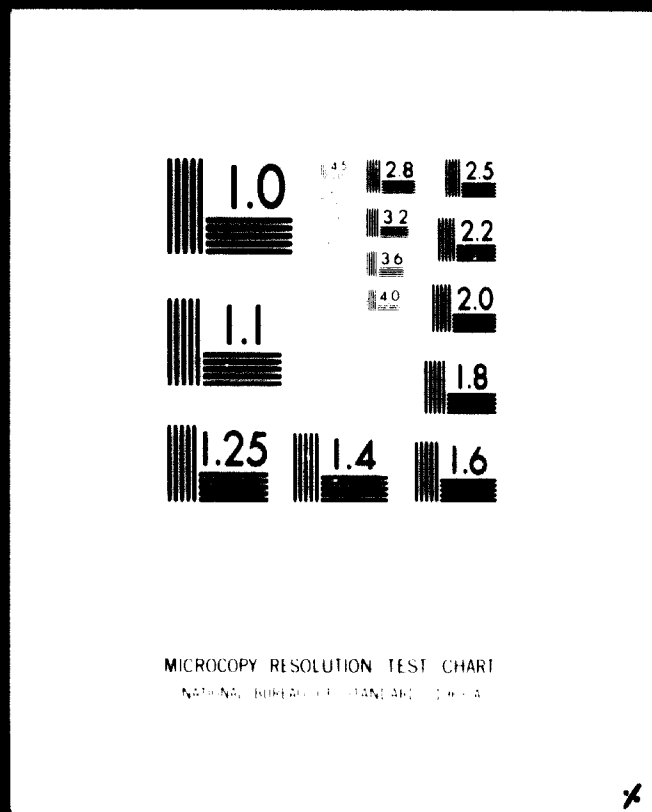
Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

1 OF 1
04691



24x
D



04691



Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

Distr. LIMITADA

ID/WG.202/12
9 junio 1975

Original: ESPAÑOL

Curso práctico de capacitación sobre preparación
y evaluación de proyectos industriales

Buenos Aires (Argentina), 3 - 22 abril 1975

**SELECCION DE PROCESO, TAMAÑO Y LOCALIZACION EN
PROYECTOS INDUSTRIALES^{1/}**

por

Alfonso Muñoz Cabrera[■]

00155

[■] Consultor de la ONUDI.

^{1/} Las opiniones que el consultor expresa en este documento no reflejan necesariamente las de la secretaría de la ONUDI. El presente documento no ha pasado por los servicios de edición de la secretaría de la ONUDI.

id.75-6075

Los aspectos que se tratarán en este documento sobre la selección del proceso de fabricación, el tamaño del proyecto o capacidad de producción y la localización, constituyen lo que generalmente se conoce como la ingeniería y tecnología del proyecto. Todos ellos requieren para la ubicación de soluciones óptimas en casos específicos, el auxilio de ingeniería especializada que se correlacione con las definiciones y estimaciones económicas (demanda, precio, producción, disponibilidad de recursos naturales y de inversión, nivel de industrialización, factores de economía externa, capacidad empresarial, calidad y disponibilidad de mano de obra, capacidad técnica, etc.) que los economistas del proyecto hayan establecido como conclusiones de sus análisis.

La ingeniería del proyecto y la elección de la tecnología, si bien son aspectos muy especializados en la preparación del proyecto, ya que no están sujetos a un patrón común sino que por su naturaleza varían de acuerdo a la naturaleza, usos y aplicaciones del producto que se vaya a fabricar, no pueden desarrollarse y elegirse independientemente de los aspectos económicos que comprende el proyecto, puesto que éste supone la aplicación de recursos: materiales, técnicos y financieros para lograr una realización económica que, por una parte, satisfaga las necesidades de consumidores y usuarios a precios y calidades apropiadas y, por otra, remunere conscientemente a sus ejecutores. De allí que la elección del diseño, tamaño y localización del proyecto como la tecnología o proceso de producción, tendrán que estar estrechamente vinculados a las alternativas de viabilidad que planteen los parámetros económicos y la estrategia y política industrial del país. Tal es la relación de los aspectos técnicos y económicos, que entre ellos existe una mutua subordinación, vale decir, las exigencias técnicas dan lugar a ajustes en las estimaciones económicas como, a la vez, ciertas limitantes económicas inciden en adecuaciones técnicas hasta donde ellas son posibles en consi-

deración a factores tales como: eficiencia técnica, eficiencia financiera, divisibilidad del proceso, característica de flexibilidad de la maquinaria y equipo, etc., por estas y otras argumentaciones que podrían darse, a esta parte de la elaboración del proyecto se denomina estudio tecno-económico.

Debe advertirse que no es posible, por la complejidad y especialidad del estudio de selección de proceso, tamaño y localización, establecer reglas formales y homogéneas para esta parte de la preparación de un proyecto industrial, sin embargo es de mucha utilidad sistematizar la forma de llevar adelante el estudio y señalar los elementos más relevantes que deben tenerse presente y examinarse con detención antes de decidir la ingeniería y tecnología del proyecto.

1.- Selección de Proceso

La selección del proceso o forma de producir es una actividad dentro de la preparación del proyecto que se plantea una vez que se haya decidido qué bienes se van a producir y en qué cantidad. La forma de producir puede variar desde la manera más simple que permita la elaboración del producto hasta un proceso altamente tecnificado, automatizado y complejo. El sistema de producción y sus formas de operación constituyen la tecnología de producción.

El concepto de tecnología es difícil de definir con precisión, sin embargo sí podemos indicar cuáles son sus características y lo que comprende. Es un concepto universalista que indica un conjunto o sistema de conocimientos científicos y de técnicas, coordinados entre sí, que definen un procedimiento para la transformación de elementos básicos e intermedios, con el auxilio de instrumentos físicos, químicos, mecánicos o de otra naturaleza. El documento Pautas para la Adquisición de Tecnología⁽¹⁾ utiliza el siguiente concepto: "se entenderá por tecnología o know-how la suma de los conocimientos, la experiencia y las aptitudes profesionales (maestría) necesarios para fabricar uno o más productos y para establecer una empresa con ese fin." Ambos conceptos aquí expuestos están orientados hacia

(1) Pautas para la Adquisición de Tecnología Extranjera por los Países en Desarrollo. UNIDO, Naciones Unidas, 5.73.II.B.1, Nueva York, 1973

la tecnología industrial, que es una de las muchas formas de tecnología. Con el propósito de redondear una idea sobre tecnología, podríamos decir que es la conjunción de la ciencia y las formas o medios de aplicación, en otros términos, es la interrelación del conocimiento científico con las aplicaciones o técnicas, que puede dar lugar a variadas formas de procedimientos para alcanzar un mismo objetivo, cada una con diferentes grados de eficiencia, costo y aprovechamiento de los recursos.

La elección de la forma de producir o selección del proceso, es, pues, la elección de tecnología que se empleará en el proyecto. Esta tecnología para todo el proceso productivo es de carácter compuesto, esto es, incluye las diferentes tecnologías específicas que se requieren, desde la selección de las materias primas, diseño de planta y producto, elección de equipo y maquinaria, etapas del proceso de fabricación, envase, almacenamiento y conservación, climatización de recintos, ventas, transporte, mantenimiento, capacitación, etc. Con todo, los aspectos tecnológicos que tienen mayor peso son: el proceso de producción y los instrumentos de producción (maquinaria y equipo) ambos íntimamente correlacionados.

Ya apuntamos que para la fabricación de un producto o de productos homogéneos podemos seleccionar procesos con diferentes niveles tecnológicos. El problema surge, precisamente, en la elección del nivel tecnológico del proceso, en cómo hacer un balance adecuado de las exigencias tecnológicas con los otros factores de producción: inversión, mano de obra, insumos, mercado a que esté principalmente orientado el proyecto; si es para el mercado nacional para qué estratos de consumidores; si se trata de sustituir importaciones, éstas provienen de países altamente industrializados o de países con industrialización intermedia; si las producciones estarán destinadas preferentemente a la exportación, ellas se dirigirán a países que por convenios de comercio o acuerdos regionales gozan de preferencias arancelarias o habrá que competir abiertamente en el mercado externo; qué grado de desarrollo general tiene la tecnolo-

gía empleada por la industria local en relación con el grado de desarrollo industrial del país; cuál es la política del gobierno en relación con la adopción de tecnologías avanzadas de producción, la intensidad de la inversión y la ocupación; cuál es el patrón tecnológico de industrias similares o afines existentes en los países de la región o subregión que se hayan instalado en los últimos años; qué grado de sensibilidad se ha operado en el pasado, en los costos de producción del producto, a los efectos de cambios tecnológicos; etc. Estas y otras interrogantes son las que tendrán que plantearse los proyectistas en la búsqueda de una tecnología adecuada para el proceso de producción que se seleccione.

En la selección del proceso deberá tenerse presente, como en las otras etapas del estudio tecno-económico del proyecto, que los elementos condicionantes de la factibilidad y a la vez argumentos que deciden la ejecución son: producir bienes que satisfagan con éxito las necesidades y gusto de los consumidores; que el precio sea el que el consumidor estaría dispuesto a pagar; y, que la realización de la producción deje excedentes que retribuyan convenientemente al capital empleado.

Los hechos anteriormente señalados llevan a examinar algunas correlaciones que sirven para evaluar alternativas tecnológicas de producción: tecnología-inversión; tecnología-empleo; tecnología-costos de producción.

En los países en desarrollo, con excedentes de mano de obra no calificada, es preocupación preferente de los gobiernos promover actividades altamente generadoras de empleo. A la vez, es característico en dichos países la debilidad del ahorro para la inversión, tanto nacional como externo. Estas circunstancias, desempleo y escasez de recursos para la inversión, plantea un dilema difícil de resolver con eficacia, que incide en la elección de tecnología para actividades industriales nuevas. Si se adoptan soluciones con tecnologías avanzadas ello implica una más alta inversión por empleo generado y menores oportu-

nidades de solucionar en parte la desocupación; si, por el contrario, se prefieren soluciones más mano de obra intensivas con menor inversión, ello significará bajar el nivel tecnológico de la unidad productiva, alentar el consumo y contraer el ahorro, lo que, en términos finales, estaría contrariando objetivos básicos del desarrollo industrial tales como: racionalización y tecnificación de las actividades manufactureras, modificación de la estructura productiva, de las simplemente tradicionales productoras de bienes de consumo a producciones intermedias y de capital con tecnologías y procesos más complejos; elevación de la productividad del capital y del trabajo, etc.

Esta disyuntiva vista desde el lado de la rentabilidad financiera del proyecto, vale decir, del simple interés de la empresa, no tendría dificultades mayores la elección tecnológica del proceso de producción, toda vez que para la empresa el principal motivo que la alienta a decidir una inversión es lograr de ella la más alta tasa de rendimiento, sin detenerse mayormente a considerar los efectos sociales, rentabilidad nacional del proyecto. Sin embargo no siempre la solución tecnológica con más alta eficiencia de ingeniería resulta ser la que envuelva la más alta eficiencia financiera; y, vice-versa, la solución con mayor eficiencia financiera puede tener menor eficiencia de ingeniería. A fin de aclarar este aspecto recurramos a un ejemplo:

Caso A.-

Para alcanzar una misma producción se tienen dos alternativas con empleo de máquinas de diferente eficiencia. Una tiene un costo inicial de 10.000 dólares y un costo promedio anual de financiamiento de por mano de obra, consumos y mantenimiento de 6.000 dólares anuales durante una vida útil de 8 años; y un valor de recuperación al final de 2.000 dólares. La otra, con la misma capacidad de producción, su costo inicial es de 15.000 dólares y su gasto de operación anual 5.000 dólares, con una vida útil igual a la anterior y valor de recuperación

de 3.000 dólares. Veamos la eficiencia de ingeniería y financiera de las dos alternativas:

<u>AÑO</u>	<u>SOLUCION I</u> <u>DESEMBOLSO</u>	<u>SOLUCION II</u> <u>DESEMBOLSO</u>
0 Inversión Inicial	10.000	15.000
1 Gasto Operación	6.000	5.000
2 " "	6.000	5.000
3 " "	6.000	5.000
4 " "	6.000	5.000
5 " "	6.000	5.000
6 " "	6.000	5.000
7 " "	6.000	5.000
8 " "	6.000	5.000
Total Desembolso	58.000	55.000
Valor de Recuperación	2.000	3.000
Costo Real	56.000	52.000

La solución II se ve que tiene mejor eficiencia de ingeniería ya que con un mismo rendimiento su gasto de operación promedio anual durante su vida útil es menor que el de la solución I.- A la vez, es de suponer que el mayor costo inicial de la solución II constituye una mejor eficiencia tecnológica del equipo de producción.

En cuanto a la eficiencia financiera, o sea, el costo real por una misma cantidad de trabajo, la solución II también es más ventajosa: tiene un menor costo de operación y un más alto valor de recuperación. En este caso la solución II resulta tener una eficiencia de ingeniería y financiera respecto de la solución I superior en 20.0% y 7.7% respectivamente.

Caso B.-

Supongamos, como en el caso anterior, que el costo inicial de

la maquinaria para la solución I sea 10.000 dólares y 20.000 para la II; y los valores de recuperación al término de la vida útil sean iguales a las soluciones I y II. Sin embargo, los gastos de operación tengan valores promedios anuales de 6.000 dólares para la primera y 5.500 para la segunda. La vida útil de ambas sea de 8 años.

Los costos reales de la operación de las dos soluciones, después de descontar los valores recuperados en el final de su vida útil, sería de 56 mil dólares para la I y de 61 mil para la segunda.

La primera solución tendría una mejor eficiencia financiera, de 9.1% respecto de la segunda; en cambio la segunda contaría a su favor una más alta eficiencia de ingeniería en 8.9%.

Los resultados del análisis anterior, basado en precios de mercado, podrían ser diferentes si aplicaran precios de cuenta para medir el rendimiento social de las soluciones, esto es, ajustando los precios de mercado con factores de ponderación derivados de los parámetros nacionales de valor definido por el organismo central de planificación económica.

En cuanto a la alternativa tecnología-coste de producción es un aspecto que tiene que centralizar. más que cualquiera de las otras dos expuestas, la atención de los economistas e ingenieros especializados que intervengan en la preparación del proyecto industrial, ya que siendo uno de los principales objetivos del proyecto llegar a producir bienes a precios iguales o inferiores a los que produce la competencia o a los precios CIF de los importados que se vayan a sustituir, los costos de producción juegan un rol de primerísima importancia y tienen una relación estrecha en la tecnología del proceso de fabricación, los insumos, la calidad de la mano de obra, la inversión necesaria y los efectos en la balanza de pagos.

Refiriéndose a la evaluación de alternativas tecnológicas-costos unitarios, el profesor Héctor Lora Valderama, en su obra Planificación del Desarrollo Industrial, presenta un caso ilustrativo muy interesante que transcribiremos:

"En todo caso, desentados los planteamientos sobre objetivos y estrategias generales, los antecedentes básicos requeridos son aquellos que permiten evaluar o precisar las ventajas y desventajas, absolutas y relativas, de las diferentes alternativas. Al menos, esos antecedentes deben comprender la estructura y la cuantía de los insumos por unidad de producción, así como la cuantía y la calidad de la mano de obra y del capital necesario. Son relevantes, además, los precios de mercado y su composición, tanto de los productos como de los insumos y recursos.- Por otra parte, debe medirse cuando menos el valor de la producción, el valor agregado y los efectos sobre la balanza de pagos."

El caso ilustrativo de alternativas tecnológicas para una fábrica textilera integrada de Brasil, con 21.100 husos en la hilandería y 450 telares en la sección tejido, equipo en su mayoría anticuado, se propusieron para mejorar sus costos de producción de tejidos de algodón las siguientes alternativas: A) aumento de la eficiencia y de la productividad sin modificación apreciable de la maquinaria; B) modernización del equipo en forma económica, esto es, con maquinaria mejor que la existente, pero no la más moderna disponible, en forma progresiva; y C) modernización por sustitución total del equipo existente por máquinas del más alto grado de automatización y rendimiento disponible en el mercado internacional.

La medición de las alternativas referidas a resultados en costos unitarios parciales se adelantó de la aplicación de la siguiente ecuación:

$$C_i = a \cdot P_a + \lambda P_\lambda + K \cdot P_k$$

en que:

- C_i = Costo parcial por metro de tejido
- a = Insumo principal: gramos de algodón/metro de tejido
- λ = Horas hombre/metro de tejido
- K = Cruceiros/metro de tejido

- P_a = Cruceiros/gramo de algodón
 P = Cruceiros/hora-hombre
 P_k = Tasa de amortización lineal en 10 años

Los costos unitarios por metro de tejido para las tres alternativas fue:

Componentes del Costo	Situación Actual	Alternativas		
		A	B	C
Algodón	17.92	17.92	16.80	16.80
Mano de Obra	14.83	10.99	4.95	2.75
Capital (Maquinaria)	<u>2.81</u>	<u>2.10</u>	<u>5.34</u>	<u>8.00</u>
Costo Unitario Parcial (1)	35.56	31.01	27.09	27.55

(1) Valores en cruceiros

Aunque el análisis de comparación anterior comprende los principales factores del costo unitario, sin embargo explicita suficientemente algunos hechos: i) una más alta tecnificación de los elementos de producción originan un mejor aprovechamiento de la materia prima, hasta un punto más allá del cual las mejoras tecnológicas adicionales no se traducen en economía de materia prima; ii) los beneficios de la tecnificación en el rubro de mano de obra tienen una significativa y progresiva reducción; y iii) el costo de capital en maquinaria, si bien se incrementa con los cambios tecnológicos, dicho incremento es mucho menor que los beneficios conseguidos por economías en mano de obra y materias primas; y, finalmente, iv) se observa que la más alta eficiencia de ingeniería no tiene una menor eficiencia financiera. La alternativa B con una tecnología intermedia resultaba ser la solución más conveniente desde el punto de vista comercial.

Antes de cerrar las observaciones sobre la selección del proceso de fabricación, deseamos resaltar que esta es una mate-

ria de ingeniería muy especializada de la cual tendrán que auxiliarse los proyectistas. Como decíamos en un principio no se trata de seleccionar una tecnología que vaya usarse en el proyecto, sino de diferentes tecnologías que componen el proceso en su conjunto y, de allí que habláramos de una tecnología compuesta, en la que intervendrán la especialidad y experiencia en cada aspecto, conciliándose las alternativas particulares en una alternativa global.

Una vez seleccionado el proceso de producción, habrá que especificar los equipos requeridos en un balance coincidente con la capacidad de producción proyectada, o sea, con el tamaño del proyecto, teniendo en consideración la flexibilidad necesaria en la producción. Esto último se refiere a que en la dotación de maquinaria y elementos de producción se procure que la capacidad esté distribuida en varias unidades en que cada una pueda atender un porcentaje de ella. Es recomendable, hasta donde sea posible, que esta división sea un tercio del total, perfectamente balanceada en la misma forma en las diferentes secciones de la fábrica, lo que brindaría una conveniente flexibilidad de acuerdo a las fluctuaciones de la demanda.

La planeación física del proyecto, esto es, el diseño de los edificios de producción, almacenamiento, administración, de servicios auxiliares y obras de ingeniería complementaria, en lo posible habrá que proyectarlos de acuerdo a los espacios requeridos por el diagrama de distribución de maquinaria y equipo en la planta y los estudios de movimientos del proceso de fabricación. También es conveniente hacer provisiones de terreno y de disposición de los edificios con vistas a posibles expansiones futuras.

2.- Tamaño y Localización del Proyecto

El tamaño del proyecto es una consecuencia del resultado de los análisis de carácter técnico y económico que se han realizado para definir el proyecto. El balance de la oferta y la de-

manda actual y prevista del bien que se va a fabricar; la composición de la oferta; la capacidad productiva disponible no utilizada; las iniciativas existentes de expansión de las unidades productoras existentes; la zonificación del mercado; el grado de obsolescencia y el nivel tecnológico de los establecimientos que producen el bien, son factores que correlacionados determinarán el margen de mercado disponible en el cual podrá intervenir el proyecto en estudio.

Ahora bien, conocido el mercado que puede aprovecharse, entran a jugar otras variables internas del proyecto tales como: el tamaño económico mínimo que requiere el proyecto y su relación con el mercado aprovechable; el tamaño y la capacidad de financiamiento; el tamaño y la localización; el tamaño y la seguridad de disponer de materias primas y otros insumos; el tamaño y los costos unitarios; tamaño y rentabilidad; y otros.

La elección de la localización tiene como patrón de orientación ubicar un emplazamiento que ofrezca las mayores ventajas para el logro de la más alta rentabilidad y el menor costo unitario. Los factores de mayor fuerza en la determinación de una localización óptima son: costos de transporte; proximidad a los recursos primarios que se emplearán; presencia de factores de economía externa industrial tales como carreteras, agua, servicios de desagüe, energía eléctrica, comunicaciones, vivienda accesible, servicios de mantenimiento, bancarios, etc.; apoyo e incentivos locales, como costos relativos, ventajas de terrenos, mano de obra, autorizaciones y reglamentaciones, tributación, etc.

Estas materias, tamaño y localización han sido muy bien expuestas en el Manual de Proyectos de Desarrollo Económico, preparado por CEPAL, por lo que transcribiremos la parte correspondiente.

- Tamaño y Mercado

El elemento de juicio más importante para determinar el tamaño del proyecto es generalmente la cuantía de la demanda

que ha de atenderse. Se reconocieron ya tres situaciones básicas, según que la cuantía de la demanda no presente limitaciones prácticas en cuanto a escala de producción, que sea tan pequeña que no alcance a justificar el tamaño mínimo o que sea del mismo orden de magnitud que el tamaño mínimo posible. De acuerdo con este esquema, el estudio de mercado estará estrechamente relacionado con el del tamaño en el tercer caso; la cuantía de la demanda, en cambio en el primero no es factor limitativo y en el segundo lo es decisivamente haciendo imposible el proyecto.

El planteamiento anterior contribuye a delimitar el problema, pero esto se hará más complicado al considerar las variaciones de la demanda en función del ingreso, de los precios, de los factores demográficos, de los cambios en la distribución geográfica del mercado y de la influencia del tamaño en los costes.

a) Dinamismo de la demanda

Cada industria tiene una curva característica de costes de producción en función del tamaño. Conjugando estas curvas de costes con las curvas de variación de la demanda en función de uno o más de los factores que se acaban de mencionar, sería posible en muchos casos demostrar la conveniencia de instalar tamaños mayores que los que corresponden a la demanda actual. Si se trata del precio, el tamaño mayor se podría justificar, por ejemplo, porque los menores costes permitirían vender a menores precios, lo que a su vez - en virtud de una elevada elasticidad-precio - incrementaría la demanda. Considerando el futuro crecimiento de la demanda, se podría justificar montar "ahora" una instalación con capacidad excesiva, aun cuando funcionara con mayores costes por algunos años, debido a que las menores utilidades - y aun las pérdidas mismas de los años iniciales - podrían más que compensarse en los años siguientes por el menor costo resultante de la mayor escala de producción. Es evidente que sólo se justificará

considerar tal alternativa si se trata de una industria difícilmente divisible en unidades parciales de producción de pequeña capacidad cada una. Si no fuera así, convendría ir agregando nuevas unidades paralelamente al crecimiento de la demanda, sin tener necesidad de mantener capacidad ociosa durante algunos años.

Por otra parte también debe tenerse presente que para un tamaño dado de planta, los costos unitarios serán decrecientes a medida que se utilice un mayor porcentaje de la capacidad instalada.

En resumen, hay dos tipos de curvas de costos en función de las cantidades producidas. En uno de ellos se representan los costos unitarios de una serie de plantas de diverso tamaño, funcionando cada una a 100 por ciento de capacidad; en el otro se representan los costos unitarios que resultan cuando una planta de tamaño dado se opera a diferentes porcentajes de aprovechamiento de su capacidad.

Ahora bien, dadas una cierta demanda actual y una estimación sobre el crecimiento de esta demanda, se puede orientar el estudio del tamaño más conveniente mediante el análisis combinado de las curvas de demanda y curvas de costos unitarios en función del tamaño. El tamaño de planta adecuado será el que conduzca al mínimo costo unitario, para atender la demanda actual, a la vez que tenga capacidad disponible para atender la futura demanda.

b) Distribución geográfica del mercado

La forma en que se encuentra geográficamente repartida la demanda puede ser un factor de mucha importancia en la decisión sobre el tamaño y la localización de la fábrica. Así, se puede presentar el caso de que una misma demanda se pueda satisfacer instalando: a) una sola fábrica para todo el mercado geográfico; b) una central para la mayor parte del territorio y fábricas satélites menores en otros lugares, y c) varias fábricas aproximadamente del mismo tamaño

y situadas en lugares distintos.

Influyen en esto, junto con los elementos de juicio relativos al tamaño, los inherentes a la localización.

Es importante advertir que, al considerar las fuerzas locacionales, debe analizarse la escala en función del costo de entrega en los puntos de distribución.

- **Tamaño, técnica e inversiones**

En relación con el aspecto técnico, ya se ha dicho que hay ciertos procesos o ciertas técnicas de producción que exigen una escala mínima para ser aplicables, y que por debajo de ciertos mínimos de producción los costos serían tan elevados que las posibilidades de operar quedarían de hecho fuera de consideración. Tal es el caso de las formas automáticas de producción, aplicables sólo a cierta escala mínima, y las de muchos procesos industriales. Los proveedores de equipo sólo ofrecen ciertos tamaños a los cuales hay que adaptar la solución, y ello establece límites a los que es imperativo atenerse en la práctica.

Las relaciones entre tamaño y técnica influirán a su vez en las relaciones entre el tamaño, la inversión y el costo de producción. En efecto, dentro de ciertos límites, la operación a mayor escala se traduce en general en menor costo de inversión por unidad de capacidad instalada y en mayor rendimiento por hombre ocupado y por otros insumos. Ello contribuye no sólo a disminuir los costos de producción y a aumentar las utilidades, sino también a elevar la rentabilidad por el doble motivo de que disminuye la inversión al tiempo que se incrementan las utilidades.

- **Tamaño y localización**

Se estableció antes que las relaciones fundamentales entre tamaño y localización surgen por una parte de la distribución geográfica del mercado y por otra de la influencia que la localización tiene en los costos de producción y

distribución y en los coeficientes de evaluación. Las economías de escala harán que se tienda a instalar un mayor tamaño de planta, abarcando para ello la mayor área geográfica de mercado posible, sin embargo, el ampliar el área a servir crecerán los costos de entrega del producto en el lugar de uso, debido al mayor costo de transporte, y se llegará a un punto en que este último anule las ventajas de la mayor escala de producción.

Conviene insistir en que las distintas alternativas en cuanto a costo se deben referir al costo previsible en los puntos de distribución y no al costo de producción en fábrica. La influencia de la localización en los costos se aborda con cierto detalle después, por lo que aquí sólo se ilustrarán algunos casos de limitaciones que la localización impone al tamaño.

Si se trata de escoger, por ejemplo, la localización para una fábrica elaboradora de leche, el potencial productivo de la zona lechera abastecedora establecerá un límite práctico al tamaño más grande que se puede establecer. A su vez, los límites de la zona con respecto a la fábrica estarán determinados por los costos de transporte de la leche desde las fincas a la fábrica. Pero, dados los costos de transporte y los precios de la leche, la capacidad de la zona para abastecer una planta lechera queda determinada y con ello el tamaño máximo de la propia industria. Una situación semejante se presenta en el caso de las centrales azucareras que elaboran caña o remolacha, así como en las industrias de celulosa y papel que usan madera y, en general, en todas aquellas que dependen de materias primas que no son transportables a largas distancias por ser perecederas, demasiado voluminosas o pesadas, o debido a otras razones.

- Tamaño y financiamiento

Si los recursos financieros son insuficientes para satisfacer las necesidades de capital de la planta de tamaño míni-

no, es obvio que el proyecto se debe rechazar de plano. Por otra parte, si los recursos financieros permiten escoger entre varios tamaños, para los cuales la evaluación económica no muestra grandes diferencias, el criterio de prudencia financiera aconsejará escoger aquel tamaño que, dando lugar a una evaluación satisfactoria - aunque no necesariamente la óptima -, pueda financiarse con la mayor seguridad y comodidad posibles.

Los problemas que surgen de las limitaciones financieras suelen tener soluciones satisfactorias de transición cuando hay posibilidades de desarrollar la empresa por etapas. El grado en que ello puede lograrse dependerá, entre otras cosas, del mercado y de las modalidades de producción, especialmente en cuanto a la indivisibilidad de los equipos. A menudo será posible encontrar alguna solución - si no perfecta, por lo menos aceptable - para el desarrollo gradual de la empresa en función del problema financiero, a fin de evitar que una limitación de fondos esterilice toda la iniciativa en un momento dado. Si se prevén dificultades financieras, sería deseable programar el trabajo de construcción por etapas, de manera que cada una de ellas diera lugar a una producción parcial, integrable con las de las etapas sucesivas. De esta manera, al aparecer aquellas limitaciones, se podrá aprovechar por lo menos gran parte de lo invertido hasta entonces. No todos los proyectos tienen un grado de elasticidad que permita este desarrollo gradual. Cuando existe esa elasticidad junto con problemas financieros, el problema del tamaño inicial es de orden secundario. La prudencia aconsejará por lo general construir la fábrica de tamaño mínimo, ampliándola a medida que se normalice la puesta en marcha y haya recursos financieros suficientes.

- Otros factores relacionados con el tamaño

Finalmente, cabe citar otro tipo de factores que a veces pueden tener alguna influencia sobre el tamaño de un proyec-

to. Suele ocurrir, por ejemplo, que las industrias operen sólo en un turno por faltar personal adecuado y no querer los empresarios entregar equipos valiosos en manos inexpertas. Esta clase de limitaciones afectará sólo a proyectos de poca importancia o a casos muy excepcionales. En proyectos de mucha importancia se puede presentar el problema inverso, al considerar los problemas de capacidad administrativa y de centralización o descentralización que se plantean cuando se opera con grandes volúmenes de producción, que requieren mucha experiencia y capacidad administrativa, además de personal técnico y mano de obra calificada. A igualdad de los otros elementos de juicio, puede resultar preferible comenzar a una escala en que sean menores los problemas de este tipo. Cuestiones relacionadas con la descentralización y diversificación geográfica, problemas de comercialización o un simple criterio de prudencia pueden inducir a instalar empresas separadas de menor tamaño allí donde se podría centralizar la producción en una sola unidad.

- Resumen del problema del tamaño

Las alternativas de tamaño entre las cuales se puede escoger se van reduciendo a medida que se examinan las cuestiones relacionadas con la ingeniería, las inversiones, la localización y otras que inciden en un proyecto. La magnitud del mercado dará la primera orientación, ya que la demanda puede ser tan pequeña que sólo justifique la instalación mínima, eliminándose inicialmente cualquiera otra solución. Si el mercado es suficiente para admitir varias alternativas, muchas de ellas pueden quedar eliminadas al decidir la técnica y la localización. Las alternativas que quedan después de este primer análisis podrán examinarse conforme a los criterios de evaluación citados. La decisión final se podría adoptar a base de estos coeficientes y otros factores no cuantificables.

Suponiendo que no haya factores limitativos para el tamaño y se puedan computar los coeficientes a distintas esca-

las de producción, sería posible trazar curvas que mostraran la variación de estos coeficientes con el tamaño del proyecto. Faltaría por resolver si el tamaño óptimo será aquel que logre la máxima utilidad, rentabilidad o el máximo cociente de ventas a costos, o el que logre el mínimo costo unitario de producción. Para responder a estas preguntas se expondrán algunos elementos teóricos del problema que inciden en los coeficientes mencionados, advirtiendo que su análisis exhaustivo requiere sutileza mucho mayor y lo lleva a un nivel académico fuera del alcance de este trabajo. Las breves consideraciones que aquí se hacen pueden ayudar al proyectista, si es que existe el grado de libertad que presupone el análisis que sigue. En la práctica será poco frecuente la necesidad de dilucidar exhaustivamente el problema, bien porque no exista este grado de libertad o porque sea muy caro o resulte de todo punto imposible agotar la investigación pertinente.

Como el tamaño óptimo es función de dichos coeficientes, debido a las variaciones de los costos con el tamaño, es decir, a las economías de escala, es necesario determinar previamente si el tamaño con el cual se logran costos unitarios mínimos es el mismo que aquel con el cual se logra una máxima utilidad y rentabilidad o el máximo cociente de ventas a costos. Aunque es probable que en la práctica tal diferenciación desaparezca en virtud de las escalas realmente posibles y demás factores limitativos, conceptualmente no hay tal coincidencia, salvo en lo referente a costo unitario y cociente de ventas a costos. Si se acepta que las variaciones posibles en la escala del proyecto de que se trate no afectarán el precio de venta del producto, el tamaño que hace mínimo el costo unitario es el mismo que hace máximo el cociente de ventas a costos.

- Localización y transportes

Habrán localizaciones en que será mínima la suma de los cos-

tos de transportes totales de los insumos hacia la fábrica y de los productos hacia el mercado. En consecuencia, resultará posible determinar una serie de puntos geográficos en que la cuenta de fletes sea igualmente mínima y que se podrán considerar como posibles para la instalación de la industria.- Tomando en cuenta los demás datos que influyen en el problema, sería posible seleccionar la localización final más adecuada entre estos puntos de flote mínimo.

El análisis se complica cuando hay fuentes alternativas de insumo o mercados geográficamente distintos, o bien ambos.- En estos casos habrá tantas curvas de fletes mínimos como combinaciones de mercados y fuentes de insumos se puedan hacer. La complicación se presenta también cuando se fabrican varios productos, cada uno de los cuales satisface mercados geográficamente distintos.

En sus términos más simples, el problema se concreta en saber si la industria quedará cerca de las materias primas y origen de los recursos insumidos, en general, o cerca del mercado en que venderá sus productos. De ahí que se suele hablar de industrias "orientadas al mercado" e industrias "orientadas a los insumos". (Naturalmente se trata de aquellos insumos de fuerte incidencia económica).

El peso de las materias primas que se han de elaborar puede ser mayor o menor que el peso de los productos elaborados, lo que da una indicación clara en uno u otro sentido, respecto a la localización. Así por ejemplo, para fabricar 100 kilogramos de ácido sulfúrico utilizando azufre como materia prima, se precisan 32 kilogramos de azufre; si, además, las tarifas de transporte son más altas para el ácido, es evidente que la industria debe ubicarse próxima al mercado de ácido sulfúrico y no próxima a la mina de azufre. A la inversa, si el peso de los materiales es mayor que el de los productos, la tendencia general será al emplazamiento más cercano a las materias primas (así ocurre, por ejemplo, en la industria siderúrgica).

Conviene advertir que en materia de transportes no sólo interesan los pesos de los materiales, sino también los volúmenes y las tarifas, ya que en general las materias primas pagan menores tarifas de transporte que los productos terminados. De ahí que la comparación se deba hacer considerando pesos, distancias y tarifas vigentes. Los cálculos no plantean problemas especiales, ya que la ingeniería del proyecto y el análisis de la demanda derivada indicarán la cantidad, naturaleza y fuente de los materiales insumidos, y los estudios del mercado señalarán las cantidades de producto para la venta de distintas áreas.

Cuando es evidente que la industria debe estar cerca de las materias primas y hay varias que son importantes, el problema que se plantea es cuál de ellas deberá viajar hacia la otra o las otras. En el caso del carbón y del mineral de hierro para la industria siderúrgica, el peso total de las materias primas es superior al del producto terminado, lo que induce a instalar la industria cerca de las materias primas; pero el coste unitario de transporte y el peso del mineral pueden ser aproximadamente iguales a los del carbón, y se planteará el problema de localización con respecto a uno y otro. El análisis se hará entonces en función de las demás fuerzas locacionales, por ejemplo, considerando la futura utilización de los subproductos de la industria.- Junto con el acero se producirá coque, alquitrán, gas, aguas amoniacales, materia prima para cemento de escoria y benceno.- Con el propio acero se pueden desarrollar otras industrias: estructuras de acero, clavos y alambre, ferrocarriles, fundiciones en general, astilleros, etc. En un país poco desarrollado, la industria siderúrgica pasa así a constituir el centro de un nuevo complejo industrial que se puede programar en forma integrada. Esta programación considerará el problema de la localización con perspectivas más amplias que la limitada sólo a la industria siderúrgica. El ejemplo ilustra sobre la complejidad que se puede presentar en el

problema de la localización. Hay varias materias primas importantes, y las dos principales tienen generalmente una ponderación parecida en peso físico; hay también varios productos finales que dan a su vez origen a nuevos mercados.- Por ello, al programar el complejo industrial, es preciso considerar no sólo el mercado y los transportes relacionados con la industria siderúrgica propiamente tal, sino también los mercados de las industrias derivadas de ella, además de las otras fuerzas locacionales.

Por otra parte, la incidencia de las distancias, volúmenes y pesos dependerá de las facilidades o dificultades de transporte del mineral de hierro y del carbón o coque.- Así, la escala de operación de los grandes centros industriales permite muchas veces transportes muy largos de materias primas desde países poco desarrollados, a precios que incluso pueden ser inferiores a los que corresponden entre dos puntos del propio país. Se trata en el fondo de un aspecto muy especial del problema de las tarifas, a que ya se aludió en párrafos anteriores.

- Disponibilidad y costo de los insumos

La disponibilidad y costo de los factores en distintos lugares geográficos constituye una fuerza locacional que en el fondo encierra una cuestión de transportes. Sin embargo, dada la peculiar naturaleza de ciertos insumos y ciertas industrias, el problema presenta matices especiales que hacen conveniente examinarlos por separado. Se discutirán aquí la mano de obra, algunas materias primas, la energía eléctrica, los combustibles y el agua. Es útil recordar que, en términos generales, su influencia dependerá de la importancia cuantitativa que tengan en los costos de producción.

a) Mano de obra

En la literatura técnica se suele destacar la influencia de este factor en la localización, distinguiéndose una

categoría especial de industrias "orientadas hacia la mano de obra."

Las industrias que tienden a emplazarse próximas a los centros de mayor disponibilidad o menor costo de mano de obra se caracterizan por utilizar un alto porcentaje de ella en la producción y por elaborar productos de alto valor unitario. El caso típico que se suele citar es el de la industria del calzado.

Al estimar la incidencia de este factor sobre la localización se debe considerar el costo de la mano de obra en general y la disponibilidad de la mano de obra especializada para la industria en estudio. El problema tendrá estrecha relación con la movilidad de la fuerza de trabajo y el grado de libertad de la industria proyectada en cuanto a la localización. El esquema para analizar la fuerza locacional de la mano de obra - suponiendo constantes los demás factores sería el siguiente:

- a) estimar la incidencia de los diversos tipos de mano de obra requeridos en el costo total de producción de la industria de que se trata;
- b) Investigar la disponibilidad de los diversos tipos de mano de obra en distintas localizaciones;
- c) Investigar cuáles son las tasas de sueldos y salarios en las localizaciones en que hay disponibilidad, y
- d) estimar finalmente la incidencia de la mano de obra en el costo total de producción en distintas localizaciones y determinar si las diferencias son importantes o no.

b) Materias primas especiales

Hay determinadas materias primas que no son fácilmente transportables por su naturaleza física o por dificultades de cualquier otro orden. Si constituyen una parte importante de los insumos, queda descartada la posibilidad de transportarlas a muy larga distancia, y hay que decidir la localización cerca de su origen. Tal puede ser el caso de indus-

trias cuyas materias primas son productos agrícolas perecederos, o que económicamente no toleran fletes muy elevados (remolacha, leche, maderas, frutas para conservas, etc.). Lo mismo ocurre cuando el elemento fundamental que utiliza el proyecto es, por ejemplo, un combustible de mala calidad o un mineral de baja ley.

Cabe señalar que la instalación de la industria puede estimular en muchas oportunidades la producción de determinados bienes, y aun se llega a decidir la localización de la industria en una zona precisamente para estimular esa producción. Un caso típico puede ser el de la industria lechera, que estimula la producción de leche al constituirse un centro comprador estable de esa materia prima. Lo mismo suele ocurrir con la industria de conservas, tanto de pescado como de frutas y hortalizas. El problema de la localización está en general claramente ligado en estos casos a determinadas políticas de fomento y programas de desarrollo.

c) Energía eléctrica

En los países poco desarrollados, la disponibilidad de energía eléctrica, suele ser un factor decisivo en la localización industrial, aun cuando otros factores aconsejaran localizaciones distintas. La razón está en que, si bien es cierto que la energía eléctrica es transportable a largas distancias, la inversión necesaria puede ser de tal cuantía que en muchos casos no pueda justificarse para una sola industria. El costo de transporte de la energía puede ser prohibitivo, dando lugar a tarifas muy elevadas para determinados propósitos industriales. Si no hay posibilidad de conexión o la tarifa es muy alta en una localidad dada, la alternativa es instalar la propia central de fuerza en esa localidad, o emplazar la industria cerca de la energía que esté disponible a bajo precio. Como con la energía eléctrica suelen encontrarse otras muchas facilidades de producción - servicios educativos, sanitarios, administrativos, etc. -, al final la

balanza se suele inclinar, por lo general, en este último sentido.

Hay industrias en que la disponibilidad de energía eléctrica a bajo costo es decisiva para su instalación; las electroquímicas constituyen un ejemplo obvio. En otras, en cambio, representa un rubro tan pequeño que su costo relativo carece de importancia. En este caso, si no hay fuentes externas de abastecimiento, podría resultar factible producirla internamente, aunque fuera a alto costo.

Como rutina metodológica se puede seguir una similar a la ya indicada para la mano de obra, pero teniendo presente que la empresa siempre podrá generar su propia energía eléctrica. Por lo tanto, teóricamente, hay disponibilidad de ella en todas partes.

d) Combustibles

Aparte de su influencia locacional como uno de los insumos, las alternativas técnicas en cuanto al uso y transporte de un tipo de combustible u otro - carbón, petróleo o gas - pueden afectar también a la localización. Así, por ejemplo, algunos combustibles se prestan más fácilmente para la regulación técnica de los procesos manufactureros, y en cierto tipo de industrias se tiende a usar los más flexibles en este sentido (gas y petróleo), porque las ventajas del mejor control técnico suelen compensar el mayor costo directo. En otros casos la fuerza locacional del combustible puede provenir de sus especificaciones técnicas en cuanto a impurezas tales como el azufre, haciendo que se prefiera un origen a otro en virtud de la influencia respectiva sobre los procesos de producción.

Las facilidades de transporte a que se prestan los distintos tipos de combustibles, según sean sólidos, líquidos o gaseosos, influirán en los costos y en las distancias de los respectivos orígenes al lugar en que se puede instalar la fábrica. En resumen, las diversas fuentes de los combus-

tibles podrán influir en la localización de la fábrica en función de sus costos en la fuente de origen, sus características técnicas, sus condiciones de transporte y sus disponibilidades.

e) Agua

El agua es un insumo prácticamente indispensable en la totalidad de las actividades productivas. Se requiere agua tanto para los variados usos humanos y de la población en general (huertos y jardines), como para diversos usos industriales (agua para las calderas, para enfriamiento y para los procesos propiamente dichos). Su influencia como factor locacional depende en esencia de su disponibilidad. Esa influencia será mínima si hay agua en la cantidad y de la calidad requeridas en todas las vecindades de las distintas localizaciones posibles a que conducen las demás fuerzas locacionales. En caso de que la haya en algunas, pero no en otras, puede llegar a ser un elemento de gran peso para determinar la localización.

Las investigaciones relacionadas con la disponibilidad y la cantidad de agua suelen representar trabajos e inversiones de consideración, que en ocasiones pueden constituir la clave del proyecto. Así, por ejemplo, es frecuente proyectar un amplio desarrollo minero en zonas desérticas; en tales casos la localización de plantas de beneficio de minerales se verá muy influida por la situación de los recursos de agua para el tratamiento, la que puede requerir estudios geológicos, perforación de pozos o estudios de ingeniería civil a fin de aprovechar fuentes más lejanas.

- Otros factores relacionados con la localización

El tercer criterio locacional mencionado engloba elementos que no son en general de influencia decisiva, pero que excepcionalmente pueden desempeñar un papel muy importante. Se enumeran aquí a fin de que se tengan presentes al hacer los

estudios de localización. El orden en que se exponen no pretende reflejar la importancia relativa de cada uno.

a) Política de descentralización

Habría casos en que, con el fin de descongestionar ciertas zonas de un país, se adopte una política deliberada para diversificar geográficamente la producción. En igualdad de condiciones y aun con pequeñas desventajas, se promueve la instalación industrial en determinadas zonas, creando al mismo tiempo, por lo general, incentivos tributarios o de otro orden. Por otra parte, muchos proyectos se empiezan justamente porque se desea y se cree posible utilizar y aprovechar recursos naturales conocidos en una zona dada.

Hay determinadas zonas de un país - provincias, estados, departamentos, comunas, municipios - que, dentro de sus atribuciones, a veces establecen reglamentaciones o disposiciones legales y tributarias destinadas a atraer a las empresas. Estos estímulos pueden influir en la localización de industrias que tienen mayor posibilidad de dispersión geográfica, dadas las fuerzas locacionales que inciden en ellas.

La intensidad y efectividad de estas fuerzas variarán mucho según sean las circunstancias específicas y la naturaleza de los estímulos e inhibiciones puestas en juego. Así, por ejemplo, la influencia de las exenciones fiscales en los estados o provincias suele ser pequeña en América Latina, dada la cuantía de los impuestos que son objeto de exención. Por otra parte, si dentro de un mismo país se generaliza la práctica de conceder exenciones o ventajas especiales en los distintos estados, pierde gran parte de su fuerza el elemento de atracción de industrias que ofrecen esas medidas.

De mayor efecto podrían ser a veces los instrumentos crediticios, dada la escasez de recursos financieros a largo plazo con que el empresario tropieza a menudo en los paí-

sus poco desarrollados. Los créditos bancarios de inversión a plazo adecuado y baja tasa de interés, condicionados a la instalación en ciertas zonas, pueden convertirse en fuerzas locacionales de importancia.

Es obvio señalar que ésta u otras medidas de estímulo se deben conjugar con los demás elementos de juicio en la localización. A igualdad de condiciones - o en condiciones parecidas en cuanto a los demás factores -, estos estímulos pueden inclinar la balanza en favor de determinada localización, pero en general no serán suficientes por sí solos para tomar una decisión.

b) Facilidades administrativas, de vivienda, etc.

Ciertos emplazamientos ofrecen una serie de facilidades de este tipo, que pueden influir en la elección de una localización. Conviene reconocer claramente el hecho de que estos factores representan insumos en la industria, aun cuando muchas veces no forman parte de sus costos explícitos. En aquellas localizaciones en que no existen estas facilidades, la propia industria deberá proporcionarlas en mayor o menor grado, lo que supone una inversión y el costo de operación consiguiente.

La política de descentralización a que se acaba de hacer referencia puede utilizar como elemento de estímulo la provisión de estos servicios, convirtiéndolos en fuerzas locacionales.

c) Condiciones de vida y clima

A igualdad de los demás factores, éste puede adquirir importancia respecto a la localización.

- Consideraciones prácticas sobre localización

Como en el caso del tamaño, el análisis en abstracto del problema de la localización resulta necesariamente más complejo que el estudio del problema concreto para una industria dada. La teoría general de la localización de la acti-

vidad económica debe considerarse como variables una serie de factores que se convierten en parámetros en el estudio del proyecto individual. Ya sea que estén dados por la realidad de hecho, por la política general o por programas en ejecución, tales factores dejarán de ser incógnitas del problema y pasarán a constituirse en datos del mismo contribuyendo a simplificarlo. Por lo tanto, frente al caso específico, habrá informaciones concretas con las cuales se pueda operar dentro de límites relativamente estrechos y sin necesidad de estudios muy detenidos. La naturaleza misma del proyecto indicará si se trata de una industria cuya localización está orientada por las materias primas o por el mercado y si está o no influida por la mano de obra, la energía eléctrica u otro insumo importante. Si está orientada en general hacia el mercado y geográficamente hay varios mercados, una consideración importante para escoger entre ellos puede ser el dinamismo y el tamaño de cada uno. Si se trata de una industria orientada hacia las materias primas, se analizarán primero las distintas fuentes de la materia prima más pesada o voluminosa, y en seguida de las otras. Esta forma simple de análisis irá reduciendo considerablemente las alternativas de localización.

Circunscrito el problema a escoger entre un número limitado de posibilidades, se podría concretar la información pertinente en un cuadro-resumen.

Finalmente, se podrían combinar las informaciones en un cuadro-resumen del tamaño y localización en función de la rentabilidad y el costo unitario.

La presentación y el estudio del problema se pueden facilitar mucho mediante planos y diagramas. En un plano se pueden colocar, por ejemplo, las fuentes de materias primas, los posibles empalmes eléctricos, las fuentes de agua, las zonas de mercado, las distancias por carretera y por ferrocarril y datos similares. Si hay industrias competidoras, se puede señalar en dicho plano la localización y

sus fuentes de abastecimiento o pueden trazarse las curvas de igualdad de fletes.

En el propio proyecto bastará presentar un resumen con las conclusiones más importantes en cuanto a tamaño y localización, pero convendrá que en un anexo especial se incluyan todos los antecedentes básicos que se utilizaron y el detalle de los criterios analíticos empleados. Pueden quedar en este anexo los cuadros con distancias por carretera, por ferrocarril y por mar; tarifas, antecedentes sobre las fuentes de materias primas y otros.

En los países poco desarrollados será muy frecuente el caso en que la localización final se decida reconociendo que hay todavía problemas por resolver, por ejemplo, arreglo de ciertos caminos, mejoramiento de equipos ferroviarios o extensiones de líneas eléctricas. Los detalles acerca de estas necesidades se deberán tener presentes en aquella parte del proyecto que trata de la organización y ejecución.



We regret that some of the pages in the microfiche copy of this report may not be up to the proper legibility standards, even though the best possible copy was used for preparing the master fiche

B-657



81.11.26