

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA

BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
Facultad de Ciencias Economicas
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO

**LOCALIZACION INDUSTRIAL Y ECONOMIAS
DE ESCALA EN EL MERCADO COMUN
CENTROAMERICANO**

TESIS

Presentada a la Junta Directiva de la
Facultad de Ciencias Económicas de la
Universidad de San Carlos de Guatemala

Por:

JOAQUIN GLAESEL KOEHLER

En el acto de su investidura de

ECONOMISTA

EN EL GRADO DE LICENCIADO



MAYO DE 1968

DL
03
T(88)

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS
DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

Decano Lic. Rafael Piedrasanta Arandi
Secretario Lic. Bernardo Lemus Mendoza
Vocal 1º..... Lic. César Augusto Díaz Paíz
Vocal 2º..... Dr. Luis Eduardo Contreras
Vocal 3º..... Lic. Anibal de León Maldonado
Vocal 4º..... P. C. Marco Antonio Ponce Díaz
Vocal 5º..... P.C. Carlos Julio Dávila Rodríguez

TRIBUNAL QUE PRACITICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

Decano Lic. Raúl Sierra Franco
Secretario Lic. Arturo Morales Palencia
Examinador Lic. Saúl Osorio Paz
Examinador Lic. Rafael Piedrasanta Arandi
Examinador Lic. René Arturo Orellana

A MIS PADRES

A MI ESPOSA

A MIS HIJOS

Guatemala, 12 de mayo de 1968

Señor Licenciado
Rafael Piedra Santa A.
Decano de la
Facultad de Ciencias Económicas
P r e s e n t e.

Señor Decano:

En atención a su oficio 134 del 8 de marzo de 1967, en el que se me designa asesor del trabajo de tesis del Br. Kurt Joaquín Glaesel Koehler intitulado "Localización Industrial y Economías de Escala en el Mercado Común Centroamericano", tengo el agrado de manifestarle que he cumplido con tal asesoría, en primer orden, discutiendo los respectivos términos de referencia del trabajo, después, atendiendo las diferentes consultas que me fueron formuladas y, por último, estudiando los manuscritos con el autor.

Por la razón apuntada, conozco los esfuerzos del sustentante desde el inicio de su investigación, lo cual me permite destacar el trabajo acucioso que ha realizado y que ahora se traduce en un estudio que, dentro de mi conocimiento, por primera vez aborda en Centroamérica los complejos problemas de localización industrial y mide, con el instrumental que le fue dable consultar, las economías de escala en diferentes ramas industriales.

Las conclusiones a que llega no necesariamente son optimistas, sin embargo, son reflejo directo de los datos que le sirvieron de base; por consiguiente, es recomendable tomarlas en cuenta para el diseño de cualquier política de industrialización que se piense llevar a cabo en el área.

Estimo que los motivos anotados son valederos para sugerir la conveniencia de que el presente trabajo de investigación sea aceptado para su presentación y discusión en el examen general público de tesis del Br. Glaesel K.

Con muestras de mi consideración más distinguida, me suscribo del señor Decano

Atentamente,


Lic. Héctor Villagrán Salazar

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



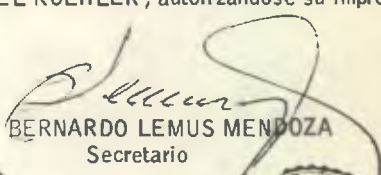
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Calle Mariscal Cruz No. 1-56, zona 10

DECANATO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS: Guatemala, veintitrés de Mayo de mil novecientos sesenta y ocho.-----

Con base en el dictamen rendido por el Lic. Héctor Villagrán Salazar, quien fuera designado Asesor, se acepta el trabajo de tesis denominado "LOCALIZACION INDUSTRIAL Y ECONOMIAS DE ESCALA EN EL MERCADO COMUN CENTROAMERICANO", que para su graduación profesional presentó el señor KURT JOAQUIN GLAESEL KOEHLER, autorizándose su impresión.-


Lic. BERNARDO LEMUS MENDOZA
Secretario


Lic. RAFAEL PIEDRA-SANTA A.
Decano

NdeM



INDICE GENERAL

Página

Prólogo.....	i
Introducción.....	iii

PRIMERA PARTE - FUNDAMENTOS TEORICOS Y REFORMULACION

1 Desarrollo histórico y aspectos generales de la teoría de la localización	
1.1 Desarrollo histórico de la teoría.....	1
1.2 La teoría de la localización y la teoría económica general.....	4
1.3 Los factores de localización.....	5
1.3.1 Clasificación de los factores de localización.....	6
1.4 La teoría de la localización industrial.....	12
1.4.1 Introducción a la teoría de la localización industrial.....	12
1.4.2 Los costos de transferencia.....	14
1.4.3 Los costos de mano de obra y producción.....	21
1.4.4 Las áreas de mercado.....	26
1.4.4.1 La interdependencia espacial.....	28
1.4.4.2 La extensión de las industrias hacia áreas más amplias.....	36
1.5 Elementos para la localización de industrias en Centroamérica.....	40
1.5.1 Generalidades.....	40
1.5.2 La elaboración de un modelo aplicable al área centroamericana.....	46
2 El concepto de las economías de escala	
2.1 Introducción.....	56
2.2 Desarrollo histórico del concepto, definición de economías de escala y ventajas de éstas en la producción industrial.....	56
2.2.1 Desarrollo histórico.....	56
2.2.2 Definición de economías de escala.....	57
2.2.3 Ventajas de las economías de escala.....	58
2.3 Definiciones auxiliares del concepto de economías de escala.....	58
2.4 Tamaño de planta, determinación de capacidad y de las economías de escala.....	59
2.5 Análisis de las economías de escala en diversas industrias.....	71

2.5.1	Análisis de las industrias	71
2.5.2	Conclusiones sobre las industrias estudiadas	104

SEGUNDA PARTE - EL MERCADO COMUN CENTROAMERICANO

1 La localización industrial

1.1	Introducción	103
1.2	Los factores de la localización	103
1.2.1	Las vfas de comunicación	103
1.2.2	La producción de energía eléctrica	110
1.2.3	Las materias primas: la agricultura y los recursos mineros	115
1.2.3.1	Guatemala	115
1.2.3.2	El Salvador	120
1.2.3.3	Honduras	121
1.2.3.4	Nicaragua	124
1.2.3.5	Costa Rica	128
1.2.4	Los mercados	150
1.2.4.1	Guatemala	153
1.2.4.2	El Salvador	135
1.2.4.3	Honduras	136
1.2.4.4	Nicaragua	137
1.2.4.5	Costa Rica	138
1.3	La localización de la industria y su grado de concentración	141
1.3.1	La localización de la industria	141
1.3.1.1	Guatemala	142
1.3.1.2	El Salvador	144
1.3.1.3	Honduras	145
1.3.1.4	Nicaragua	146
1.3.1.5	Costa Rica	148
1.3.2	El grado de concentración de la industria	149
1.3.3	El coeficiente de localización industrial	153
1.4	Consideraciones finales sobre la localización de la industria en el Mercado Común Centroamericano	159

2 El tamaño de planta y las economías de escala en el Mercado Común Centroamericano

2.1	Introducción	165
2.2	El tamaño, el grado de mecanización y aprovechamiento de la capacidad de las plantas industriales existentes	165

	<u>Página</u>
2.3 Las economías de escala	174
2.3.1 Situación actual de la industria,	174
2.3.2 El tamaño y la eficiencia de la industria en el futuro	180
Resumen y consideraciones finales	187
Bibliografía consultada	191

INDICE DE CUADROS

Cuadro No.1	Inversión y costos de producción de fibra de nylon. Plantas de economías mínima y máxima	72
Cuadro No.2	Resumen de costos de capital para planta siderúrgica	74
Cuadro No.3	Costos unitarios para planta siderúrgica	75
Cuadro No.4	Inversiones y costos unitarios de caldererías	77
Cuadro No.5	Costos unitarios directos e indirectos en tubos de acero sin costura	82
Cuadro No.6	Costos unitarios comparativos: industria del ensamble de automóviles	84
Cuadro No.7	Costo unitario de tejido de algodón	88
Cuadro No.8	Costos en industrias de cemento, botellas y recipientes de vidrio, cojinetes, alquitrán, benzol y aluminación	95
Cuadro No.9	Valores de alfa en la industria química	97
Cuadro No.10	Costos unitarios en la industria química	98
Cuadro No.11	Índice de desarrollo de los costos unitarios en la industria química	100
Cuadro No.12	Calificación de las economías de escala en 31 casos de industrias	102
Cuadro No.13	Guatemala: Volumen total de la producción agrícola, por departamentos, 1963	116
Cuadro No.14	El Salvador: Volumen total de la producción agrícola, por departamentos, 1963	120
Cuadro No.15	Honduras: Volumen total de la producción agrícola, por departamentos, 1963	122
Cuadro No.16	Nicaragua: Volumen total de la producción agrícola, por departamentos, 1963	124

Cuadro No. 17	Costa Rica: Volumen total de la producción agrícola, por provincias, 1963	129
Cuadro No. 18	Guatemala: Número de establecimientos, personal ocupado y valor de la producción industrial, 1964, por departamentos	143
Cuadro No. 19	El Salvador: Número de establecimientos, personal ocupado y valor de la producción industrial, 1961, por departamentos	145
Cuadro No. 20	Honduras: Número de establecimientos, personal ocupado y valor de la producción industrial, 1962, por departamentos	146
Cuadro No. 21	Nicaragua: Número de establecimientos, personal ocupado y valor de la producción industrial, 1964, por departamentos	148
Cuadro No. 22	Costa Rica: Número de establecimientos, personal ocupado y valor de la producción industrial, 1964, por provincias	149
Cuadro No. 23	Centroamérica: coeficientes de localización industrial, por ramas de actividad	157
Cuadro No. 24	Coefficientes de localización en varias industrias británicas, 1951	158
Cuadro No. 25	Centroamérica: Tamaño promedio de planta, por principales ramas industriales, 1962	168
Cuadro No. 26	Centroamérica: Porcientos de capacidad aprovechada en la industria. Por ramas	169
Cuadro No. 27	Centroamérica: Ramas industriales que se clasificaron de tamaño grande, alto grado de mecanización y aprovechamiento elevado	171
Cuadro No. 28	Comparación de tamaño de planta y posibles grados de mecanización: industria de México y Centroamérica, 1962	173

INDICE DE ILUSTRACIONES

Figura No. 1	.....	14
Figura No. 2	.....	15
Figura No. 3	.....	15
Figura No. 4	.....	18
Figura No. 5	.....	20
Figura No. 6	.....	23

Página

Figura No. 7	.....	24
Figura No. 8	.....	29
Figura No. 9	.....	31
Figura No.10	.....	32
Figura No.11	.....	38
Figura No.12	.....	48
Figura No.13	.....	67

Mapa No. 1	.....	107
Mapa No. 2	.....	113
Mapa No. 3	.....	125
Mapa No. 4	.....	131
Mapa No. 5	.....	139
Mapa No. 6	.....	161
Mapa No. 7	.....	185

PROLOGO

El escribir sobre la teoría de la localización industrial y el concepto de las economías de escala y el querer adaptar dichos conceptos al medio centroamericano, no es tarea simple.

En primer lugar, la literatura disponible, lejos de concentrarse en algunos textos de fácil consulta, se encuentra dispersa en una enorme cantidad de revistas, folletos, seminarios y trabajos inéditos que requieren de una paciente y larga búsqueda.

En segundo lugar, son pocos los autores que han incursionado dentro de los problemas de la localización de las industrias y el tamaño de planta en el medio sub-desarrollado.

Si a esto se agrega que el autor del presente trabajo, lejos de poseer conocimientos adecuados de esa vasta disciplina que se conoce como la Ciencia Económica, es apenas, y será por mucho tiempo, tan sólo un estudiante de la economía, la empresa se torna aún más ardua.

Cabe, sin embargo, no dejar de desestimar que el fin perseguido se deriva del entusiasmo que el tema ha despertado y la determinación de hacer del primer acto público como profesional egresado un trabajo que, aun si no reuniese las condiciones de calidad más deseadas, se aparte un tanto de la forma general que ha caracterizado -salvo pocas excepciones- la presentación de tesis en el medio. Por otra parte, es deseo del que esto escribe que este esfuerzo sea una demostración palpable del enorme cariño que le ha profesado a la Ciencia Económica, esfuerzo que se ha traducido en una expresión de la fé más absoluta que le inculcan las palabras que, en una ocasión, escribiera uno de los más notables exponentes de la disciplina: "el verdadero fin de la Ciencia Económica no es el de tratar de explicar nuestra triste situación, sino el de mejorarla".

Salvedad hecha de la parte que analiza la localización industrial y las economías de escala en el medio centroamericano, hay poco de original en este trabajo. Por consiguiente, la deuda intelectual del autor con August Lösch, Edgar Hoover, Walter Isard y Melvin L. Greenhut, no puede ser ignorada.

En lo que se refiere a la aportación hecha no se puede dejar de hacer mención de aquellos que, en forma totalmente desinteresada y sacrificando horas de su valioso tiempo, prestaron su ayuda tanto intelectual como material.

Al Ingeniero Alfonso Gutiérrez R., Jefe de la División de Economía Industrial del ICAITI, se debe la idea de desarrollar el tema aquí expuesto y el haber guiado al autor en los conceptos básicos durante el desarrollo del mismo. Los

múltiples escollos que se interpusieron y las ideas confusas que, en un principio surgieron, fueron salvadas por la ayuda y excelentes sugerencias recibidas.

Al Licenciado Héctor Villagrán S., Asesor de oficio de la tesis se debe agradecer la paciente revisión del manuscrito, la que permitió mejorar la redacción y el estilo del trabajo.

Igual constancia de agradecimiento se debe hacer a todos aquellos que facilitaron la obtención del material bibliográfico consultado, entre quienes se destacaron las altas autoridades del Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI), en especial al Director, Doctor Manuel Noriega Morales y al Gerente Administrativo, Licenciado Luis F. Vettorazzi, a la Licenciada Rocío Marbán, Jefe de la División de Documentación del Instituto, y el Jefe -Doctor Gabriel Dengo- y personal de la División de Geología y Minería del ICAITI.

Especial mención se debe hacer también de la ayuda recibida por parte del Profesor Robert S. Felton, de la Universidad de Louisiana, E. U. A.

Por último, se agradece a la señora Marina de Villagrán la ayuda recibida en la excelente transcripción mecanográfica del manuscrito y a la esposa del autor, Ana María de Glaesel, el apoyo moral recibido y el haber tenido la enorme paciencia de confrontar y revisar la versión final del trabajo.

INTRODUCCION

El concepto espacial de la economía, que ha surgido de la necesidad de explicar los fenómenos económicos dentro de nociones que impliquen un proceso dinámico, tanto en el tiempo como en el espacio, ha hecho aparecer lo que se conoce como la teoría de la localización.

Dicha teoría ha analizado el tema desde la forma más elemental y de mayor abstracción, hasta incluir un número de variables que forman una parte importante de los factores que se conjugan dentro de un proceso de producción.

La observación más detenida de estos factores -y en especial los que se refieren a los diversos elementos del costo unitario- evidencia una estrecha relación entre la teoría de la localización y el concepto de las economías de producción en gran escala, vinculación que queda establecida, en primer lugar, porque la consideración de economías externas constituye en un grado cada vez mayor, el principal factor determinante en la ubicación de una industria. En segundo lugar, la vinculación antes mencionada lleva implícitas una serie de reflexiones referentes al progreso tecnológico. Así, desde el punto de vista de la localización, el proceso racional del desarrollo industrial ha ofrecido un desenvolvimiento paulatino de industrias de pequeña escala, espacialmente dispersas, o industrias de gran escala, espacialmente concentradas. En consecuencia, el estudio de un problema de localización implica necesariamente el analizar factores que señalen el grado de mecanización o automatización de la industria, análisis que, a su vez, determinará la mayor importancia de ciertos insumos.

En lo que respecta a los problemas del desarrollo, aparte de las consideraciones que puedan hacerse en cuanto a la importancia de la industrialización como una de las fases para acelerar el desarrollo económico de una nación, ésta, -conjugada dentro de un proceso evolutivo que debe adjudicar altas prioridades al desarrollo de los recursos naturales y la infraestructura- implica la integración efectiva de regiones -o espacios económicos- a la dinámica del crecimiento económico de un país. Derivado de este orden de ideas, cabría pensar que las decisiones de inversión, tanto particular como estatal, deberían orientarse hacia áreas determinadas a priori y conceptuadas como polos de desarrollo.

En este sentido, la concepción tradicional -la decisión de localización industrial con un criterio únicamente micro-económico- ya no es válida. Bajo condiciones económicas y sociales que se ajustan a la filosofía actual, la ubicación de industrias es el resultado de un proceso influido por factores múltiples, estrechamente vinculados.

De acuerdo con esta nueva situación, el problema toma un cariz teórico y práctico -que podría integrarse dentro de las prenociones de una "programación

espacial"— o sea, el de cómo mejorar la estructura y los mecanismos de este proceso, con el objeto de poder llegar a decisiones de localización óptima dentro de un espacio, o espacios, previamente determinados, en función del mejor aprovechamiento de los recursos. Lo anterior necesariamente implicaría buscar el aporte de diversas disciplinas como lo serían la economía, la geografía, la sociología y las ciencias tecnológicas.

Enmarcadas las anteriores consideraciones dentro de un cuadro de referencia, se ha procedido a escribir el presente trabajo, dividiéndolo en dos partes: una primera que ofrecerá observaciones sobre el desenvolvimiento logrado por la teoría de la localización industrial y el concepto de las economías de escala, y una segunda, que analizará ambas nociones dentro del desarrollo industrial centroamericano.

Atendiendo al hecho de que la teoría de la localización se ha desarrollado en medios económicos industrializados, se ha estimado necesario efectuar una reformulación de dicha teoría, la cual ofrecerá una serie de ponderaciones en torno a los factores de localización, con el fin de presentar, por último, un modelo matemático que considerará ciertas variables que anteriormente no se habían tomado en cuenta.

La discusión que sobre el aspecto de las economías de escala se presenta, estará limitada únicamente a resumir diversas metodologías aceptadas universalmente y que se consideran totalmente ajustadas al medio centroamericano, en lo referente a determinar el tamaño de planta, la forma de medir las economías de escala y la presentación de casos específicos de industrias en las cuales dichas economías se pudiesen manifestar en forma más o menos intensa.

Posteriormente se procederá a analizar la localización de industrias en Centroamérica. Dicho análisis se efectuará en forma totalmente cuantitativa, considerándose los siguientes factores: transporte y comunicaciones, producción de energía eléctrica, recursos agrícolas, recursos minerales y concentración de mercados. Estos factores se conjugarán con la localización de empresas industriales existentes en el área, a efecto de llegar a conclusiones específicas, en lo que se refiere a la ubicación de la industria y el grado de racionalidad que existe entre dicha ubicación y las características generales de las diversas ramas industriales.

Finalmente, para el análisis del tamaño de planta y economías de escala en la industria del área, se volverá a recurrir a una serie de cuantificaciones, para cada una de las ramas de actividad industrial, que permitan presentar coeficientes con referencia al número de trabajadores, energía consumida, capital invertido y valor de la producción. Dichas cuantificaciones, comparadas con cifras similares para industrias en otros países, permitirán llegar a conclusiones específicas en cuanto a tamaño, posibles economías de escala y eficiencia de la industria aquí estudiada.

PRIMERA PARTE

FUNDAMENTOS TEORICOS Y REFORMULACION

1- DESARROLLO HISTORICO Y ASPECTOS GENERALES DE LA TEORIA DE LA LOCALIZACION

1.1 Desarrollo histórico de la teoría

Según diversos criterios, tres son los autores que más se han significado dentro del desenvolvimiento general alcanzado por la teoría de la localización: von Thünen, Weber y Hoover; alemanes los primeros dos, y norteamericano el último.

El primer tratado serio sobre el problema de la economía espacial se encuentra en la obra que libremente puede traducirse como: El estado aislado en relación a la agricultura y la economía nacional * de von Thünen.

A pesar de que su famoso esquema de los círculos concéntricos alrededor de una población, no es totalmente aplicable a los problemas específicos de localización industrial y, en menor grado, a cualquier intento de establecer racionalmente un punto óptimo de ubicación, al menos estableció las bases teóricas sobre las cuales se ha construido el concepto moderno del tema que se trata en esta tesis.

El trabajo de von Thünen es sumamente abstracto, planteándose el problema de la localización sobre las premisas que, tanto el costo como las características de la tierra y la mano de obra, son homogéneas; por consiguiente, toda su teoría de localización converge hacia una sola variable: la distancia. De aquí nace el aspecto espacial del desarrollo económico que indica "que todo el desarrollo económico existe, tanto en el espacio, como en el tiempo".

Ampliando sobre los conceptos de von Thünen, Weber ** supone un aprovisionamiento de materia prima no-homogéneo y varios centros de consumo, aun cuando su representación geométrica y el desarrollo general de su exposición se reduce a incluir un solo punto de demanda.

En cuanto a la diferencia de los costos de materia prima y mano de obra, Weber sencillamente la presenta como diferencia en los costos de transporte. Es decir, donde los insumos tienen costos más elevados, la ubicación se asume como más alejada del centro de consumo.

En general se puede decir que la teoría weberiana se basa en tres factores generales de localización: costos de transporte, costos de mano de obra y fuer-

* Johann Heinrich von Thünen, Der isolierte staat in beziehung auf landwirtschaft und nationalökonomie; 3a. edición: Berlín, 1875.

** Alfred Weber: Über den standort der industrien; Tübingen, 1909.

zas aglomerativas.

Si el costo de transporte es el único factor significativo, la ubicación cuyo costo sea más bajo sería la óptima. Su relación con el centro de consumo dependerá enteramente de las características del producto. Así, aquellos productos que pierden peso en el proceso de su transformación, tienden a ubicar la planta en el lugar de extracción de la materia prima. Por otra parte, aquellos procesos industriales en los cuales la conversión de materia prima a producto terminado significa un aumento en el peso, localizarán la planta en o cerca del centro de consumo.

Weber considera que el costo de mano de obra puede ser otro factor que influya notablemente como una fuerza locacional. Así, las diferencias en este costo pueden, en ocasiones, ser mayores que las diferencias entre los costos de transporte. De ser así, la localización estará determinada -u orientada- hacia la mano de obra.

Finalmente, Weber concede importancia, dentro de su teoría, a las fuerzas aglomerativas.* A este respecto opina que únicamente aquellas industrias que poseen un alto valor agregado pueden reducir sus gastos por medio de dichas aglomeraciones.

Por último, en lo que respecta a la aportación weberiana dentro de la teoría de la localización, Greenhut ha expresado que "al dividir los factores locacionales en tres grupos: de transporte, mano de obra y factores aglomerativos, Weber reveló lo que para él significaban las fuerzas económicas que afectan la localización industrial en general. Pero, su estimación de una demanda constante y su omisión de lo que él llamara factores institucionales, dejaron brechas que deben ser cerradas para una comprensión amplia de lo que es la localización industrial, en una economía capitalista".**

En cuanto a E. M. Hoover, en la introducción de su teoría de la localización dice:

"En años recientes varias han sido las causas que se han combinado para dar mayor prominencia a los aspectos locacionales dentro de la economía. Por una parte, cambios revolucionarios en las técnicas de la producción, transporte, distribución de la energía y mercadeo, han alterado los antiguos patrones de la especialización geográfica y se ha percibido una creciente disposición de asumir un control, tanto sobre éste, como sobre otros aspectos de la vida económica. U

* Por esto entendía Weber aquellas reducciones en los costos de producción que se logran por medio de las integraciones industriales, ya sea verticales u horizontales.

** M. L. Greenhut. *Plant location in theory and in practice*. p. 17.

na comprensión de la forma como las fuerzas locacionales actúan, ha sido cada vez de mayor urgencia. Por otra parte, se han dado grandes pasos en extender la teoría económica hasta una especie de tierra de nadie, la cual los geógrafos no están en disposición de explorar. Por fin se ha llegado al convencimiento que las relaciones económicas entre el hombre y los recursos dispersos que están a su disposición, sólo pueden ser analizados en términos de principios económicos".*

El análisis de localización de Hoover se circunscribe casi exclusivamente a los factores de costos. A estos los separa en dos grupos: los factores de transporte y los factores de producción. Así, dentro de estas dos clasificaciones muy amplias y generales, incluye los costos de abastecimiento de materias primas y de distribución del producto dentro de los costos de transporte, en tanto que las fuerzas aglomerativas y los costos de los factores institucionales los considera como determinantes parciales del costo de producción.

En Hoover se encuentra una amplia preocupación por las características del valor de los fletes y un insistente énfasis en que el costo de transferencia no debe incrementarse en forma proporcional a la distancia. Es más, claramente sugiere que el costo de transporte debe ser menos que proporcional con los aumentos en la distancia.

En su análisis de las fuerzas aglomerativas y desaglomerativas, Hoover también ha introducido nuevos conceptos. Considera que dentro de la aglomeración se deben de estudiar algunas variables como los servicios de transferencia, la oferta de mano de obra, las facilidades crediticias y bancarias en general, los costos de seguros y las tasas de beneficio. Por otra parte, analiza las ventajas de especialización que las fuerzas aglomerativas pudiesen suponer.

En lo que se refiere a los factores institucionales, Hoover presenta su teoría dentro de un marco conceptual eminentemente capitalista. En este sentido, muestra especial interés en todas las posibles fuerzas locacionales y no únicamente en aquellos factores muy generalizados que afectan la ubicación de una planta.

Acudiendo nuevamente a E. M. Greenhut, es oportuno anotar que este autor indica que:

"La mayor debilidad en la obra de Hoover es su fracaso de penetrarse, en forma más profunda dentro del concepto de inter-dependencia locacional. Aun cuando menciona áreas de abastecimiento y mercado y, por consiguiente, incursiona dentro del campo de la inter-dependencia espacial, no lleva su discusión a una conclusión fructífera. Al contrario, al discutir este aspecto, asume la ubicación y determina el mercado y áreas de abastecimiento del mismo; no explica el

* Edgar M. Hoover. Location Theory and the shoe and leather industries. p.1

porqué de la localización desde el punto de vista de inter-dependencia locacional (o demanda). Por consiguiente, no sólo pone un especial énfasis sobre los costos, sino, efectivamente, hace abstracción de la demanda, a pesar de su ocasional referencia a dicho factor de localización. A continuación adelanta una explicación sobre la localización industrial en una economía capitalista, pero de la misma forma que von Thünen y Weber, mantiene el análisis más bien generalizado dentro de un marco puramente competitivo".*

1.2 La teoría de la localización y la teoría económica general

La ciencia económica o, simplemente la economía, trata el comportamiento humano como una relación entre fines y recursos escasos que poseen usos alternativos, o dicho de otra forma, "la economía es la ciencia que estudia la conducta humana como una relación entre fines y medios limitados que tienen diversa aplicación".**

Los fines son la satisfacción de aquellas necesidades con que se encuentra cualquier individuo o comunidad, unos generales, como son la alimentación, vestuario y habitación, y otros más específicos, tales como las necesidades de educación, salud, comodidad, diversión, etc. Para la satisfacción de sus necesidades, cada comunidad debe utilizar la totalidad de los recursos disponibles. Tales recursos, que se consideran indiferentemente como factores o agentes de la producción, pueden ser agrupados, sin propósito de una discriminación exhaustiva, en cuatro categorías:

- a) Recursos naturales (minerales, forestales, animales, tierra, agua y clima);
- b) Recursos humanos, o sea la fuerza de trabajo disponible de acuerdo con sus diversas calificaciones: mano de obra no especializada, semi-especializada y especializada, así como el personal técnico y de administración;
- c) Recursos de capital, que incluyen tanto la adquisición de bienes de capital como los recursos financieros; y
- d) Recursos tecnológicos (procesos de producción y distribución).

Tales recursos son escasos ya que no existen en cantidades suficientes pa-

* L. M. Greenhut. Op. cit. p. 21

** Robbins, L. Ensayo sobre la naturaleza y significación de la ciencia económica. p.4

ra atender a su demanda. Por otra parte, los fines de la actividad económica (tomados como fines tendientes a satisfacer las necesidades de la comunidad) son múltiples y pueden variar a través del tiempo. De esta multiplicidad y variabilidad de los fines, resulta que los recursos disponibles poseen usos alternativos, considerados estática o dinámicamente.

Tomando en cuenta estos factores, nos encontramos con que una comunidad tiene que enfrentarse, tradicionalmente, a tres problemas generales, como son:

- Qué debe producirse.
- Cómo debe de producirse.
- Para quién debe de producirse.

A lo anterior cabría añadir el problema de dónde producir, o sea, en donde localizar, dentro de un espacio geográfico dado, ciertas actividades económicas, tomando en cuenta las condiciones más ventajosas de producción y distribución.

1.3 Los factores de localización

Con respecto a los factores de localización, el Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social dice: "El análisis de la localización de las actividades manufactureras es imprescindible en todo programa de desarrollo industrial. Es así por los hechos físicos que el desarrollo industrial está ligado al mercado (definido cuantitativa y geográficamente) a los recursos naturales y las economías externas. Entre otras, algunas o varias de estas fuerzas locacionales principales influyen en el desarrollo industrial de las regiones. Es útil, entonces, reconocer las situaciones al respecto y definir las características regionales y/o de los centros industriales en relación a esas principales fuerzas de atracción. Algunas veces es indispensable cuantificar los flujos inter-regionales de productos manufacturados - y de las materias primas que utiliza el sector - si están en juego problemas de transporte, como en el caso de muchos países latinoamericanos, en que el transporte llega a ser un importante cuello de botella. Por lo demás, el estudio de la localización es especialmente necesario si algunos objetivos del programa están relacionados con problemas de desarrollo regional: descentralización, integración nacional, zonas atrasadas, etc. Siempre, por lo demás -especialmente si se trata de un programa detallado, en que hay la posibilidad práctica de definir medidas y acciones específicas para la consecución de las metas - hay que incluir algunas en relación a las facilidades básicas (vías de transporte, energía eléctrica, etc.) y otras economías externas. Tal cosa implica haber definido y calificado las condiciones respectivas existentes.

De lo expuesto se deduce la necesidad de dos estudios principales relativos

a la localización: uno es el correspondiente a establecer la ubicación de las actividades manufactureras y las características industriales de cada centro y región: el otro es el de analizar las características y problemas regionales en cuanto a las llamadas fuerzas locacionales. Además, si los problemas de transporte están bajo consideración - porque inciden con significación en los costos de producción y/o distribución, o porque constituyen un cuello de botella - hay que agregar el estudio de los flujos inter-regionales y de los costos de transporte, al menos para materias primas y productos manufacturados seleccionados".*

Explicada la importancia de los factores de localización, se tratará de dar, a continuación, una clasificación de los mismos, basada en conceptos de diferentes autores.

Hacer generalizaciones sobre este aspecto no es tarea fácil, puesto que existen diversas actividades industriales que tienen características muy definidas, por ejemplo, la del cemento, cuya localización está influida totalmente por la ubicación de canteras, la textil que tiene que considerar una mayor proximidad al centro de consumo, ciertas industrias químicas que no pueden dejar de tomar en consideración los problemas de eliminación de desechos, etc.

Además, hay que considerar que en adición a los factores tangibles antes mencionados, existen una serie de factores intangibles, tales como medio ambiente, bienestar social, actividades de la comunidad, etc.

En todo caso, una enumeración generalizada de los factores puede servir como marco de referencia para el análisis locacional.

1.3.1 Clasificación de los factores de localización

Admitiendo que los factores de localización actúan como fuerzas de atracción, su influencia sobre la actividad productiva podría ejercerse en dos formas:

- a) En el sentido de orientar las industrias hacia aquellos puntos geográficos en que las variaciones de los costos de transporte o de fabricación sean más ventajosas; y
- b) En el sentido de aglomerar o dispersar las actividades económicas dentro del espacio geográfico.

El problema de la localización ha mantenido, en los dos casos antes expuestos, sus características económicas. En el primero, las ventajas geográficas (o

* Soza, Héctor. Análisis y programación industrial. p.79

en el espacio) de los costos de transporte, mano de obra, energía, etc., actúan como fuerzas de atracción. En el segundo, las reducciones de los costos de la actividad industrial se suceden como una consecuencia de la producción en gran escala, la concentración o economía de la urbanización y la aglomeración e integración.

Se identifican así dos tipos de factores de localización:

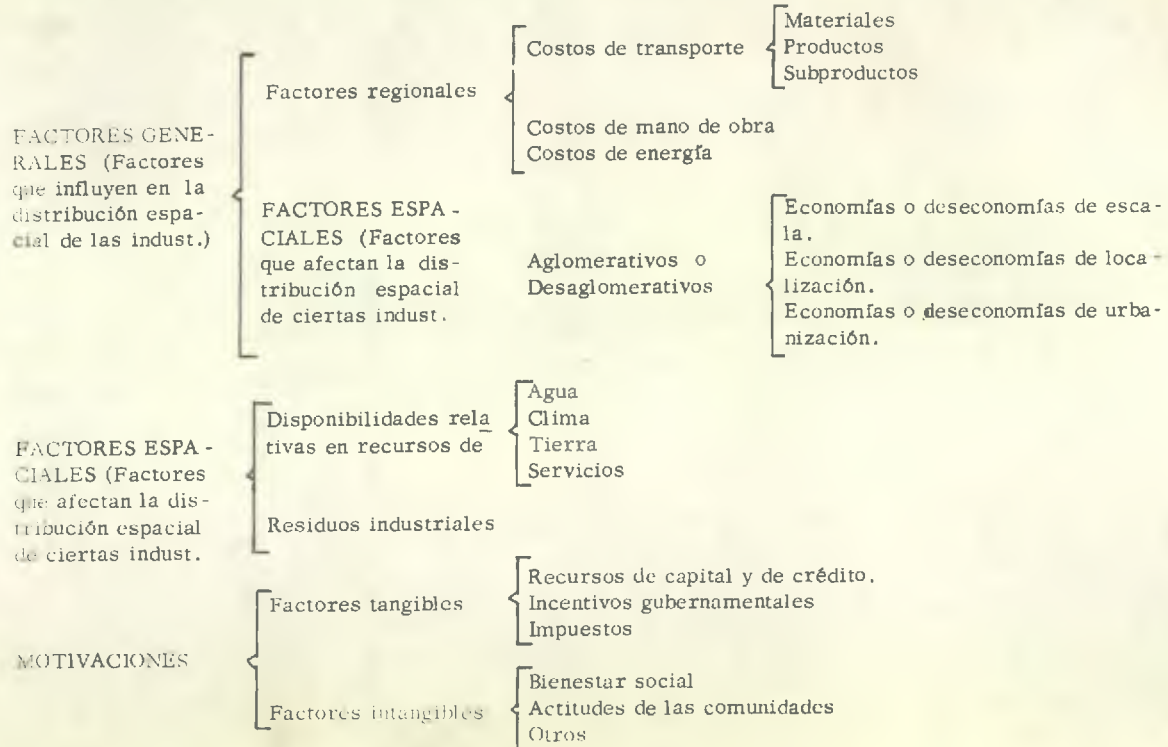
- a) Los factores regionales; y
- b) Los factores técnico-locacionales.

Por otra parte, se debe distinguir entre los factores de localización y las motivaciones.

De acuerdo con el Manual de Localización Industrial * -sobre el cual se han basado parte de las consideraciones antes expuestas - una clasificación de los factores de localización, podría ser la siguiente:

* Banco do Nordeste do Brasil. Manual de Localização Industrial. Capítulo 2.

CLASIFICACION DE LOS FACTORES DE LOCALIZACION



Otro autor, José Luis Sampedro,* ha hecho una clasificación de los factores así:

1 - Directos:

- a) Aquellos que tienen influencia sobre los costos de producción (materias primas, agua, mano de obra, instalaciones, dirección, capital y residuos);
- b) Los que tienen influencia sobre las ventas (mercado);

2 - Indirectos:

- a) Marco natural;
- b) Marco legal;
- c) Marco social.

De acuerdo con las consideraciones aportadas por Greenhut, a continuación se resumirán las características que este autor ha concedido a los factores que se consideran de mayor importancia en la teoría de la localización:

- a) Transporte: "El transporte se considera como uno de los determinantes de mayor importancia dentro de dos aspectos: costo de servicio y tipo de servicio. Si los costos de los fletes participan en una gran proporción dentro de los costos totales, al factor transporte deben introducirse elementos economizadores. Sin embargo, el deseo de economizar estos costos no quiere decir, necesariamente, que se haya llegado a una solución. Un prerrequisito para la obtención de la solución adecuada es que, los costos de transferencia varíaran sensiblemente de una localización a la otra. Un dato vital para la estimación del costo de transporte será, entonces, una combinación del cociente costo de transporte : costo total, y la diferencia de carga de transferencia en ubicaciones alternativas.

Una excepción terminológica a la regla anterior puede resultar cuando un producto es perecedero. En este caso, una empresa podría estar obligada a establecerse en el lugar del abastecimiento de la materia prima o en el centro de consumo, prescindiéndose de las diferenciales y relaciones de costo. En este caso, la rapidez del transporte y no el costo de servicio, resalta como el factor de mayor significación.

* Sampedro, José Luis. Principios Prácticos de Localización Industrial.

1.1. Costos de procesamiento en general: Las fuerzas del mercado señalan las posibilidades generales de beneficios para un bien determinado, pero pueden, por otro lado, ejercer poca influencia sobre el aspecto específico de una localización. Si los costos de transporte y las consideraciones sobre la demanda no requieren de una localización cerca de, o en el centro de dicha demanda, la selección de una ubicación en, o cerca de este punto, podría deberse a factores de costos de procesamiento. En forma similar, la fuente de obtención de los materiales, podría aparentar no tener demasiada atracción locacional, cuando el costo de transporte es de muy poca importancia, o cuando el flete de la materia prima (que se asume como obtenible de una sola fuente) y del producto terminado es similar.

Se debe entonces, encontrar algún otro factor -que no sea el costo de transporte- que explique el porqué de una localización cerca o en el lugar de abastecimiento de la materia prima. Hay que recordar que el costo de transporte, aun cuando en distancias cortas, puede ser de poca importancia, al mover materiales sobre distancias más largas puede aumentar sustancialmente. En este caso, el transporte es un elemento que limita el área a escoger...

Debe considerarse que las industrias que se orientan por los costos del proceso son aquellas cuyo producto tiene la característica de ser compacto, por lo que su costo de transferencia es de poca monta, siendo en cambio, el proceso de producción bastante complejo.... Los costos de procesamiento más importantes son: alquileres, costos de mano de obra directa e indirecta, costo de administración e intereses".*

- b) Mano de obra: Greenhut opina que la influencia que la mano de obra puede tener sobre la localización de una industria dependería de cinco condiciones: el nivel de los salarios, la productividad, sus actitudes en cuanto a paños, huelgas, etc., la oferta de la mano de obra y la legislación laboral. Pueden haber diferencias de tipo urbano-rural en el costo de mano de obra: en este caso las industrias que requieren de un empleo intensivo de mano de obra, buscarían las localizaciones donde ésta es más barata. Generalmente, una mano de obra de bajo costo, significa que ésta tiene poca o ninguna especialización.

Aparte de las consideraciones antes expuestas, se debe tener en cuenta la movilidad de la mano de obra. Este es un fenómeno muy común en países de alto desarrollo industrial en donde la constante creación de nuevos centros industriales que deben ubicarse en regiones más alejadas, para abatir costos, ejerce atracción sobre un sector de la mano de obra, que emigra ha

* Greenhut. Op. cit., pp. 106-128.

en esas nuevas localidades. Un caso típico es el del sur y oeste de los Estados Unidos donde el aumento de la mano de obra industrial ha crecido entre el 20 y 30 por ciento desde 1899, cuando el promedio nacional apenas ha llegado al 10 por ciento.*

- e) Capital: El capital disponible puede tener tres aspectos de importancia significativa en la teoría de la localización. En primer lugar, la disponibilidad y el costo del capital para el consumidor y el abastecedor de la empresa por localizar, juega un papel importante al decidir sobre el emplazamiento de una planta. En segundo lugar, se debe de estudiar la disponibilidad de ahorros para la emisión de bonos y acciones y, por último, debe conocerse la tasa de interés.

En el caso de las empresas de gran tamaño, la disponibilidad de capital en una localidad dada, generalmente no tiene importancia, ya que éstas usualmente cuentan con fondos propios.

- d) Legislación impositiva: De acuerdo con ciertos estudios realizados por firmas consultoras en los Estados Unidos, se ha llegado a la conclusión de que no existe correlación entre el aumento o disminución en los impuestos y la tasa de incremento o decremento de la producción industrial.

Otro autor, W. Isard, le concede un poco más de importancia al factor impositivo y asegura que, si se supone un caso hipotético en el cual los recursos de la tierra se deterioraran y los impuestos aumentaran, al moverse las empresas de una localidad a otra, se puede esperar que la curva promedio del costo correspondiente a la segunda localización, se desplazará, ceteris paribus, a un nivel más alto que la correspondiente curva de la primera localización.**

Edgar Hoover*** lleva su análisis aún más lejos y supone que la creación de ciertos impuestos afecta el poder de compra de la población y, por consiguiente, tiene un efecto indirecto sobre la localización, especialmente en el caso de aquellas industrias orientadas al mercado.

Ahora bien, este efecto puede causar un alejamiento de las industrias si el impuesto recaudado no es debidamente repartido en la región, o si la recaudación tiene una mayor incidencia sobre las utilidades de las empresas. Hoover ha

* Chinitz y Vernon. Changing Forces in Industrial Location. Harvard Business Review. Enero-Febrero 1960. pp. 126-136.

** W. Isard. Location and Space Economy. p.194.

*** E. M. Hoover. Localización de la actividad económica. p.282.

servado que "...las superficies edificadas de Baltimore, Washington y Chicago, antes y después de la expansión hacia zonas sub-urbanas ha demostrado ... que la ampliación hacia afuera ha seguido la estructura radial de las carreteras principales, pero ha dejado desocupadas zonas intersticias. Muchas de las soluciones de continuidad se deben a la rápida construcción fuera de los límites municipales para evitar los impuestos y otras restricciones a la edificación, antes de que se haya edificado todo el terreno vacío dentro de la ciudad".*

En resumen, parece estar claro que -al menos en lo que se refiere a la experiencia de los autores citados - la estructura impositiva de una región tiene efectos de relativa poca importancia sobre la localización de industrias en general. Los casos particulares dependerán, como sucede para todos los factores de localización, de las condiciones de cada planta por localizar.

1.4 La teoría de la localización industrial

Con anterioridad se ha hecho mención de algunos de los autores que pueden considerarse como los clásicos de la teoría de la localización, como lo son von Thünen, Weber y otros. Por consiguiente, ofrecer mayores consideraciones sobre los conceptos que estos han aportado, sería redundante y alejado de los propósitos de este trabajo.

En consecuencia, se ha considerado más importante destacar dentro de este capítulo, lo que apuntan autores como August Lösch, Edgar M. Hoover, Walter Isard y Melvin L. Greenhut, considerados en la actualidad, como los máximos exponentes de la teoría de la localización. Por otra parte se tratará de introducir algunos conceptos y modelos matemáticos que se consideran de algún interés.

1.4.1 Introducción a la teoría de la localización industrial

Las actividades de cualquier empresa se pueden clasificar en tres etapas:

- a) La obtención de los materiales necesarios para la producción;
- b) La transformación de estos en productos acabados o semi-acabados;
- c) La distribución o venta de los productos.

Seguidamente, puede decirse que la localización industrial se puede considerar, desde un punto de vista económico, como la relación funcional entre el costo

* E. M. Hoover, Op. cit. p.195.

mación, expresada así:

$$CT_{ai} = f(C_t, C_p)$$

en donde:

- CT_{ai} = Costo total de la actividad industrial.
- C_t = Suma de los costos de transporte.
- C_p = Suma de los costos del proceso industrial.

Esta es una formulación muy preliminar del problema. El concepto básico de la localización industrial requiere el análisis de los factores locacionales —en cuyas características ya se han discutido antes—, los que actuarán como fuerzas de atracción o contra-pesos, en la orientación hacia aquel espacio geográfico en el cual CT_{ai} sea el mínimo.

De acuerdo con la función anteriormente expresada, se pueden adelantar los siguientes supuestos del problema:

- a) Siendo $C_t > C_p$, la localización de industrias se orientará por las variaciones geográficas en el costo de transporte;
- b) Siendo $C_p > C_t$, la localización de industrias será orientada por las variaciones geográficas en los costos del proceso industrial; y,
- c) Siendo $C_t = C_p$, la localización de industrias se orientaría por las variaciones geográficas de otros costos.

Ahora bien, como C_t puede dividirse en:

- C_{t1} = Costos de transporte de materiales
- C_{t2} = Costos de transporte de productos

y C_p se puede descomponer así:

- C_{p1} = Costo de mano de obra
- C_{p2} = Costos de energía

del primer caso (C_t) la industria puede orientarse hacia :

- a) Las fuentes de materia prima, o
- b) Hacia los centros de consumo.

y, de acuerdo con el segundo caso (Cp) puede:

- a) Orientarse hacia la mano de obra, o
- b) Orientarse hacia las fuentes de energía.

También puede, en el caso de no aplicarse ninguna de las premisas ya mencionadas, tener una orientación no específicamente definida, de acuerdo con cualquier de los otros factores de localización.

1.4.2 Los costos de transferencia

Se iniciará el análisis de los costos de transporte bajo la mayor simplificación posible. Así, se supondrá dos puntos en el espacio: uno, el centro de abastecimiento de las materias primas (M) y, el segundo, el centro de consumo del producto que se piensa producir (C). Si los dos puntos así establecidos se unen por una línea recta, se tendrá lo que W. Isard llama "la línea locacional":



Fig. 1

Aquí se pueden encontrar dos variables de distancia: la distancia del punto M y la del punto C. La industria orientará su localización de acuerdo con el "peso" de cada uno de los puntos. Así, si $C = M$ le será indiferente localizarse en cualquier punto de la recta, aunque de preferencia se canalizará hacia los centros de consumo, los cuales ofrecen mayores comodidades para los empresarios. Si para una unidad de producto acabado, se requiere menos de una unidad de materia prima, o sea si M pesa menos que C, la industria tenderá a orientarse hacia C. En caso contrario, se orientaría hacia M, que es el centro de abastecimiento de materia prima.

El supuesto anterior es la mayor simplificación que se puede lograr dentro del análisis locacional.

El siguiente grado de aproximación a la realidad se logra al introducir mayor número de variables, así, por ejemplo, se podría tener un centro de consumo y dos puntos de abastecimiento de materias primas. Situando los tres puntos

sobre un mapa y uniéndolos por medio de líneas rectas, se obtendría lo que se ha denominado el "triángulo locacional":

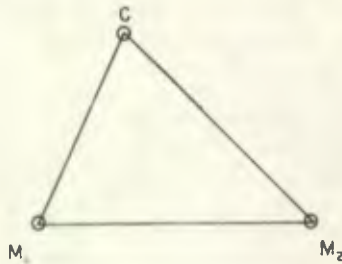


Fig. 2

En este caso la industria se orientará de acuerdo con los "pesos" de cada uno de los tres puntos, o sea que su ubicación podría ser sobre cualquiera de los tres lados del triángulo, o en un punto cualquiera dentro del mismo.

Tanto el concepto de la línea como del triángulo locacional pertenecen a la teoría weberiana, por lo que no se ha entrado a hacer un mayor análisis de los mismos. Su introducción en este capítulo obedece, más que todo, a su utilidad para el planteamiento general del problema.

Siguiendo el mismo razonamiento weberiano, se pueden introducir aún más variables al problema, suponiendo, por ejemplo, un centro de consumo y cuatro centros de abastecimiento de materias primas. Identificando cada uno de los puntos sobre un mapa y uniéndolos por medio de rectas, se podría obtener una figura similar a la siguiente:

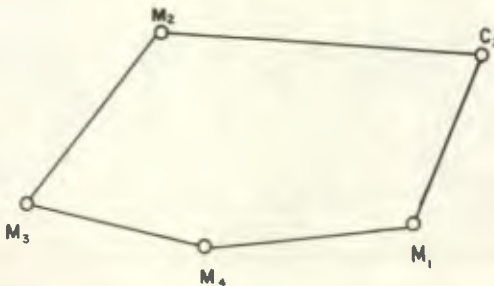


Fig. 3

La Fig. 3 representa un polígono locacional. Como podrá observarse, éste ofrece una situación más cercana a la realidad que las indicadas por las Figs. 1 y 2.

De acuerdo con el concepto del polígono locacional, el punto óptimo de localización, tomando en consideración los costos de transporte, estaría determinado por el peso de cada uno de los puntos de C y M.

La metodología seguida en este caso, tiene un desarrollo histórico que se fundamenta en la teoría weberiana y que llega a tener un mayor desarrollo en los escritos de algunos de los teóricos modernos como Hoover e Isard.

De acuerdo con estos últimos dicha teoría consiste, fundamentalmente, en el empleo de isocronos, isovectores, isodopanas e isotimias, cuyo conjunto se define como isofleas.

Se tiene, por consiguiente, que para la determinación del punto óptimo de localización en función del costo de transferencia, se cuenta con dos instrumentos de análisis: el polígono locacional y las isofleas.

De acuerdo con lo expuesto por Hoover* el costo de transporte quedaría determinado por la construcción de isofleas alrededor de los puntos M y C del polígono. El intervalo entre líneas adyacentes podría representar un costo unitario de transporte, como por ejemplo, \$CA 1.00 por tonelada. Ahora bien, el espaciamiento de las líneas alrededor de M y C, dependería de varias condiciones. En primer lugar habría que considerar el peso del material usado por cada unidad de producto; o sea, la relación materia prima/producto terminado, expresado en unidades de peso. Así, por ejemplo, la extracción de ciertos minerales daría, como resultado de la relación antes apuntada, un coeficiente bastante alto. En este caso, la ubicación de la planta tendería hacia cualquiera de los puntos M.

En segundo lugar, existe la relación entre tarifa-kilómetro-materia prima - tarifa-kilómetro-producto final. Debe recordarse que, generalmente, el transporte del producto acabado ocupa mayor volumen de espacio y su traslado de un lugar a otro requiere mayor cuidado (el producto puede ser frágil, deteriorable, etc.). En razón a esto, el costo de transporte del producto terminado sería más elevado que el traslado de la materia prima.

Otro elemento que debe considerarse al establecer costos unitarios de transporte, es la variación que estos ofrecen conforme las distancias se alargan. Los autores clásicos de la teoría asumían, no sólo un tipo único de transporte, sino tarifas unitarias iguales en cualquier dirección. A este respecto Hoover arguye que sería más apegado a la realidad suponer que las tarifas varían, no sólo con

* Hoover, E. M. Location Theory and the Shoe and Leather Industries.

el tipo de transporte empleado (lo cual incluiría al menos tres variables más: carga aérea, terrestre y marítima) sino, también de acuerdo con las condiciones de la infraestructura vial. Por otra parte, es caso común que exista una relación proporcionalmente inversa entre la distancia y el costo unitario de transporte.

Hechas las anteriores consideraciones, se procederá ahora a explicar la mecánica de la determinación de un punto óptimo de localización, por medio de la construcción de isofneas sobre un polígono locacional, el cual seguirá la siguiente metodología:

- Se construye el polígono locacional.
- Se construyen isovectores en torno a los vértices correspondientes a los materiales localizados y a los centros de consumo, o sea alrededor de los puntos de M y C; y, finalmente
- Se interpolan los isovectores efectuando sumas combinatorias de cada uno de los elementos M y C, que se hayan tomado en consideración. De aquí se debe poder derivar los puntos en que los costos de transporte de M y C sean iguales. En todos los casos en que esto suceda, la mejor localización será aquella que corresponda al número cardinal más bajo.

En forma de ilustración, se presenta un ejemplo sencillo en el cual se ha considerado solamente un punto de abastecimiento de materia prima y una localidad consumidora.* Dicho ejemplo se ha llevado al gráfico en la Fig.4 que a continuación se ofrece. Como podrá observarse, en la interpolación de cada uno de los isovectores se ha consignado -de acuerdo con la metodología antes expuesta- la suma de los valores de cada uno. De ahí resulta que se ha unido, por medio de líneas interrumpidas, aquellos puntos cuyas sumas resultaron iguales. Lógicamente, el número más bajo corresponde al área más pequeña dentro de la cual están enmarcados los puntos M y C, y el punto óptimo de localización es aquel en que se unen los isovectores M-5 y C-3.

* En este caso particular, en vez de trazar los isovectores alrededor de los puntos de un polígono, se ha empleado una "línea locacional". Este ejemplo está basado en un caso presentado en el Manual de Localización Industrial.

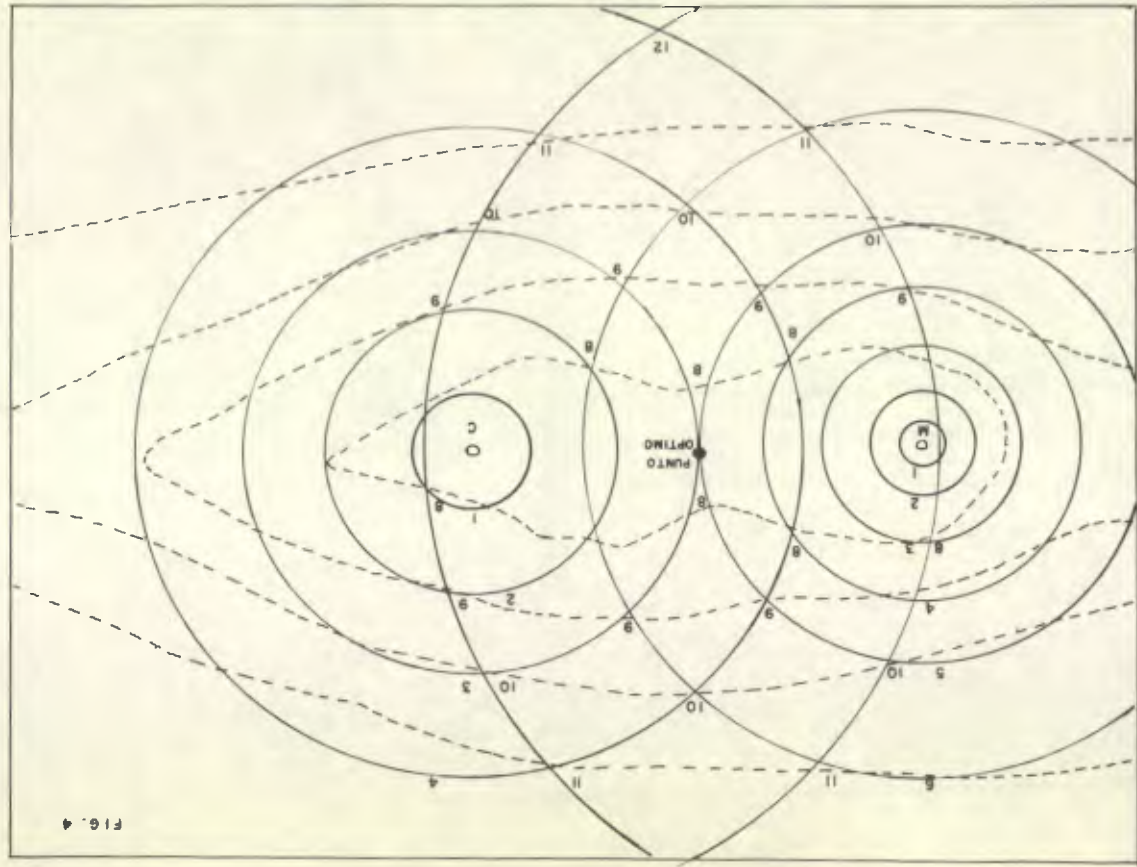


FIG. 4

Con base en los conceptos de la teoría general, hasta ahora expuestos -los cuales han llegado al desarrollo que aquí se ofrece, a través de agregados y modificaciones hechos por diversos autores - el problema de la localización ha encontrado múltiples soluciones para problemas más concretos. Así también, se encuentran cada día nuevos sistemas de cálculo que podrían encontrar aplicación en una forma más generalizada. Intentar resumir en este trabajo cada uno de los procedimientos que han surgido recientemente, sería una labor inacabable; no obstante, cabría desarrollar un ejemplo que, además de considerarse de bastante interés, tipifica el uso cada vez más frecuente de las matemáticas y la investigación operativa, para la solución de problemas de localización.

El planteamiento del problema se atribuye a A. H. McIlhose² y su representación gráfica se encuentra en la Fig. 5. En ésta se ha trazado un número finito de centros P_i , localizados dentro de un espacio geográfico determinado. Cada uno de estos centros tiene una relación directa con el centro F por localizar. En este caso se va a suponer que los puntos P_i representan áreas de mercado para una determinada industria, la cual deberá localizarse de acuerdo con el costo del transporte que determinarían las distancias del punto F a los puntos P_1, P_2, \dots . Con cada uno de los puntos fijos y en relación con la variable F se estima un índice de peso, que se puede definir como un valor cuantitativo que influiría sobre la ubicación de F . Para propósitos más prácticos este índice podría ser el costo de transporte por tonelada/kilómetro.

La solución matemática del problema debe encontrarse a través de un modelo que determine la localización óptima de F , de forma que la sumatoria del producto de una potencia de la distancia D_i , entre la variable F y los puntos fijos, multiplicado por la potencia de los índices V_i , sean iguales a un mínimo. Si a esta relación se le llamase la función Z_m , el resultado que sería un valor mínimo, daría la solución óptima.

La ecuación general sería:

$$Z_m = \sum_{i=1}^n V_i^m D_i^m$$

en donde:

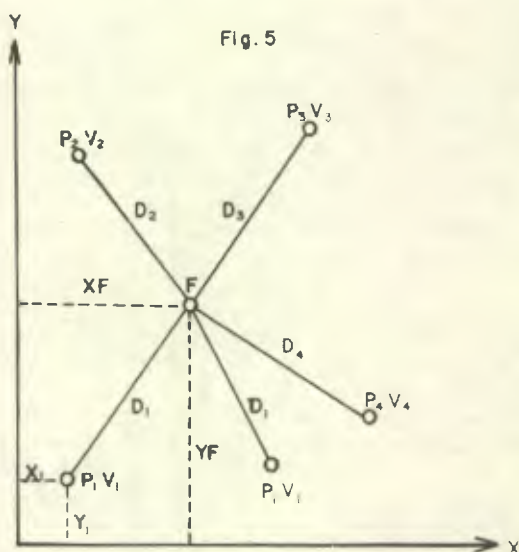
- m = El grado de la ecuación.
- n = Número entero finito que representa los puntos fijos (P).
- V_i = Índice de peso que relaciona cada uno de los puntos variables con el punto fijo F .

² A Quadratic Formulation of the Activity Location Problem. The Journal of Industrial Engineering, Sept. - Oct. 1961. p.334.

D_i = Distancia entre la localización de cada uno de los puntos variables y el punto F.

La función de segundo grado Z_2 se obtiene haciendo que $m = 2$, por consiguiente la ecuación 1 quedaría:

$$(2) \quad Z_2 = \sum_{i=1}^n V_i^2 D_i^2$$



La expresión para las coordenadas X_f y Y_f -véase Fig. 5- se obtiene expresando Z_2 en la siguiente forma:

$$\begin{aligned} Z_2 &= \sum_{i=1}^n V_i^2 \left[\sqrt{(X_f - X_i)^2 + (Y_f - Y_i)^2} \right]^2 \\ &= \sum V_i^2 \left[(X_f - X_i)^2 + (Y_f - Y_i)^2 \right] \end{aligned}$$

X y Y son variables independientes que toman la derivada parcial con respecto a X :

$$\frac{\partial Z_2}{\partial X} = \sum_{i=1}^n V_i^2 2(X_f - X_i)$$

Para establecer el mínimo, quedará entonces:

$$2 X_f \sum_{i=1}^n V_i^2 = 2 \sum_{i=1}^n V_i^2 X_i$$

por consiguiente:

$$(3) \quad X_f = \frac{\sum_{i=1}^n V_i^2 X_i}{\sum_{i=1}^n V_i^2}$$

$$(4) \quad Y_f = \frac{\sum_{i=1}^n V_i^2 Y_i}{\sum_{i=1}^n V_i^2}$$

El desarrollo de las ecuaciones (3) y (4) dará las coordenadas del punto F o sea, señalará la localización óptima de acuerdo con los pesos de las variables P_i .

1.4.3 Los costos de mano de obra y producción

La importancia del costo de la mano de obra como fuerza de localización se ha discutido a través de dos aspectos:

- Que su costo si determina la localización de ciertas industrias.
- Que no es su costo, sino su disponibilidad, el factor determinante.

En realidad ambos hechos tienen estrecha relación. Si la disponibilidad es esencial (ya sea en cantidad o en calidad) ésta depende enteramente de la movilidad de la mano de obra, y dicha movilidad debe tener un precio; el costo de atraer la mano de obra hacia el lugar en el que la planta se sitúe. Esta movilidad de los factores de mano de obra es lo que mantiene su costo a niveles similares de una región a la otra.

Tanto en este aspecto, como en los otros que tratan sobre la teoría de la localización, no es posible hacer generalizaciones. La disponibilidad o costo de la mano de obra será un factor determinante para la localización de una industria, sólo en aquellos casos en que el costo unitario de ella dentro del costo total del

producto, sea de una proporción relativamente mayor a los demás costos.

Algunas de las industrias que tradicionalmente se han orientado hacia la mano de obra, como la industria textil, se van reduciendo, en virtud de la mayor mecanización de los equipos.

La medición de la importancia que la mano de obra pudiese tener dentro del total de gastos de una planta industrial, se puede medir por el índice de costo de mano de obra, que es:

$$I_c = \frac{\text{Costo total mano de obra}}{\text{Volumen de producción}}$$

A propósito de la anterior relación, se debe hacer la salvedad que ésta sólo se aplica a industrias de transformación y no a las extractivas, donde dicho índice es elevado, pero no determinante, en absoluto, de la localización.

Ahora bien, pueden haber mutaciones de la industria desde un punto óptimo de transporte al punto óptimo de mano de obra. Se tendría como condición de sustitución económica entre un gasto y otro que:

$$\Delta C_t + \Delta C_p < 0$$

Hoover analiza dicha posibilidad de sustitución o mutación empleando los mismos modelos de isofleas que se presentan en el punto 1.3.2. Dicho análisis se efectúa en la forma siguiente:

Supóngase dos localizaciones dentro de un espacio geográfico:

- A = La localización óptima determinada de acuerdo con los costos de transporte.
- B = Una localización ventajosa de mano de obra, dentro del espacio geográfico en que se sitúa "A".

El problema por plantearse sería, entonces, de decidir si habría alguna ventaja de trasladarse de "A" a "B". La solución, en pocas palabras, depende de la isodopana de transporte en que "B" fuera a caer. Enseguida habría que calcular el índice de economía * de "B" y observar la isodopana crítica; ésta representa

* El índice de economía se define como la economía total en los gastos de mano de obra por unidad de producto que puede resultar de la variación regional en los niveles de los salarios.

la posición espacial en que los aumentos del costo de transporte pueden ser menores que la disminución del costo de mano de obra. Suponiendo que el índice de economía fuese \$CA 2.00, la situación podría ser la siguiente:

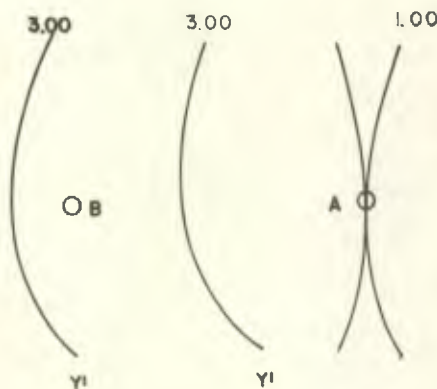


Fig. 6

Si el punto de mejor localización de la mano de obra se encontrara adentro de la isodopana crítica Y^* , si existiera una ventaja en mover la empresa de A para B. En cambio, de encontrarse la isodopana crítica en la posición Y, no habría ninguna ventaja en mover la localización de A para B.

De todo lo anteriormente expuesto, se pueden derivar ciertas conclusiones generales, así:

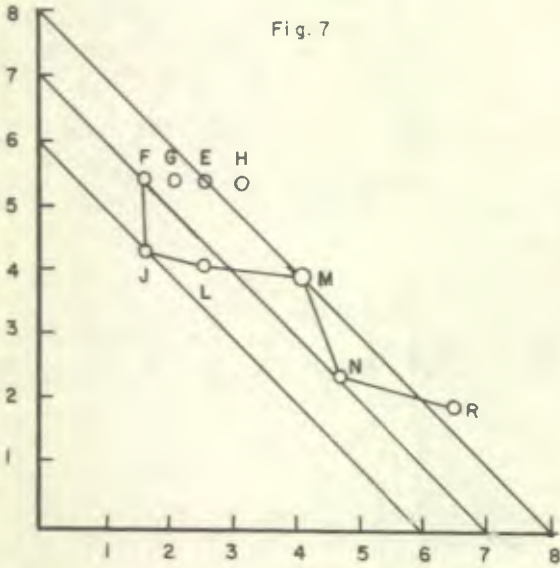
- El grado de movilidad de una industria, está en razón inversa a su peso locacional y de las tarifas.
- Cuando menor sea el peso locacional y cuando menor la relación tarifaria - tonelada/kilómetro, tanto mayor la expansión, en el espacio geográfico, de las isodopanas, de donde resulta, también, una mayor capacidad de la isodopana crítica a alejarse del punto de localización de los costos mínimos de transporte.

En franco desacuerdo con la metodología propuesta por Hoover*, W. Isard El empleo de las isodopanas por Hoover no es, en realidad, original. Es más bien una mejora sobre los métodos sugeridos por Weber, el cual, a su vez, se basó en conceptos expuestos con anterioridad por Palander.

desarrolla un sistema, para decidir entre alternativas de localización óptima, ya sea por el factor transporte o factor mano de obra. El método de Isard se denomina la línea de sustitución de gastos, y el mismo se desarrolla sobre un sistema de coordenadas, en el cual, sobre uno de los ejes se colocan los gastos de transporte y, sobre el otro, los gastos de mano de obra.

En la Fig. 7 se han supuesto varios puntos de localización (F, G, E, H) de los cuales se ha escogido a F como el óptimo, por ofrecer el costo de transporte más bajo. A guisa de ejemplo, y también en la figura ya mencionada, se han incluido varios puntos que han sido considerados como de bajo costo de mano de obra (J, L, M, N, R). Uniendo los puntos F, J, L, M, N, R se obtiene la línea de sustitución de gastos. Esta representa las sustituciones posibles entre los gastos de transporte y los gastos de mano de obra. Al dibujar las líneas de iso-gastos \overline{CD} , \overline{VW} y \overline{TV} , se obtienen valores que, para el caso del punto J, significan Q.6.00 en gastos de transporte y \$CA 6.00 en gastos de mano de obra.

De acuerdo con la técnica empleada por Hoover, se debe construir una isodopana crítica para cada ubicación de mano de obra barata, considerar solamente las localidades que caen dentro de la isodopana crítica y seleccionar aquella que, en términos de distancia ideal, se encuentra más apartada de la isodopana crítica.



De acuerdo con la técnica que recomienda Isard, solamente habría que observar si algunos puntos que representan localidades de mano de obra barata, se encuentran dentro de las líneas de iso-gastos más bajos que el punto que representa la ubicación óptima del transporte. Si ninguna llena este requisito, no habrá ninguna desviación hacia la localización de la mano de obra. Si una o más lo llenan, entonces la industria se desplazará a una de las localidades de mano de obra barata y, precisamente, hacia aquella que se encuentra sobre la línea de iso-gasto más bajo. Tal es el caso del punto J en la Fig. 7.

En lo que se refiere a los costos de producción de una industria, cabría considerar, en primer lugar, el factor energía eléctrica. Este no fue tratado en forma específica por Weber y otros autores de la teoría clásica de la localización, sin embargo, la energía eléctrica y, en especial, la hidroeléctrica introduce nuevos aspectos al desenvolvimiento de la teoría locacional. Esto tiene estrecha relación con los recursos de agua disponibles, los que, lógicamente, no son los misimos en todas las regiones y por consiguiente hacen que el costo de la energía varíe.

Para poder conocer la influencia que podría ejercer el costo de energía eléctrica sobre la localización de una industria, o sobre la distribución espacial de diferentes industrias, Hoover sugiere emplear el mismo sistema utilizado para la localización de la mano de obra, o sea la elaboración de índices de costo de energía.

W. Isard, por otra parte, también sugiere un sistema similar al que empleara con referencia a la mano de obra. A este respecto, sugiere lo siguiente: "Debe aclararse que, en esta nueva situación podría utilizarse un procedimiento paralelo al antes sugerido. Para cada punto en la línea de insumos de transporte se puede asignar, no solamente los gastos de transporte necesarios, de acuerdo con lo que señala la línea de iso-gasto, sino también los costos de energía. Para cada uno de estos, los gastos de transporte y energía asociados pueden trazarse en un gráfico, en el cual serán medidos, respectivamente, en el eje horizontal y vertical. Al apreciar la totalidad de los puntos trazados en dicho gráfico, se considerará únicamente aquel que represente el menor gasto en transporte, y cuando se conectan dichos puntos, de acuerdo con el orden de importancia de los gastos de transporte, se obtiene otra línea de sustitución de gastos. Esta ofrecerá las posibilidades de sustitución más representativas entre el costo del transporte y el costo de energía, de la misma forma que la línea de sustitución de gastos que se presentara en la Fig. 7, representa una sustitución entre los gastos de transporte y mano de obra.... Dadas las líneas de iso-gasto y de sustitución, sería posible identificar, dentro de la situación asumida, la localización óptima. Esta correspondería a aquel punto de la línea de sustitución de gastos, que se encuentra en la línea de iso-gasto más bajo. De esta forma, se pueden expresar las condiciones del equilibrio. Podría así permitirse la sustitución, en localidades de energía barata, de insumos de energía por insumos de transporte y otros insumos,

siempre que las condiciones económicas y tecnológicas lo permitan... En esta forma, la significación que pudiese ofrecer la variación en los costos de energía puede ser evaluada bajo una serie de premisas dadas. Cuando el punto de la línea de sustitución de gastos, que coincide con la línea de iso-gasto más bajo, corresponde a un punto de localización en el cual el costo de energía es, también, el más bajo, se tiene el caso típico de una industria que estará orientada hacia las fuentes de energía".

Con respecto a los otros factores de localización, el autor antes citado, dice lo siguiente:

"En forma similar, es posible hacer consideraciones sobre las variaciones en los costos de otros insumos, que resultan de una diversidad cualitativa y cuantitativa en recursos minerales y humanos, y de las diferencias en las instituciones políticas y culturales. Paralelamente con la variación en los gastos de transporte, la variación de la tasa de interés entre regiones, podría considerarse en forma aislada. Se podrían construir líneas de sustitución de gastos.... e iso-líneas pertinentes, para determinar si existen puntos de localización con tasas de interés lo suficientemente bajas para desplazar la ubicación de la industria del punto de costo mínimo del transporte. Dentro de este problema, se debe dar, al menos, una consideración implícita a las alternativas en el empleo de diferentes clases de recursos de capital y a la totalidad de los puntos de sustitución de insumos que se asociarían con los diferentes aspectos de la estructura del capital. También sería posible considerar, en forma aislada, variaciones en el gasto de transporte y el gasto por impuestos, o el gasto del transporte y gastos generales de producción y, finalmente, se considerarían los efectos que, sobre los gastos, podría tener el valorizar la conveniencia de diversas ubicaciones en función de los factores climáticos o ambientales, restricciones de tipo sindical, aglomeración industrial, etc."**

En resumen, se ha presentado una brevísima relación de los conceptos teóricos más conocidos en lo que se refiere a la localización de industrias, tomando en consideración los costos de los insumos. Así, queda claramente delimitada una primera parte de la teoría de la localización que, aun cuando considera solamente este aspecto, tiene estrecha relación con una segunda fase de análisis, la cual se considerará a continuación.

1.4.4 Las áreas de mercado

El análisis de las áreas de mercado para la determinación del punto óptimo

* W. Isard. Op. cit. p.132.

** W. Isard. Op. cit. p.132-133.

de la ubicación de una industria ha recibido especial atención en la obra La economía de la localización de August Lösch. Por consiguiente, en el punto que ahora se desarrolla, se resumirá la teoría expuesta por este eminente economista alemán, y se hará referencia, al mismo tiempo, al Manual de Localización Industrial del Banco del Nordeste de Brasil.

En los modelos de localización que hasta ahora se han presentado, se ha supuesto un solo centro de consumo (o área de mercado) sobre el cual inciden las diferentes y posibles localizaciones de la planta. En realidad, dentro de la relación locacional existente entre área de mercado y punto óptimo de producción, tan solo se ha establecido el vínculo bastante relativo del costo de transporte, estableciéndose el punto de ubicación más adecuado unilateralmente, en función de los insumos de la industria.

Lösch establece una íntima relación entre los dos grandes factores de la localización: los insumos y el mercado. Enfatiza que el único tratamiento correcto del problema de la localización es aquel que no pierde de vista ambos aspectos, y que, además, determina la orientación más adecuada de una industria de acuerdo con la obtención de los lucros máximos para el emprendedor.

En lo que se refiere, en forma ya específica, al tema que ahora se trata, Lösch ha dicho: "Entre todos los factores que están en capacidad de crear una región económica, escogeremos aquellos que son esencialmente económicos. Consideraremos áreas de mercado que no sean el resultado de alguna desigualdad natural o política, pero que resultan de la interacción de fuerzas puramente económicas, algunas tendiendo hacia la concentración y otras hacia la dispersión. Dentro de las primeras se encuentran las ventajas de la especialización y producción en gran escala; dentro de las segundas, las ventajas en costos de transporte y diversificación en la producción".*

Finalmente, cabría señalar que con el empleo del concepto de insumos de transporte, queda demostrado en forma muy clara, como el análisis de la producción para un punto de consumo, puede ser visualizado como el caso especial del análisis de la producción para un área de mercado.

Este último se puede relacionar específicamente, con:

- a) La capacidad competitiva de las empresas, de acuerdo con su interdependencia espacial; y,
- b) Las posibilidades económicas de las empresas de aumentar su producción, para poder servir a áreas de mercado más extensas.

* A. Lösch. Op. cit. p.105.

A continuación se tratará de ampliar sobre cada una de las anteriores características.

1.4.4.1 La interdependencia espacial

Dice Lösch "Una planta se puede ubicar en aquel lugar en el cual el ingreso sea mayor, en vez de aquel lugar en que los costos son menores. Aún más parcial que el escoger el sitio de mayor volumen de ventas, sería el establecer una planta de acuerdo con los componentes de este último: cantidad y precio. Una orientación hacia el mercado de mayor volumen, dependería más bien del número de compradores, en tanto que la orientación hacia mayores precios buscaría los lugares de mayor poder adquisitivo. El primero, por consiguiente, favorecería áreas populares, el segundo se orientaría hacia áreas más prósperas. Ambos preferirían una localización que estuviera alejada de la competencia".*

Está claro, entonces, que el simple hecho de la existencia de una amplia área de mercado, no es determinante para el mejor desenvolvimiento de una industria a localizar. El análisis del área de mercado debe ahondar aún más, en el sentido de tomar en cuenta la capacidad competitiva.

La metodología empleada por Lösch se basa en un sistema en el cual se delimitan las áreas, tomando en cuenta los precios FOB de las industrias en situación competitiva, las distancias que las separan entre sí y entre los diversos centros de consumo y, finalmente, las tarifas de transporte o costos de transferencia. También debe tomarse en cuenta la homogeneidad o no-homogeneidad de los productos.

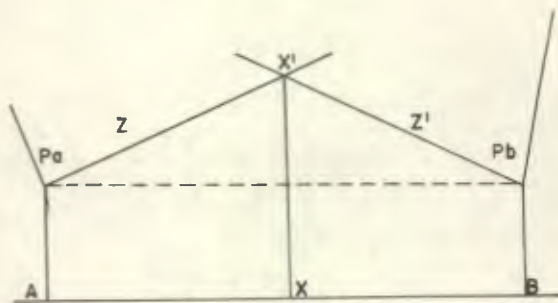
En la Fig. 8, que a continuación se inserta, se presenta un modelo simplificado para la determinación de las áreas de mercado, en el cual se han supuesto las premisas siguientes:

- a) Se tomarán en cuenta dos empresas: A y B;
- b) Los artículos producidos por éstas son homogéneos en cuanto a tipo de producto, calidades, tecnología empleada, etc.;
- c) El precio FOB de las dos industrias está dado por P_a y P_b ;
- d) La distancia entre cada una de las industrias se designará como D_a y D_b ; y,
- e) Las tarifas de transporte quedarán expresadas como T_a y T_b .

* A. Lösch. Op. Cit. p. 26.

Al igual que en el ejemplo simplificado que se presenta en la Fig. 1, se considerará, en este caso, una línea locacional en la cual los consumidores se encontrarán a lo largo de dicha recta (A B).

Fig. 8



Ampliando la explicación sobre la Fig. 8, se tiene que:

- A, B = Los puntos de localización de cada una de las industrias tomadas en consideración.
- $\overline{A B}$ = La distribución espacial de cada uno de los centros consumidores, los cuales podrían ser uno solo o la cantidad infinitesimal de puntos que componen la recta.
- $\perp A, \perp B$ (P_a, P_b) = Los precios FOB de cada empresa que, por ser homogéneo el producto, se supondrán iguales.
- Z, Z' = Los pendientes de transporte que indican el costo de transporte para cada uno de los puntos a lo largo de la recta $\overline{A B}$, por unidad de distancia de A para B y viceversa. Se podría decir, entonces, que $Z = T_a \times D_a$ y que $Z' = T_b \times D_b$.

Ahora bien, establecidos los precios FOB, o sea, el precio del artículo homogéneo que se estudia en el punto de su producción A o B, se debe de establecer el precio CIF representado por el precio FOB más el costo de transferencia

hacia cualquiera de los puntos que componen la recta A B. Este estaría dado por:

$$A = P_a + T_a D_a$$

$$B = P_b + T_b D_b$$

Con las aclaraciones anteriores ya es posible definir el límite de mercado de cada una de las empresas A, B, o sea el área dentro de la cual cada una puede vender su mercancía en condiciones competitivas de precio. Este límite estaría representado por la igualdad:

$$P_a + T_a D_a = P_b + T_b D_b$$

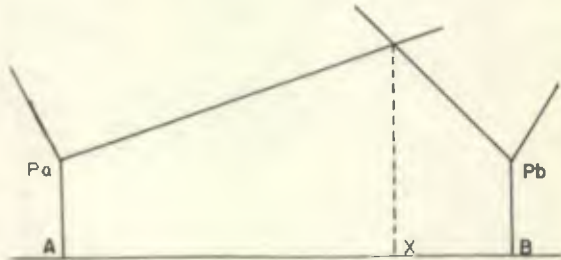
o sea, el lugar preciso en que el precio CIF de A es igual al precio CIF de B. En la Fig. 8, dicho punto está representado por X, y la perpendicular XX' que conecta las pendientes de transporte, sería el lugar preciso en el cual se dividirían las áreas de ambas empresas. A esto Lösch le llama una "situación de iso-equilibrio", en la cual el punto del equilibrio, tanto para los consumidores como para los productores, estaría dado por la ecuación:

$$(P_a + T_a D_a) - (P_b + T_b D_b) = 0$$

Este mismo punto X se conoce también como el "punto de indiferencia", o sea, aquel lugar en el espacio geográfico en el cual al consumidor le es indiferente comprar el producto A o el producto B.

Ampliando el análisis en torno a una situación más real, se puede suponer que, por ejemplo, existan diferencias en los costos de transporte unitarios de cada una de las empresas. Así, podría darse el caso que $P_a < P_b$ y $T_a < T_b$, en cuyo caso la situación de iso-equilibrio sería la que se ofrece en la Fig. 9. En este caso, los costos de transferencia por unidad de distancia son menos elevados en la dirección de A para B, que de B para A. Esta situación permitiría a A extender su mercado más cerca de B (x) que a este último para A.

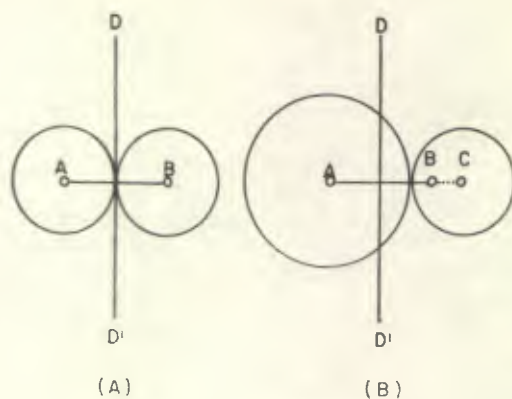
Fig. 9



Al igual que el ejemplo anterior, se pueden dar diversas situaciones en que, por ejemplo, $P_a > P_b$, o $T_b < T_a$; en cada caso, el gráfico de las líneas de transporte delimitaría las áreas de mercado respectivas.

En los modelos presentados hasta aquí se ha supuesto una distribución de los consumidores a lo largo de una sola línea recta. Aun cuando este supuesto es muy conveniente para los propósitos de ir construyendo todo un sistema teórico, parece muy dudoso que una situación similar se presente en la realidad.

Así, se podría pensar que, en una situación real, los consumidores sin duda se encuentran distribuidos en forma totalmente desordenada dentro de un espacio geográfico. A efecto de simplificar en sus inicios el análisis, se podría suponer que dicho espacio estaría representado por un círculo, tal como se ha trazado en la siguiente Fig. 10.



En la Fig. 10 A se presenta el caso en que $P_a = P_b$ y $T_a = T_b$; así, se encuentra una situación de iso-equilibrio en la que ambas áreas de mercado están siendo cubiertas en proporciones idénticas para cada una de las empresas A y B, y el límite de cada una está dado por la línea DD' , o, más exactamente, por la tangencia de ambas circunferencias.

En el caso 10 B se tiene que $P_a = P_b$, pero $T_a < T_b$. Esta diferencia en las tarifas representa, para B, un alejamiento de su posición de equilibrio límite, lo cual se traduce en un desplazamiento del centro del círculo B para C (línea interrumpida). Para la industria A, esta situación, por supuesto, representaría una expansión de su mercado.

En la misma forma se podrían estimar áreas de mercado para dos industrias, suponiendo que, por ejemplo, $P_a < P_b$ y $T_a = T_b$.

Con base en el aparato teórico hasta ahora expuesto, Lösch desarrolla su teoría de las áreas de mercado de diferentes conformaciones y, lo que Isard ha llamado "su sistema general".

Con el propósito de simplificar y acortar en lo más posible la exposición de dicho sistema, a continuación se citará algunos de los conceptos que Isard ha sin realizado magníficamente en torno a la teoría de Lösch: "...Cuál es el área del

mercado? ¿Cómo son sus fronteras? Estas preguntas son fundamentales.

Lösch postula lo siguiente: un plano geográfico amplio y homogéneo, con características de transporte uniformes hacia todas las direcciones y con una accesibilidad pareja de materias primas, en cantidades suficientes para la producción; una distribución uniforme de población agrícola, con gustos y preferencias similares, siendo cada unidad auto-suficiente al inicio; conocimiento tecnológico disseminado a través de la región y accesibilidad de oportunidades de producción para todos.... En esta situación, un individuo podría encontrar ventajas (de acuerdo con las economías de producción en gran escala en contraposición con desventajas en el costo de transporte) en producir un artículo que sobrepone las necesidades de la unidad auto-suficiente; su área de mercado podría asumir una forma circular.

Sin embargo, si un agricultor encuentran un beneficio en producir más de lo que requieren sus necesidades, otros pueden ser atraídos a hacer lo mismo; así, la presión de la competencia, al eliminar todos los beneficios excesivos, no sólo logrará que se reduzca el área de mercado del producto original, sino transformará su forma circular en un exágono. Lösch mantiene que ésta es la forma ideal de un área de mercado. En primer lugar, una red de mercados exagonales cubrirá completamente cualquier área bajo consideración, en tanto que mercados circulares dejarían pequeños espacios sin cubrir, tal como podría verse fácilmente en una presentación gráfica. En segundo lugar, de todos los polígonos rectangulares (exágono, cuadrado, triángulo) que podrían cubrir un área, el exágono es el que menos se aleja de la forma circular y, en consecuencia, minimiza los costos de transporte al satisfacer una demanda dada. Expresado en otra forma, el exágono maximiza la demanda de la población de un área. Para cada bien, entonces, el espacio geográfico se divide en una serie de áreas de mercado en forma de panal. A continuación, Lösch agrupa estos "panales" de acuerdo con el tamaño de sus respectivas unidades de mercado, y, empleando un método que concuerda con el criterio ya establecido de un esfuerzo mínimo de transporte, ordena el diseño de red resultante alrededor de un punto de producción común para, así, obtener un sistema de redes".*

Se tiene, entonces, un nuevo concepto en cuanto a la conformación de las áreas de mercado. En lo que se refiere al sistema general de Lösch, Isard ha simplificado su desarrollo matemático a través de un modelo que sigue las pautas generales que a continuación se ofrecen.

En un cuadro se presentan los "símbolos del ordenamiento espacial", la posición, dentro del plano o espacio, de cada uno de los puntos de producción está designada por un sistema de coordenadas (X, Y). El límite de cada una de las áreas de mercado, de cada unidad de producción, está representado por un conjun-

* W. Isard. Op. Cit. pp. 44-45.

to de ecuaciones, estando cada una de éstas definida por el correspondiente símbolo griego, tal como se presenta a continuación:

Producto	Lugar de la producción - Posición -	Número	Límite del área Ecuación	Número
1	$P_1^1 (X_1^1 Y_1^1); P_2^1 \dots P_a^1$	a	$\alpha_1^1, \beta_1^1 \dots \epsilon_1^1, \alpha_2^1, \beta_2^1 \dots A$	
2	$P_1^2 (X_1^2 Y_1^2); P_2^2 \dots P_b^2$	b	$\alpha_1^2, \beta_1^2 \dots \eta_1^2, \alpha_2^2, \beta_2^2 \dots B$	
.
.
.
m	$P_1^m (X_1^m Y_1^m); P_2^m \dots P_q^m$	q	$\alpha_1^m, \beta_1^m \dots \rho_1^m, \alpha_2^m, \beta_2^m \dots Q$	
m	(total)	n	(total)	N

$$= a + b + \dots + q$$

$$= \frac{A + B + \dots + Q}{2}$$

Teniendo en cuenta los anteriores símbolos de ordenamiento espacial, Lusch presenta una serie de variables, algunas dadas y otras por encontrar; estas son:

A. Variables conocidas:

$d^m = f^m(\pi)$ demanda individual de un bien m.

$\Pi q^m = \phi^m(Dq)$ precio FOB
 $K q^m = x^m(Dq)$ costo medio de producción. } del bien m, en el lugar q, como una función de la demanda total.

$S q^m = Dq^m (\Pi q^m - k q^m)$ el beneficio que rinde el producto m en el lugar q.

G = Población rural por kilómetro cuadrado

$G q^m =$ Población de la ciudad $P q^m$

- r = Costo de transporte.
- m = Número de productos
- = Área total.

B. Variables por encontrar:

	Número de Variables
1 Π_q^m = Precio FOB del bien m en el lugar P_q^m	n
2 G^m = Área de mercado del lugar P_q^m , en kilómetros cuadrados	n
3 q^m = El número de localidades que producen el bien m .	m
4 X_q^m, Y_q^m = Coordinador de la localización P_q^m .	2n
5 $\alpha_q^m, \beta_q^m, \dots, \epsilon_q^m$ = Ecuación de los límites del área de mercado P_q^m .	N
Total	4n+m+N

Establecida la simbología del ordenamiento espacial, y cada una de las variables conocidas y por encontrar, Lösch establece las condiciones de equilibrio en la forma siguiente: "La primera condición de equilibrio que debe satisfacerse, es que, cada productor ocupe una posición dentro del espacio en el cual maximiza sus ganancias; como resultado de esto, encontrará que no será deseable cambiar su ubicación ya sea en dirección de X o de Y. En segundo lugar, todo el plano geográfico bajo consideración debe ser totalmente cubierto por las áreas de mercado de un bien particular. Tercero, no debe existir una ganancia anormal; el costo de cada bien producido en cada una de las fábricas debe ser igual al precio de fábrica. Cuarto, los cambios en el costo y precio medio que resultan de un cambio infinitesimal en el tamaño del área de mercado de cualquier producto, deben ser iguales. Esto sería una consecuencia de suponer que habría libre ingreso de productos en cualquier tipo de producción, y de la curva de demanda de pendiente negativa que el productor enfrentará..... La quinta condición requiere que, cualquier consumidor en cualquier punto límite del área, debe ser indiferente a las posibles fuentes de producción, de las que pueda obtener cier

lo bien, al mismo precio mínimo de entrega. En vista que, in toto, el número de ecuaciones presentadas.... son iguales al número de variables desconocidas, el sistema de economía espacial está determinado; las desconocidas pueden derivarse."*

El sistema de equilibrio empleado por Lösch, de acuerdo con el método simplificado de Isard, sería el siguiente:

Condiciones	Ecuaciones que llenan las condiciones	Número de Ecuaciones
1 - Beneficios máximos *	$\frac{\partial S_q^m}{\partial Y_q^m} = 0$ $\frac{\partial S_q^m}{\partial X_q^m} = 0$	2n
2 - Área total utilizada	$G_1^m + G_2^m + \dots + G_q^m = G$	m
3 - Condición de que no existan beneficios anormales	$\phi_q^m (Dq) = X^m (Dq)$	n
4 - Condición que el área sea lo más reducida posible	$\frac{\partial \pi_q^m}{\partial G_q^m} = \frac{\partial k_q^m}{\partial G_q^m}$	n
5 - Líneas de indiferencia como límites	Para cualquier punto X, Y en el límite $\pi_q^m + r_q^m \sqrt{(X - X_q^m)^2 + (Y - Y_q^m)^2} =$ $\pi_{q-1}^m + r_{q-1}^m \sqrt{(X - X_{q-1}^m)^2 + (Y - Y_{q-1}^m)^2} =$	

* De acuerdo con lo que permita el área de mercado de la localización P_q^m y las coordenadas de dicha localización.

1.4.4.2 La extensión de las industrias hacia áreas más amplias

En el punto anterior se presentaron algunos casos de ampliación del área de mercado de una industria. Sin embargo, en los ejemplos señalados se supuso que el nivel de producción de la empresa estaría pre-fijado, manteniéndose constante. En la realidad esto no siempre ocurre. Una industria aumentará su nivel de producción, siempre que el mercado lo permita, hasta el aprovechamiento

* W. Isard. Op. Cit. pp.45-46.

to máximo de su capacidad, tratando de obtener economías de escala. Por otra parte, una empresa iniciará sus actividades supliendo aquellos mercados que se encuentran más cerca de ella y, conforme sus procesos de producción se optimicen, tratará de buscar una ampliación de su área de mercado.

El problema, en concreto, sería de suponer que una empresa que va a suplir un mercado determinado se preguntara hasta qué límite sería conveniente la expansión de su área de mercado, considerando, por una parte, la disminución de los costos unitarios en virtud de las economías de escala y, por otra, los aumentos en el costo unitario de transferencia, en virtud de la ampliación de las distancias.

Así, podría suponerse que el área de mercado podría seguirse ampliando si:

$$-\Delta Pa > Ta \quad \text{ó si}$$

$$-\Delta Pa = \Delta Ta$$

Por otra parte, el área del mercado no podría ampliarse si:

$$-\Delta Pa < \Delta Ta$$

lo cual daría el límite del área de mercado.

De acuerdo con los anteriores lineamientos, Hoover ha desarrollado un modelo basado en lo que él llamara la "línea marginal" (marginal line). Esta indicaría como varían los precios CIF, para cada punto extremo del mercado, de acuerdo con la extensión geográfica del área de mercado de una industria.

Pueden presentarse dos situaciones:

- a) De no haber competencia, se podría suponer que la empresa cubriría un mercado cuya extensión estaría determinada por las diferencias o igualdad entre el costo de producción y el costo de transporte; y,
- b) De haber competencia, dentro de los límites que establece $-\Delta Pa < \Delta Ta$, tendría que establecerse hasta que punto una empresa (o dos empresas, vis

* Siendo $-\Delta$ = Disminución en el costo unitario.

Δ = Aumento en el costo unitario.

Pa = Precio de la empresa "a".

Ta = Costo de transporte de la empresa "a".

tas conjuntamente), pueden aumentar sus áreas de mercado, como consecuencia de un aumento en las escalas de producción.

Para los efectos anteriores, Hoover ha elaborado un diagrama - el cual se presenta en la Fig. 11 - en el cual la curva que conecta las extremidades superiores de las líneas perpendiculares a la recta AN' o sea $CPSOH$, indica como varían los precios CIF.

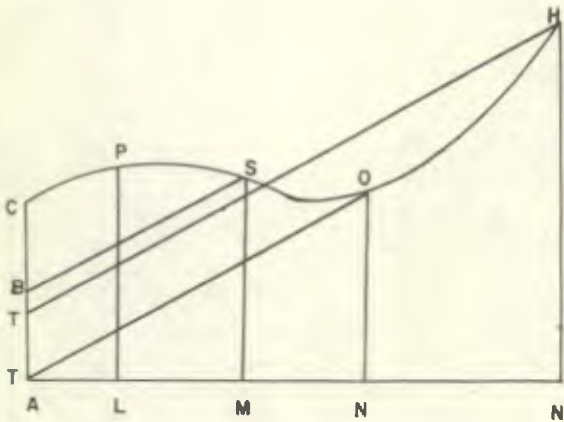


Fig 11

Suponiendo que A es el punto de localización de una empresa y - simplificando nuevamente - que los consumidores de la producción de dicha empresa se encuentran distribuidos a lo largo de la recta AN' , podría pensarse que, en sus inicios, la industria suplirá los mercados localizados en A y L. En el punto A no habrían costos de transporte, por lo que el precio CIF = FOB. En el punto L, el precio FOB sería el mismo, en tanto que el precio CIF estaría representado por la perpendicular LP. La diferencial entre el precio FOB y el precio CIF sería el costo de transporte del producto de A a L, representado por la línea CP que se denomina la "pendiente de transporte".

Si siguiendo con el análisis de la Fig. 11 y suponiendo que la empresa situada en A decida abastecer el mercado M, al disminuir los costos de transporte en razón de que la distancia es mayor, el costo unitario CIF (S) disminuirá con relación al costo P.

En forma similar se podría seguir haciendo el análisis para cada uno de los mercados N y N' en que, en el primer caso, el costo seguiría bajando en virtud de las economías de transporte; para el segundo caso (N') el monto de producción necesario para cubrir la totalidad de los mercados o consumidores de AN', introduciría deseconomías de transporte que aumentarían el costo unitario del producto de O a H. En virtud de los resultados que ha ofrecido el caso hipotético que ahora se discute, puede llegarse a la conclusión que la empresa que se localiza en el punto A, considerando los costos unitarios de su producción a distintos niveles y el costo unitario del transporte a diferentes distancias, encuentra el límite de su área de mercado dentro de los confines de la recta AN.

El análisis anteriormente efectuado puede ampliarse, en el sentido de incluir dos empresas dentro de una misma área de mercado; para las dos situaciones, una o dos empresas, se pueden, finalmente, derivar las siguientes conclusiones:

- a) Al no haber un competidor, una empresa tendría posibilidades de expandir su área de mercado hasta un nivel y una distancia límite, en el cual su precio CIF sea menor o, al menos, igual al precio CIF correspondiente a su mercado inicial. Su nivel de producción sería, en consecuencia, equivalente al nivel límite; y,
- b) Habiendo un competidor, una empresa sólo puede ampliar su área de mercado hasta aquel punto, dentro del espacio geográfico, en que sus precios CIF sean iguales al precio CIF de la competencia.

En conclusión, podría decirse que, el análisis de las áreas de mercado constituye uno de los problemas más complejos de la teoría de la localización. Observando el desarrollo de dicho problema a través de lo expuesto en el presente apartado, se observa que la delimitación de las áreas de mercado depende fundamentalmente de la interrelación de tres factores:

- a) Los costos de producción;
- b) El sistema de precios, con referencia, en especial, a la existencia o carencia de una discriminación geográfica de precios; y,
- c) Los costos de transporte.

Lo que se ha tratado de demostrar es el resultado de los efectos de algunas de estas interrelaciones, a partir de una demarcación elemental de las áreas de mercado, de acuerdo con los fundamentos teóricos más sencillos, aportados por aquellos autores que más han contribuido a encontrar soluciones al problema de

la localización. Hasta que punto dichos fundamentos pudieran tener aplicación práctica dentro de los problemas de la realidad en general y -en lo que respecta a este trabajo de tesis - para el caso de la industria centroamericana, será motivo de más amplia exposición en capítulos posteriores.

1.5 Elementos para la localización de industrias en Centroamérica

1.5.1 Generalidades

Es indiscutible que, aun para el caso de los países industrialmente desarrollados en cuyo medio y para cuyos problemas específicos de localización se ha elaborado todo el aparato teórico hasta ahora expuesto, la adaptación de una teoría general a ciertos casos específicos, no es siempre posible.

Esto no debe, sin embargo, reducir la importancia que dicha teoría pudiera ofrecer como una metodología o como un grupo de lineamientos generales que puedan servir de base para el análisis de casos particulares.

Para los países en vías de desarrollo, en donde la estructura económica presenta características muy especiales y, sobre todo, muy diferentes a aquellas que prevalecen en las economías desarrolladas, la adaptación de la teoría de la localización -en su forma más generalizada - debería sujetarse a una reformulación.

Esto no significa que se pretenda presentar toda una nueva teoría, sino que, únicamente se tratará de eliminar los factores que se consideran de poca importancia y resaltar aquellos de mayor trascendencia. Cabe, no obstante, hacer notar que, aun dentro de la reformulación que se pretende realizar, la aplicación del caso general a problemas ya específicos, podría introducir variables que dependerán del planteamiento que se haga.

En lo que se refiere a Centroamérica, es oportuno citar algunas de las conclusiones a que se llega en el trabajo La localización industrial y la integración económica centroamericana.

"Al pasar revista... a los principios que generalmente se aplican en la determinación de la localización industrial, y los factores que puedan influenciar la localización de nuevas industrias en Centro América, dentro del esquema de integración económica regional, salta a la vista la conveniencia de estudiar más profundamente el tema de la localización, no sólo en sus aspectos básicos de aplicación general, sino especialmente en lo que se refiere al caso concreto de la inte-

gración regional, que presenta aspectos dignos de la mayor atención.

Con el propósito de despertar interés en tales estudios,..... se recogen a continuación.... algunos puntos de vista.....:

- i) El problema de la localización de nuevas industrias en Centro América, dentro del esquema de integración económica gradual y progresiva del Istmo centroamericano, debiera contemplarse no sólo desde el punto de vista del empresario individual sino del planificador regional, teniendo en cuenta los intereses de la mancomunidad. Ello impone la necesidad de contrapesar juiciosamente los elementos de una localización óptima desde el punto de vista del productor, con los de una localización racional y económica desde el ángulo de los intereses de la región. En otras palabras, debiera buscarse la coincidencia de los intereses del empresario con los de la región en conjunto.
- ii) Los principios de localización no deben juzgarse estática sino dinámicamente. Ello impone la necesidad de ajustarlos a las cambiantes condiciones de la región y a sus avances en el terreno de la integración de sus actividades económicas. Como corolario, deben preverse con la mayor aproximación posible y con base en todos los elementos de juicio disponibles, los cambios que puedan ocurrir y que afecten la localización de las industrias.
- iii) En relación con el punto anterior, debe tenerse en cuenta que una mala localización inicial puede significar el fracaso de la empresa y que casi nunca es factible económicamente efectuar un cambio de localización de una planta industrial establecida.
- iv) Los adelantos de la tecnología influyen la localización industrial. De ahí que el analista debe estudiar cuidadosamente las alternativas de orden técnico que puedan existir, los procesos más adecuados de fabricación; las posibilidades de usar distintas fuentes de energía y en general los progresos tecnológicos aplicables en relación al tamaño de las plantas, antes de decidir la localización óptima. En Centro América, donde el estado general de la tecnología no está muy avanzado, es doblemente necesario tener en cuenta esos aspectos a fin de evitar el establecimiento de fábricas anticuadas tecnológicamente.
- v) Teniendo como antecedente la situación que actualmente prevalece en Centro América en lo referente a transportes y mercados, es probable que las industrias cuya orientación natural sea hacia el mercado, encuentren dificultades para encontrar su ubicación racional, en vista de la dispersión espacial de los núcleos de población económicamente activa -que constituyen los consumidores-, a lo largo del Istmo Centroamericano, lo cual se agrava por la inadecuada red de comunicaciones que entza los mercados y el alto

costo de los transportes.

- vii) La carencia de combustibles y el insuficiente y desigual desarrollo de la energía eléctrica en los cinco países de la región, tanto en cuanto a disponibilidad como en cuanto a tarifas, introduce elementos de perturbación en el desarrollo industrial y en la localización de nuevas industrias, especialmente de aquellas que requieren un abastecimiento considerable de energía. El probable apareamiento de petróleo en la región puede cambiar ese cuadro.
- viii) Las dificultades que todavía existen en el Istmo para permitir una amplia movilidad de los factores de la producción, constituyen un obstáculo para la localización nacional de las industrias.
- ix) Dentro del proceso dinámico de la integración económica regional no debe subestimarse las posibilidades de establecer industrias destinadas a abastecer mercados subregionales, compuestos de dos o más países. En este caso la localización de las plantas debiera estudiarse cuidadosamente, teniendo en mira la ulterior expansión de los mercados.
- ix) El estudio de la localización de las industrias, dentro del programa de integración económica centroamericana, debiera responder, en primer término, a los principios racionales universalmente aceptados en materia de localización industrial; en segundo término, a los criterios de especialización y complementariedad que se fundan en la diversidad de recursos y en las ventajas comparativas que tenga cada país; y en tercer término, a las conveniencias de la reciprocidad económica entre las repúblicas centroamericanas. A pesar de las dificultades de orden práctico para conciliar esos tres elementos, debería procurarse llegar en cada caso a un equilibrio racional de los mismos.*

De la cita anterior cabe destacar —además de las consideraciones generales que se han presentado en torno al problema de la localización en el medio centroamericano— la sugerencia que se ha hecho de poder encontrar una posible conciliación entre los puntos de vista del empresario y del programador.

Tanto el uno como el otro indudablemente se regirán por los principios generales que la teoría de la localización ha previsto. En un segundo término, es indiscutible que ninguno de los dos —empresario y programador— puedan dejar de tomar en cuenta ciertas peculiaridades ambientales que —pasando de lo general a lo particular— puedan modificar las metodologías específicas hasta ahora empleadas en los problemas de la localización de industrias.

* Noriega Morales, Manuel. La Localización industrial y la integración económica centroamericana, pp.91-95.

Sin embargo, se presentan divergencias en la conciliación de los criterios considerados hasta el momento, cuando el programador debe encontrar una coyuntura favorable entre una localización óptima obtenida por criterios que también se refieren propios del empresario y una localización, que puede no ser óptima, impuesta por factores políticos derivados, por ejemplo, del movimiento integracionista centroamericano.

Hechas las anteriores salvedades, se podría suponer que, tanto el programador como el empresario, enfrentarían problemas de situar, dentro de un espacio geográfico (en este caso el área centroamericana) una planta industrial específica cuyos datos generales (mercado, capacidades mínimas y ciertos costos) se van a suponer como ya determinados. Se tiene entonces dos elementos: un espacio geográfico y un posible proyecto. En una primera etapa, se deberá considerar, la siguiente información específica:

- a) El volumen de la demanda determinada para cada una de las regiones que se consideran:
- b) El tamaño mínimo económico de la planta; y,
- c) El volumen físico de los insumos requeridos.

En una segunda etapa se debe de proceder a establecer los "pesos relativos" de los factores sobre el plano geográfico. En otras palabras, se debe determinar en que regiones el volumen de la demanda se acerca más a la escala mínima de producción de la planta proyectada o en cuales la sobrepasa. Luego debe compararse el inventario de los volúmenes físicos de insumos para cada región, seleccionando aquella o aquellas que presentan las mejores características. Así, por un proceso simultáneo en que se tome en cuenta conjuntamente el volumen de la demanda y de los insumos, teniendo como base de calificación el tamaño mínimo del proyecto, se llegará a aislar una región, o varias sub-regiones colindantes, por un proceso de eliminación sucesiva.

Para los efectos de ubicar el punto óptimo de localización dentro de la región antes mencionada, se debe de considerar los llamados factores específicos de la localización.

Cabe observar que en cada uno de los cinco países del área se encuentran dos o tres centros urbanos en los cuales se tiene una alta concentración poblacional que, en adición, se enmarca dentro de una economía monetaria más desarrollada y que, de inmediato, sitúa a dichas conglomeraciones como los más importantes centros de consumo en el área.

Por último, se debe establecer con qué medios físicos se cuenta (carrete-

ras, ferrocarriles, etc.) para suplir dichos centros de consumo.

Hechas las anteriores observaciones se presentará a continuación una clasificación de los factores de localización que, para el caso general de la ubicación de industrias, se ha considerado como adecuada y suficiente, para el área centroamericana.

Los demás factores que la teoría ha considerado se han descartado, ya sea porque su importancia para el área es nula o porque su condición es muy similar en cualquiera de los cinco países de la región. Por otra parte, se ha incluido lo que aquí se llamará el costo de inversión e instalación; por ser el capital uno de los recursos escasos del área y por ser su costo elevado, las inversiones en terrenos y edificios que se realicen tienen una gran importancia. En tanto más bajas sean dichas inversiones, más alto será el rendimiento social del capital. Por otra parte, como los países no pueden evitar pagar un alto precio por las inversiones en maquinaria que deban realizar, tiene importancia como un factor del costo, y así mismo como un factor de localización, ubicar las industrias en aquellas áreas en que el costo de terreno y edificación sea el mínimo posible.

Los factores hasta aquí analizados, que son los que se estiman de mayor relevancia para la ubicación de una planta industrial en Centroamérica, se presentan resumidos a continuación: *

1 - FACTORES DE DEMANDA

- a) Número de centros de consumo;
- b) El volumen de dicho consumo.

2 - FACTORES DE COSTO DE TRANSFORMACION

- a) Materias primas: localización y volumen; **
- b) Mano de obra: cantidad y costo;
- c) Energía eléctrica, agua y combustibles, cantidad y costo.

3 - FACTORES DE TRANSFERENCIA

- a) Infraestructura de vías de comunicación;
- b) Costo de transporte.

4 - FACTORES DE COSTO DE INVERSION E INSTALACION

- a) Costo del terreno;

* No se incluyó el factor político por no ser cuantificable.

** Se refiere únicamente a materias primas de origen centroamericano, ya que las que se importen dependen únicamente del costo de transferencia.

- b) Costo de edificación;
- c) Costo de entrenamiento de la mano de obra.

Determinados los factores de localización que se han considerado más importantes para las condiciones del área centroamericana, para efectos de comparación se procederá, a continuación, a discutir las metodologías expuestas por diversos autores y que ya han sido presentadas en esta tesis.

El primer aspecto que se destaca es que algunos de los factores locacionales no han sido tomados en consideración. Así, por ejemplo, en el empleo del triángulo y del polígono locacional se considera únicamente un centro de consumo y dos o más centros de abastecimiento de materias primas, relacionándolos a través del costo de transferencia. Igual cosa sucede con el empleo de las iso-líneas.

Pasando hacia los sistemas más recientes, como lo es el modelo de McHose (p.19) se observa que en este caso se adolece del defecto de no poderse trabajar con el suficiente número de variables que se presentan en la práctica. El ponente de este trabajo ha empleado tal modelo en diversas ocasiones y ha podido observar que, únicamente en el caso de la localización de silos, en que sólo se consideran dos variables: áreas de producción de granos y costo de transporte, ha dado resultados más o menos aceptables.

También se han encontrado omisiones en los modelos que examinan los costos de mano de obra, áreas de mercado, etc., que proponen autores como Isard, Hoover y otros. El modelo del "sistema de equilibrio" de Lösch (véase p.33) -autor que ha tratado el tema con mayor profundidad y detenimiento- tiene la ventaja de contemplar un mayor número de variables. Sin embargo, no destaca los factores de localización que se han considerado de importancia en el medio centroamericano.

En lo que se refiere a la ampliación de áreas de mercado y la competencia, cualquier elaboración que sobre la misma se pudiera realizar dentro del problema de la localización, no dejaría de tener más que un significado eminentemente técnico.

Considerando todas las observaciones hechas con anterioridad, se puede en tonces asumir que la elaboración de un modelo general para determinar la mejor ubicación de una planta industrial en el área centroamericana debería considerar como variables mínimas los factores de localización considerados al principio del presente punto y presentar un desarrollo matemático sencillo que, de darse el caso, pueda permitir la fácil introducción de variables adicionales, en donde esto sea necesario.

1.5.2 La elaboración de un modelo aplicable al área centroamericana

Aun cuando el modelo que se presentará, se ha conceptuado como un modelo de aplicación general, se ha considerado conveniente desarrollarlo sobre la base de un caso hipotético.*

Así, asumiendo que el volumen de la demanda ya ha sido determinado, por lo que únicamente resta localizar áreas específicas de mayor consumo, se supondrá una planta que trabajará a las siguientes capacidades:

1er año	9 500 TM/año
3er año	17 500
5º año	23 500

La vida útil de la planta se estima en veinte años.

Además, se deberá tomar en consideración los siguientes datos:

- a) Sobre un plano geográfico dado (véase Fig.13) se han fijado cinco puntos, así: "b", "c" y "d", como centros de consumo y "a" como centro de abastecimiento de materia prima. Además se ha supuesto un conglomerado de población de menor importancia (e), para el posible abastecimiento de mano de obra. El mercado de la planta considerada está concentrado en el punto "b" en un 90 por ciento. Los otros mercados "c" y "d" se encuentran a distancias de 150 y 300 kilómetros, cada uno de "b". La distancia entre "a" y "b" es de 200 kilómetros y entre "a" y "e" hay 25 kilómetros. Al trabajar a su capacidad óptima -en la cual, además, se supone que deberán manifestarse definitivas economías de escala- la planta estará en capacidad de cubrir un 60 por ciento del mercado de dicho producto que, hasta el presente, se satisfacía en su totalidad por importaciones.
- b) La totalidad de la materia prima que se consumirá, se obtiene en un punto localizado en "a" (véase Fig.13).
- c) Los requerimientos de mano de obra máximos (para la capacidad 3) serán de 400 operarios calificados, repartidos en tres turnos de trabajo. Para las capacidades 1 y 2 serán de 200 y 300 trabajadores, respectivamente. Para la fácil obtención de esta cantidad de operarios, se estima que debe tenerse, en la proximidad de la planta un conglomerado urbano o sub-urbano de, al menos, 40 000 habitantes. En el punto "b" la población sobrepasa el millón de habitantes, en tanto que en "a" ésta llega a los 75 000. Hay ade-

* El modelo aquí presentado fue elaborado, para un caso práctico de localización, por el Ingeniero Hugo Fenton M., experto en investigación operativa, y el autor de este trabajo.

más un conglomerado sub-urbano en "e" cuya población sobrepasa ligeramente los 40 000. En los puntos "c" y "d" se cuenta con poblaciones de apenas 20 000 habitantes. Únicamente en "b" se estima poder obtener un 75 por ciento de mano de obra especializada. En cualquier localización fuera de un radio de 40 kilómetros de "b", la mano de obra que se obtenga debe ser entrenada. El costo de esta preparación se ha estimado en \$CA 75.00, por operario. El costo de la mano de obra en "b" es de \$CA 3.50 por operario/día,* en tanto que en "a" y "e", por ser un medio sub-urbano y no haber mano de obra calificada, el costo sería de \$CA 2.50 operario/día.

- d) El consumo de energía de la planta se estima, para cada capacidad prevista, así:

Capacidad 1 :	300 000 Kwh/año
Capacidad 2 :	550 000
Capacidad 3 :	800 000

Esta energía se encuentra disponible a todo lo largo de la distancia "ab" y al mismo costo. Del punto "b" al "d" y del "b" al "c" la disponibilidad de energía para consumo industrial se vuelve cada vez más escasa, conforme se aleja de "b", por no haber líneas adecuadas de distribución.

- e) El consumo de agua no tiene mayor importancia dentro del proceso industrial, pero se debe contar con, por lo menos 600 mt³/año. El empleo de combustibles y lubricantes carece de importancia.
- f) El único medio de comunicación de "a" para "b" es una carretera de doble vía asfaltada. El costo, por contrato, de transporte de la materia prima se ha fijado en \$CA 0.03 TM/kilómetro, en tanto que para el producto terminado, que por su empaque y otros factores ocupa un mayor volumen de espacio, será de \$CA 0.09 TM/kilómetro. Las otras vías de comunicación consideradas son carreteras de segundo orden.
- g) Se debe contar con un terreno que, tomando en consideración ampliaciones futuras, deberá tener una extensión de 30 000 mt². El costo del terreno, sobre la carretera en "a" y "e" es de \$CA 1.00/mt². Dentro de un radio de 20 kilómetros, alrededor de "b", dicho costo oscila entre \$CA 2.50 a 3.50 mt².
- h) La edificación necesaria se estima en 25 000 mt² para la capacidad 3 y en 15 000 y 20 000 para las capacidades 1 y 2. El costo de edificación industrial en "a" y "e" es de \$CA 75.00/mt², considerando que casi todo el material debe ser transportado de "b". En "b" este costo es de \$CA 70.00/mt².

* Para efectos de cálculo se supondrá que se pagaran 365 días al año.

1) Se debe prever un movimiento mensual de materia prima a las tres diferentes capacidades, así:

Capacidad 1 :	950 TM
Capacidad 2 :	1 750
Capacidad 3 :	2 350

La relación producto terminado/materia prima será de 0,80, siendo los desperdicios no aprovechables en su totalidad. El costo de la materia prima, a cualquier capacidad, se estima en \$CA 0.0799 el kilogramo.

Llevando los datos anteriores a un mapa de la región hipotética, esta quedaría visualizada en la forma que a continuación se presenta:

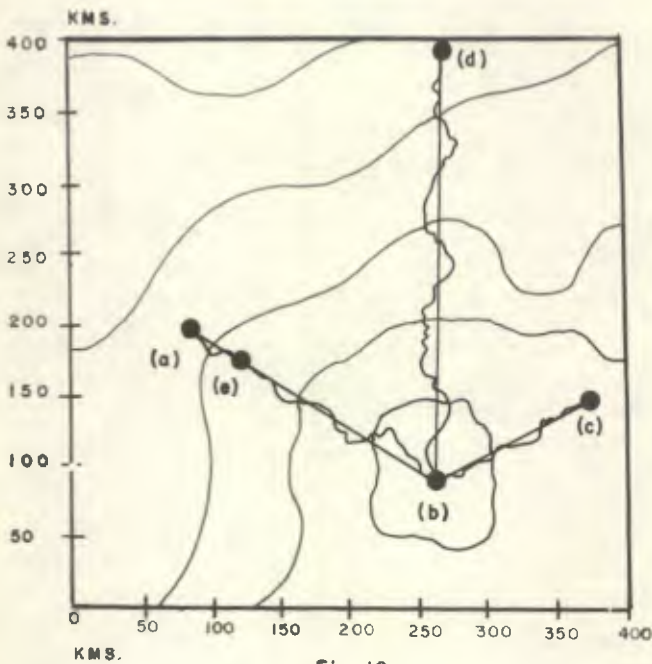


Fig. 12

En un análisis a-priori, podrían descartarse, de una vez, las localizaciones "c" y "d" ya que, de acuerdo con los datos consignados anteriormente, además de presentar éstas un número de habitantes de relativa menor importancia, no cuentan con una infraestructura adecuada de vías de comunicación y producción de energía eléctrica.

De acuerdo, entonces, con los datos que se establecieron para cada una de las posibles áreas de emplazamiento -ahora reducidas a las ubicaciones "a" y "b"- a continuación se deberán calcular los costos unitarios así:

LOCALIZACION A Y E
(Costo = \$CA x TM)

	Capacidades		
	1	2	3
Costo transporte	18.00	18.00	18.00
Costo energía eléctrica *	0.63	0.47	0.44
Costo mano de obra **	19.29	15.71	15.59
Costo materia prima	79.90	79.90	79.90
Costo de terreno	3.16	1.72	1.28
Costo de edificación	118.42	85.72	79.78

* Se estimó \$CA 0.02, 0.015 y 0.013 el Kwh, para las capacidades 1, 2 y 3, respectivamente.

** Incluye el costo de entrenamiento amortizado en los 20 años de la vida útil de la planta.

LOCALIZACION B
(Costo = \$CA x TM)

	Capacidades		
	1	2	3
Costo de transporte	7.20	7.20	7.20
Costo energía eléctrica *	0.63	0.47	0.44
Costo mano de obra **	23.07	18.79	18.65
Costo materia prima	79.90	79.90	79.90
Costo de terreno	11.05	6.00	4.47
Costo de edificación	110.53	80.00	74.46

* Se estimó \$CA 0.02, 0.015 y 0.013 el Kwh, para las capacidades 1, 2 y 3, respectivamente.

** Incluye el costo de entrenamiento amortizado en los 20 años de la vida útil de la planta.

La suma de los costos e inversiones unitarias para cada una de las capacidades de cada posible localización presentada anteriormente permitiría, ya a esta altura, determinar el punto de localización óptima.

Sin embargo, y para seguir una metodología que se adapte a las técnicas modernas empleadas para explicar modelos en una forma matemática, a continuación se elaborará un modelo lineal que permita ajustar cada uno de los costos determinados para diferentes capacidades a una recta. Además de poder justificar la localización óptima a través de métodos econométricos, el modelo a desarrollar permitiría llevar a un gráfico cada uno de los rubros de costos e inversiones unitarias, ofreciendo, en esta forma, la posibilidad de obtener una impresión visual más clara de la situación.

Por otra parte, dicho ajuste de los costos a una ecuación lineal de primer grado, como se hará en este ejemplo, o a una ecuación de cualquier otro tipo, permitiría efectuar extrapolaciones que harían posible establecer la situación de una planta a capacidades mayores, menores o intermedias de las que se han tomado en consideración.

Para los efectos anteriores, se asumirá que:

Si:

- X = Inversión, por unidad de producción, en edificios.
- Y = Inversión, por unidad de producción, en terrenos.
- M = Costo unitario de la materia prima.
- W = Costo unitario de la energía eléctrica.
- O = Costo unitario de mano de obra.
- T = Costo unitario de transporte.
- C = Capacidad de producción, en toneladas métricas y producción efectiva de la planta, suponiendo una eficiencia del 100 por ciento.
- L_1 = Localización en, o entre, "a" y "e".
- L_2 = Localización en "b".
- λ = Número de años de vida útil del proyecto.

Entonces:

$$L_1 = F(X_1, Y_1, M_1, W_1, O_1, T_1)$$

$$L_2 = F(X_2, Y_2, M_2, W_2, O_2, T_2)$$

de donde L_1 sería:

$$1 \quad X_1 = \alpha_1^1 (C)$$

$$2 \quad Y_1 = \alpha_1^2 (C)$$

$$3 \quad M_1 = \alpha_1^3 (C)$$

$$4 \quad W_1 = \alpha_1^4 (C)$$

$$5 \quad O_1 = \alpha_1^5 (C)$$

$$6 \quad T_1 = \alpha_1^6 (C)$$

y L_2 sería :

$$1 \quad X_2 = \alpha_2^1 (C)$$

$$2 \quad Y_2 = \alpha_2^2 (C)$$

$$3 \quad M_2 = \alpha_2^3 (C)$$

$$4 \quad W_2 = \alpha_2^4 (C)$$

$$5 \quad O_2 = \alpha_2^5 (C)$$

$$6 \quad T_2 = \alpha_2^6 (C)$$

Determinadas las anteriores funciones de costos unitarios, para cada una de las localizaciones, se deben calcular las ecuaciones lineales que se ajustan a dichas funciones, siendo éstas las siguientes:

Localización L_1

$$\begin{array}{l} 1 \quad X_C = 142.3 - 28.3 c \\ 2 \quad Y_C = 4.3 - 1.3 c \\ 3 \quad M_C = 79.9 \\ 4 \quad W_C = 0.746 - 0.139 c \\ 5 \quad O_C = 23.0 - 3.6 c \\ 6 \quad T_C = 18.0 \end{array}$$

Localización L_2

$$\begin{array}{l} 1 \quad X_C = 130.8 - 25.2 c \\ 2 \quad Y_C = 14.9 - 4.6 c \\ 3 \quad M_C = 79.9 \\ 4 \quad W_C = 0.746 - 0.139 c \\ 5 \quad O_C = 27.3 - 4.2 c \\ 6 \quad T_C = 7.20 \end{array}$$

Resolviendo las anteriores ecuaciones, de acuerdo con cada una de las capacidades (que en este caso son $C = 0.95, 1.75, 2.35$) se obtiene, para cada una de las localizaciones propuestas, los resultados que figuran en las páginas 53 y 54.

Las ecuaciones calculadas en tales cuadros ofrecen un total para los costos unitarios y otro para las inversiones unitarias, de acuerdo con las tres capacidades de planta propuestas y para cada una de las posibles ubicaciones.

Dichos resultados son los siguientes:

$$1 \quad L_1^1 = 118.1 + 118.4 = 236.5$$

$$L_2^1 = 111.0 + 117.4 = 228.4$$

$$L_1^1 > L_2^1$$

$$2 \quad L_1^2 = 115.1 + 94.8 = 209.9$$

$$L_2^2 = 107.6 + 93.6 = 201.2$$

$$L_1^2 > L_2^2$$

$$3 \quad L_1^3 = 112.9 + 77.1 = 190.0$$

$$L_2^3 = 104.9 + 75.7 = 180.6$$

$$L_1^3 > L_2^3$$

LOCALIZACION L₁

Ecuaciones de costos unitarios	Ecuaciones de inversiones unitarias	
	<u>Si C₁ = 0.95 :</u>	
M _c = 79.9	M _c = 79.9	= 79.9
W _c = 0.746 - 0.139c	W _c = 0.746 - 0.132	= 0.6
O _c = 23.0 - 3.6	O _c = 23.0 - 3.4	= 19.6
T _c = 14.0	T _c = 18.0	= 18.0
	$L_1^1 \sum_{n=M}^T N_c$	= 118.1
	<u>Si C₂ = 1.75 :</u>	
	M _c = 79.9	= 79.9
	W _c = 0.746 - 0.243	= 0.5
	O _c = 23.0 - 6.3	= 16.7
	T _c = 18.0	= 18.0
	$L_1^2 \sum_{n=M}^T N_c$	= 115.1
	<u>Si C₃ = 2.35 :</u>	
	M _c = 79.9	= 79.9
	W _c = 0.746 - 0.327	= 0.4
	O _c = 23.0 - 8.4	= 14.6
	T _c = 18.0	= 18.0
	$L_1^3 \sum_{n=M}^T N_c$	= 112.9
	<u>Si C₁ = 0.95 :</u>	
	X _c = 142.3 - 28.3c	
	Y _c = 4.3 - 1.3c	
	$L_1^1 \sum_{n=X}^Y N_c$	= 118.4
	<u>Si C₂ = 1.75 :</u>	
	X _c = 142.3 - 49.5	= 92.8
	Y _c = 4.3 - 2.3	= 2.0
	$L_1^2 \sum_{n=X}^Y N_c$	= 94.8
	<u>Si C₃ = 2.35 :</u>	
	X _c = 142.3 - 66.5	= 75.8
	Y _c = 4.3 - 3.0	= 1.3
	$L_1^3 \sum_{n=X}^Y N_c$	= 77.1

LOCALIZACION L₂

Ecuaciones de costos unitarios	Ecuaciones de inversiones unitarias	
$M_c = 79.9$ $W_c = 0.746 - 0.139c$ $O_c = 27.3 - 4.2c$ $T_c = 12.0$	<u>Si $C_1 = 0.95$:</u>	<u>Si $C_1 = 0.95$:</u>
	$M_c = 79.9 = 79.9$ $W_c = 0.746 - 0.132 = 0.6$ $O_c = 27.3 - 4.0 = 23.3$ $T_c = 7.20 = 7.2$	$X_c = 130.8 - 25.2c$ $Y_c = 14.9 - 4.6c$
	$X_c = 130.8 - 23.9 = 106.9$ $Y_c = 14.9 - 4.4 = 10.5$	
	$L_2^1 \sum_{n=M}^T N_c = 111.0$	$L_2^1 \sum_{n=X}^Y N_c = 117.4$
	<u>Si $C_2 = 1.75$:</u>	<u>Si $C_2 = 1.75$:</u>
	$M_c = 79.9 = 79.9$ $W_c = 0.746 - 0.243 = 0.5$ $O_c = 27.3 - 7.3 = 20.0$ $T_c = 7.20 = 7.2$	$X_c = 130.8 - 44.1 = 86.7$ $Y_c = 14.9 - 8.0 = 6.9$
	$L_2^2 \sum_{n=M}^T N_c = 107.6$	$L_2^2 \sum_{n=X}^Y N_c = 93.6$
	<u>Si $C_3 = 2.35$:</u>	<u>Si $C_3 = 2.35$:</u>
	$M_c = 79.9 = 79.9$ $W_c = 0.746 - 0.327 = 0.4$ $O_c = 27.3 - 9.9 = 17.4$ $T_c = 7.20 = 7.2$	$X_c = 130.8 - 59.2 = 71.6$ $Y_c = 14.9 - 10.8 = 4.1$
	$L_2^3 \sum_{n=M}^T N_c = 104.9$	$L_2^3 \sum_{n=X}^Y N_c = 75.7$

De acuerdo con los anteriores resultados, se puede concluir que, para cada una de las tres capacidades de planta consideradas, el costo de producir en la localización L_2 es menor al del punto L_1 . En consecuencia, la localización óptima del proyecto se encontraría -véase Fig. 13- en el punto "b".

De acuerdo con los datos presentados se ha llegado a un resultado en el cual empleando la misma simbología del modelo, se tiene la siguiente desigualdad:

$$1 \quad L_1 \left[\sum_{n=T}^M N_c + \frac{Y}{\frac{n-X}{\lambda}} N_c \right] > L_2 \left[\sum_{n=T}^M N_c + \frac{Y}{\frac{n-X}{\lambda}} N_c \right]$$

por lo que se puede inferir, que la ubicación de la industria discutida se daría en el punto de mayor consumo, o sea, que es una industria orientada hacia el mercado.

Un caso totalmente opuesto al anterior sería si:

$$2 \quad L_1 \left[\sum_{n=T}^M N_c + \frac{Y}{\frac{n-X}{\lambda}} N_c \right] < L_2 \left[\sum_{n=T}^M N_c + \frac{Y}{\frac{n-X}{\lambda}} N_c \right]$$

en cuyo caso la industria se habría orientado hacia las áreas de abastecimiento de materias primas.

Finalmente, un caso intermedio estaría dado por la siguiente igualdad:

$$3 \quad L_1 \left[\sum_{n=T}^M N_c + \frac{Y}{\frac{n-X}{\lambda}} N_c \right] = L_2 \left[\sum_{n=T}^M N_c + \frac{Y}{\frac{n-X}{\lambda}} N_c \right]$$

en que existiría equilibrio entre los costos e inversiones unitarios de cada una de las localizaciones L_1 y L_2 y sería, por consiguiente, indiferente que la planta se localizara en uno u otro punto.

2 - EL CONCEPTO DE LAS ECONOMÍAS DE ESCALA

2.1 Introducción

En las consideraciones que se realizaron sobre los diversos aspectos que se refieren a la localización de las industrias, se notó que existe una estrecha relación entre dichas apreciaciones y el concepto de economías de escala.

Esta vinculación de los dos aspectos, considerados en el presente trabajo, se efectúa por medio del análisis de los costos unitarios de las industrias, en el sentido de que las decisiones de localización son un elemento del análisis de la efectividad del capital invertido.

Así, al haber una planta industrial cuyos procesos, tecnología y tamaño la harían sensible a las economías de escala, dichas economías no podrían manifestarse a plenitud si la ubicación de la industria no es óptima.

En consecuencia, y como un complemento a las diversas consideraciones ya hechas en torno a la localización de las industrias, a continuación se procederá a analizar el aspecto específico de las economías de la producción en gran escala.

2.2 Desarrollo histórico del concepto, definición de economías de escala y ventajas de éstas en la producción industrial

2.2.1 Desarrollo histórico

El primer autor que trató el tema en una forma sistemática fue Alfred Marshall *, quien interpretó dichas economías no considerando por separado las economías de planta y las provenientes de relacionar las plantas entre sí; simplemente atribuyó las economías de escala a la especialización de la mano de obra, al uso eficiente de la maquinaria y al empleo económico de los materiales. Por otra parte, atribuyó a las economías de escala una concepción eminentemente estática.

Schumpeter encontró serias objeciones al concepto estático de las economías internas y opinó que la curva de costos de una empresa generalmente se presenta en forma de U; si los costos son considerados a largo plazo y en relación a aumentos de la producción, ésta adoptaría un trazo ascendente. El modelo de la

* Alfred Marshall. Principles of Economics.

concepción Schumpeteriana de las economías de escala consiste en que, de acuerdo con este autor, la reducción de los costos es el resultado de la actividad innovadora, la cual se ha definido como "la aplicación de nuevas combinaciones de factores productivos o, alternativamente, como el establecimiento de una nueva función de producción." *

A partir de estos dos autores, el concepto de las economías de escala ha tenido cada vez un mayor uso dentro de los problemas propios de la economía industrial, encontrando aplicaciones valiosas por medio del empleo de las matemáticas.

2.2.2 Definición de economías de escala

Ampliando sobre las nociones de los autores presentados en el apartado anterior, y en criterio del autor de este trabajo, podría pensarse que, en realidad, tanto las economías internas estáticas, como las dinámicas, contribuyen a la formación de las llamadas economías de escala, y podría inclusive pensarse que las economías externas tienen relación -aun cuando en una forma muy indirecta- con este concepto.

Hecha la anterior aclaración, se puede definir a las economías de escala, de acuerdo con lo indicado por Cepal, como a continuación se transcribe: "Limitando un primer análisis al uso de un factor, una definición conveniente de la economía o deseconomía de escala asociada con un factor determinado, es la variación del costo medio del factor por unidad de producto, en la hipótesis del pleno uso de la capacidad instalada y en función de la variación de ésta última".**

Sin embargo, esta definición ofrece ciertas salvedades, ya que: "... en ciertos casos excepcionales en que la unidad productora se reduce a una sola máquina o equipo altamente especializado, cuya capacidad de producción es mayor o del orden de la dimensión del mercado, las economías de escala.... no caben en la definición propuesta anteriormente. En efecto, su existencia se debe a la variación del grado de utilización de una capacidad mínima, fijada por razones tecnológicas, y no a las capacidades de la unidad productora".**

En realidad se puede decir que una planta industrial es sensible a las economías de escala cuando el costo unitario total de producción disminuye en forma más o menos apreciable con cada aumento en el volumen total de dicha producción. El "punto óptimo" de dichas economías sería aquel monto de producción en el cual el costo llega a ser un mínimo, a partir del cual, si se siguiera aumentar

* Schumpeter, Joseph. Teoría del desenvolvimiento económico.

** Naciones Unidas (Cepal). Economías de Escala en la programación Ind. p. 2

de dicho volumen, el costo unitario se mantendría estático o aumentaría.

2.2.3 Ventajas de las economías de escala

Las principales ventajas que tradicionalmente se derivan de la producción en gran escala, son:

- Especialización del trabajo;
- Integración de los procesos;
- Flujo continuo de materiales;
- Utilización eficiente de sub-productos;
- Reducción de desperdicios;
- Mayor productividad;
- Uso eficiente del espacio en las plantas; y,
- Reducción de los gastos generales fijos.

2.3 Definiciones auxiliares del concepto de economías de escala

La discusión del concepto de las economías de escala, obliga a considerar una serie de definiciones auxiliares que guardan una estrecha relación con el tema aquí discutido.

Para estos efectos, en el Seminario de Programación Industrial, la Secretaría de la Cepal ha preparado una serie de interpretaciones de los conceptos: proceso industrial, técnica de operación, tecnología y producto, que se presentan a continuación:

"a) Proceso industrial: Es toda aquella transformación provocada deliberadamente sobre un material dado para obtener un resultado determinado, utilizando medios de acción definidos con precisión: por su naturaleza, por los agentes empleados y por los medios físicos. Por naturaleza se entiende una reacción química, una transformación física, etc. Por agente se entiende la energía térmica, la energía eléctrica, las afinidades químicas, etc. Por medios físicos externos, se entiende el equipo productor propiamente dicho.

b) Técnica de operación. Es el conjunto de características de los agentes y medios físicos externos utilizados en los procesos industriales, diferenciados por estas causas o por la organización del equipo, pero no por los detalles constructivos que no dependen de ésta última. Ejemplo de dos técnicas de operación para un mismo proceso lo constituye la reducción del mineral de hierro en el alto

horno clásico, y el alto horno moderno operado a alta presión, empleando los mismos agentes con variación en algunas de sus características y las modificaciones imprescindibles en el equipo. Otro ejemplo de dos técnicas de operación para un mismo proceso es la producción discontinua y la producción en serie sin variar las características de los agentes y variando únicamente la organización del equipo y las características constructivas que de ella dependen.

c) Tecnología: Abreviadamente, se empleará este término para designar el conjunto formado por un proceso y una técnica de operación.

d) Producto: Defínese el producto como el resultado de una o más operaciones que dan a materiales naturales, elaborados o artificiales, características morfológicas que permiten una identificación bien definida del resultado de dichas operaciones, la obtención de especificaciones distintas, o simultáneamente un cambio de identificación y de especificaciones (por especificaciones distintas se entienden características bien diferenciadas, ya sea por el cambio de dimensiones o de otras propiedades, que hacen posible usos diferentes). Ejemplo de productos distintos por diferencia de identificación y de especificaciones, que los adaptan a usos diferentes, son la fundición y el acero. Ejemplo de productos distintos por diferencia de identificación, pero con especificaciones que los hacen adaptables a los mismos usos, el acero forjado y la fundición maleable americana. Ejemplo de productos con igual identificación pero con especificaciones que los adaptan a usos distintos, lo constituyen flejes laminados en caliente de distintos anchos. En los tres ejemplos, el arrabio obtenido por reducción del mineral de hierro ha obtenido nuevas características morfológicas, que según el caso establecen diferencias de identificación, de especificaciones o de ambas a la vez."*

2.5 Tamaño de planta, determinación de capacidad y de las economías de escala

El problema del tamaño de una instalación industrial tiene estrecha vinculación con el concepto de las economías de escala o, como se le llama con más exactitud "economías de la producción en gran escala".

En los países altamente industrializados, la manufactura de productos suele realizarse en instalaciones industriales lo suficientemente grandes como para permitir abatir los costos hasta el punto más bajo posible.

De acuerdo con las Naciones Unidas, los factores que deben ser tomados en consideración al estudiar el problema del tamaño adecuado de una planta, serían

* Naciones Unidas, Report of the United Nations Seminar on Industrial Programing, pp. 8-22.

los siguientes:

i) El costo de la producción y la cuantía de la inversión en las condiciones que predominan en la región, y su variación según la capacidad productiva.

ii) El precio de los productos importados competidores.

iii) La magnitud del probable mercado y su crecimiento previsible; y,

iv) Los costos de distribución de los productos de fabricación nacional, que dependen de la configuración geográfica del país y de otras características físicas y económicas del mercado interno; estos factores plantean a su vez el problema de la ubicación de las industrias".*

Sin embargo, para la estimación del tamaño adecuado debe tomarse en consideración dos aspectos adicionales: el tamaño mínimo y el tamaño máximo.**

La capacidad mínima queda determinada -de acuerdo con lineamientos señalados por las Naciones Unidas y que son de casi universal aceptación- en aquel preciso punto en que el precio de importación es igual al costo de producción. Y éste no puede estar por debajo de dicho punto ya que, en ese caso, sería imposible que el producto de que se trate pueda competir con el producto importado.

La capacidad máxima se fija de acuerdo con las características tecnológicas del equipo a utilizarse y de la intensidad de empleo que se le da. La determinación de este dato, para cualquier industria, es relativamente sencilla, ya que se calculará la producción por hora de los equipos, se aplicará un coeficiente de eficiencia (80, 90, 100%) y se multiplicará por el número máximo de horas que dicho equipo pueda trabajar en un año.

Conocidas las capacidades mínimas y máximas de una planta cualquiera, el siguiente paso sería el de estimar el tamaño adecuado de dicha planta de acuerdo con los factores prevaletentes en el lugar de su posible ubicación. Aquí quedaría situado el concepto de tamaño óptimo, el cual persigue buscar aquella capacidad, mayor a la mínima y posiblemente, menor a la máxima, en que el costo unitario es el más bajo. Tomando en consideración que:

a) Los equipos de gran capacidad serán siempre más rentables que los de reducida capacidad, por razones, más que todo, de tipo tecnológico;

* Naciones Unidas. Industrialización y Productividad. Boletín número 2. - p.7

** Con respecto a esta terminología, el autor ha notado que en muchas ocasiones se le quiere dar similar connotación a "tamaño máximo" y "tamaño óptimo". Ambos tienen, por supuesto, significados muy distintos.

- b) Los equipos de gran capacidad tienen un costo de capital menor, por unidad de capacidad de producción, que los equipos de tamaño mínimo;
- c) El funcionamiento de los equipos en gran escala exige, generalmente, una cantidad de insumos de mano de obra, por unidad de producto, menor a la requerida por los equipos de pequeña escala.

Por las razones aducidas parece interesante tratar de establecer las diversas formas en que puede calcularse el tamaño óptimo, para lo cual se hará referencia a lo que, por ejemplo, dice Luigi Bruni,* quien para la medición de las economías internas de producción a gran escala considera los siguientes elementos:

- a) Costo de capital;
- b) Costo de mano de obra;
- c) Otros costos (materia prima, energía y agua o vapor).

En este orden de ideas el Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas** toma en cuenta, dentro de su metodología para la determinación de las curvas de economías de escala, los siguientes rubros:

- a) Inversión fija;
- b) Insumos de mano de obra;
- c) Inversión financiera;
- d) Estimación del costo;
- e) Cálculo de la viabilidad.

Para mayor claridad en el análisis, seguidamente se ofrecen en forma breve los conceptos que identifican a cada uno de los factores antes señalados por L. Bruni:

* Les économies de dimension dans un processus de développement et l'influence de l'intensité de la demande, pp.389-394.

** Naciones Unidas. Seminario de Programación Industrial. Economías de escala en la programación industrial, pp.14-15.

a) Costo de capital

Uno de los instrumentos empíricos más complicados para medir el costo de capital, es el llamado factor 0.6 (Six-tenth's Factor Rule). El primer enfoque para la discusión de este factor parte del reconocimiento de la existencia de equipos indivisibles en los factores de la producción; así: "...establecida una gama de capacidades de producción, y definidas las tecnologías a emplear, a cada capacidad corresponderá una composición del equipo productivo. Estableciendo, provisoriamente, como límite máximo la que corresponde a una situación de equilibrio, en la que todas las secciones integrantes del equipo productivo trabajan a plena capacidad, a menores capacidades corresponderán costos medios en equipos mayores, debido a la utilización parcial de elementos indivisibles.

Suponiendo, para simplificar, que hay un solo elemento indivisible (o elemento estratégico) y que el resto del equipo admite una divisibilidad prácticamente perfecta, el costo de la inversión en equipos se puede descomponer en dos partes, una de las cuales es constante, o sea admite una representación de la forma:

$$Y = KX + C$$

en que:

Y = Costo de la inversión en equipos.

C = Costo del elemento estratégico.

K = Costo por unidad de capacidad de producción del resto del equipo.

X = Elemento constante.

La validez de esta representación está limitada al segmento correspondiente a la capacidad del elemento estratégico, y en general no será posible admitir tampoco que sea continua, limitándose en realidad a puntos ubicados sobre la recta, desde el momento en que también será preciso admitir elementos indivisibles en el resto del equipo.

Pero esta representación será suficientemente aproximada si existe una gran disparidad entre la capacidad del elemento estratégico y la de los elementos de mayor costo del resto, como ocurre, por ejemplo, en el caso de la industria del hilado de algodón.

... Si en lugar del costo total se considera la inversión en equipos por unidad de capacidad de producción, se tendrá la siguiente función:

$$Y = \frac{C}{X} + K$$

en que Y es la inversión unitaria o costo medio por unidad de producto en la hipó-

tesis de ocupación plena de los equipos.

Esta ecuación corresponde a la de una rama de una hipérbola equilátera de asíntotas $X = 0$ e $Y = K$, que queda completamente determinada por las constantes C y K .

Si se conoce C , basta determinar un punto, o sea la inversión necesaria para alcanzar una cierta capacidad de producción, para poder despejar K , y también con dos puntos se puede despejar simultáneamente C y K , pero como interesará en general determinar el tipo de curva en lugar de suponerlo con anticipación a la investigación de costos, en la práctica habrá que determinar tres puntos para verificar si el ajuste es satisfactorio.

La primera derivada de la ecuación de la hipérbola equilátera muestra la variación de la inversión en equipo por unidad de capacidad de producción, en plantas de distinta magnitud:

$$\frac{dY}{dX} = -\frac{C}{X^2}$$

En consecuencia, el ahorro en la inversión medido por esta derivada (debido al signo negativo), por cada unidad de aumento de la capacidad de producción, es inversamente proporcional al cuadrado de la magnitud de la planta.

La significación de este ahorro, desde el punto de vista de las economías de escala, depende de la relación de las magnitudes entre K , C y X . Si C/X es del orden de magnitud de K , habrá fuertes economías de escala, pero si C/X es sólo una función de K , las economías de escala serán relativamente reducidas.

...En la representación del costo en equipos por unidad de capacidad de producción, se tendrá una segunda hipérbola, de ordenada igual a:

$$Y = \frac{2C}{X_1} + K$$

en el punto X_1 , que es la capacidad del elemento estratégico y válida entre X_1 y $2X_1$, punto en el cual aparecerá una hipérbola de ecuación:

$$Y = \frac{3C}{X} + K$$

válida entre $X = 2X_1$ y $X = 3X_1$, y así sucesivamente, siendo de notarse que todas estas hipérbolas tienen la misma asíntota horizontal $Y = K$ y que la magnitud de la discontinuidad disminuye proporcionalmente a los múltiplos de X_1 .*

* Naciones Unidas. Seminario de Programación Industrial, Op. Cit. pp. 16-18

El autor de la citada tesis presenta y expone que, para la discusión de las economías de escala en la inversión de los equipos, debe de tenerse en cuenta que "La relación matemática entre superficies y volúmenes es menos que proporcional". Por esta razón, en toda industria de proceso continuo o ciclo continuo, en la cual el flujo de producción se verifica por un sistema de tuberías (como en la refinación del petróleo), el costo del equipo naturalmente dependerá de la superficie involucrada. Para dos capacidades X_1 y X_2 los costos totales se encontrarán en la relación:

$$\frac{Y_1}{Y_2} = \left[\frac{X_1}{X_2} \right]^{0.5}$$

Si, por otra parte, el proceso se verifica por el empleo de recipientes, la relación entre el área y la superficie de estos se ajusta a un exponente 0.57, en un grado mayor o menor de aproximación.

Las anteriores consideraciones surgieron de las estimaciones de costos de capital realizadas para la industria química, pero se ha encontrado que el mismo factor puede tener aplicación en casos ajenos a ésta. El origen extendido de esta regla ha dado como resultado el llamado factor 0.6 ó Six-tenth's Factor Rule, anteriormente mencionado.

b) Costos de mano de obra

De acuerdo con estudios de ramas industriales realizados por algunos autores como Isard y Schooler,** resulta que, al pasar de una instalación de tamaño mínimo a una de tamaño máximo, las economías de costo unitario de mano de obra obtenidas son mayores que las economías de costo de capital. "El costo de mano de obra parece decrecer de acuerdo a una función exponencial, más la razón de este comportamiento no se ha podido determinar".***

c) Otros costos

Dentro de este encabezamiento pueden considerarse todas las materias primas, energía eléctrica, servicios, etc.

En lo que respecta a las materias primas, la opinión de algunos autores parece coincidir en el sentido de que el costo de éstas no es muy sensible a las economías de escala. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que esto dependerá de la proporción que éstas ocupen dentro del costo total.

* Naciones Unidas. Seminario de Programación Industrial. Op. Cit. pp.16-18

** Isard y Schooler. Locational Factors in the Petrochemical Industry.

*** L. Bruni. Op. Cit. p.393.

En lo referente a energía eléctrica, las economías de escala que pudieran derivarse de este rubro de costos son, generalmente de poca importancia. Pero también aquí depende del tipo de industria que se pretenda examinar: no puede haber ninguna duda de que, para una planta que emplea procesos de electrólisis, por ejemplo, se puedan obtener importantes economías de escala del uso más amplio de la energía eléctrica.

Por lo que se refiere a la metodología para la determinación de las curvas de economías de escala, se considerarán los rubros tomados en cuenta por las Naciones Unidas, a los cuales ya se hiciera alusión en páginas anteriores de este mismo punto, y que serían los siguientes:

a) Inversión fija

Por costos de inversión fija se debe entender los siguientes ítems: costo FOB de los equipos de producción, costo de transportar los equipos al lugar de la planta por instalar, gastos de instalación, montaje y puesta en marcha del equipo, costo del terreno, costo de la edificación, proyecto y dirección de la construcción y, finalmente, intereses durante la instalación y construcción. La suma de todos los costos anteriores dará el total de la inversión fija.

b) Insumos de mano de obra

Estos insumos se calculan en términos físicos por unidad de producto, discriminando, en todo caso, lo que corresponde a mano de obra directa y mano de obra indirecta.

c) Inversión financiera

Este rubro se refiere a lo que se conoce también como capital de trabajo. En él se deberá estimar, para un período determinado —preferiblemente un año— los salarios de los operarios por hora trabajada, el costo de la materia prima y el consumo de energía eléctrica y/o combustibles.

d) Estimación del costo

Las Naciones Unidas han recomendado, bajo este ítem, el efectuar una estimación del costo de producción por unidad de producto, una amortización de la inversión fija de un diez por ciento anual y un interés —de acuerdo con la experiencia latinoamericana— del doce por ciento anual. Además recomiendan agregar al costo un porcentaje de rentabilidad del capital y determinación del punto de equilibrio.

Cuantificando los diversos rubros de costos y llevándolos a un sistema de coordenadas, se puede obtener la curva de economías o deseconomías de escala. Uno de los ejes registrará los costos unitarios y el otro las distintas capacidades a las cuales puede trabajar la industria.

Ahora bien, conviene hacer el análisis en función de tamaño-costo y tamaño-inversión.

Para el primero de estos basta con obtener el costo unitario total de una planta a diferentes capacidades y observar -ya sea llevando al gráfico los resultados o aplicando números índices- su comportamiento.

En el caso de la relación tamaño-inversión se aplicará la ya conocida fórmula:

$$\frac{K_1}{K_2} = \left[\frac{X_1}{X_2} \right]^\alpha$$

en donde X_1 y X_2 son las diferentes capacidades de producción o tamaños correspondientes a las inversiones K_1 y K_2 , respectivamente. Esto dejaría como el valor por calcular.*

Del resultado de la anterior operación se colige lo siguiente:

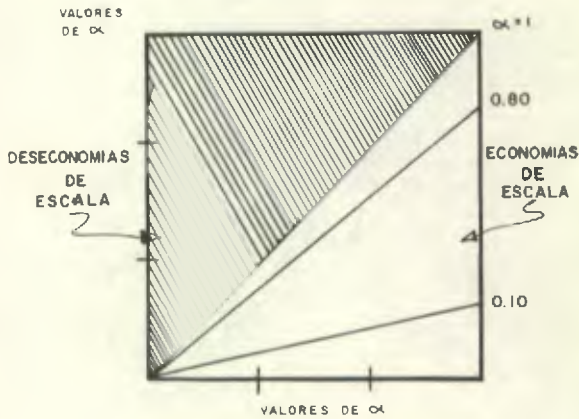
- a) Si α es igual a 1.00, existe perfecta proporcionalidad entre los aumentos de las inversiones y la producción;
- b) Si α es mayor a la unidad existen definitivas deseconomías de escala; y,
- c) Si α es menor que la unidad pueden haber economías de escala, significativas entre más se acerque dicho valor a cero y poco o nada significativas entre más se acerque a la unidad.

Los valores de alfa que se obtengan se pueden llevar al gráfico de acuerdo con la figura que a continuación se presenta.

* Despejando el valor de α en la ecuación:

$$\log K_1 - \log K_2 = \alpha (\log X_1 - \log X_2)$$

Fig. 13



Para determinar el tamaño adecuado de una planta los sistemas de más reciente empleo recomiendan orientar las decisiones del tamaño de planta conforme al concepto de "valor actual del capital" (present value of capital). El Harvard Business Review * ha sugerido un sistema en el cual -haciendo caso omiso de la ingeniería del proyecto- se consideran los factores económicos de construir una planta industrial de acuerdo con varias alternativas de tamaño. El modelo empleado tiene como propósito identificar aquellas variables de mayor importancia y proponer un sistema de soluciones sencillas por medio del empleo de nomógrafos.**

A continuación se resumirá la metodología sugerida para el modelo ya mencionado y se desarrollará un solo caso, ya que la tabulación de todos los que se presentan únicamente podría lograrse mediante el empleo de computadoras electrónicas.

* Lawless & Haas. How to Determine the Right Size Plant. Harvard Business Review. Mayo - Junio 1962. p.97.

** Gráficas que contienen una escala para cada variable, compuestas de tal forma que los valores correspondientes de cada una se encuentran sobre una línea recta que intersecta las escalas.

Las condiciones generales para la solución del problema son las siguientes:

- Se debe obtener el valor actual o presente de los flujos de efectivo ("cash flows") necesarios para cada situación dentro de cada una de las condiciones de escalonamiento de la planta. Esto se debería obtener descontando en forma continua hacia un cierto punto de referencia. Los coeficientes empleados para descontar (o reducir) las variables, son de la forma e^{-rt} , en donde:
 - $e = 2.7183$ (constante)*
 - $r =$ tasa de interés.
 - $t =$ tiempo.
- El punto de referencia al que anteriormente se ha hecho mención, es el momento del inicio de la instalación de la planta de tamaño mínimo.
- El objetivo es poder obtener una serie de ecuaciones que puedan emplearse para estimar, con un grado razonable de aproximación, el valor actual de cada una de las decisiones de tamaño que pudiesen tomarse.

Establecidas las anteriores condiciones se debe:

- Computar los valores presentes de todas las combinaciones probables de las variables involucradas, para cada una de las posibles decisiones de tamaño. Para cada una de estas variables no deben emplearse valores definidos, sino una gama de valores, que podrían ser los siguientes:

Variable	Símbolo	Gama de Valores a computar
Tasa de incremento proyectada del tamaño de la planta	g	0.50 a 0.20
Coefficiente de escalonamiento de la planta inicial	f^o	0.60 a 1.00
Coefficiente de escalonamiento para cada una de las adiciones de capacidad	f^1	0.60 a 1.00
Costos que se relacionan con el capital	r	0.10 a 0.20
Tasa de beneficio	P_1	0.10 a 0.20

* Se refiere a la base de los logaritmos neperianos.

- b) Los datos por computar se deben ajustar a un modelo lineal, que podría ser de la forma

$$PV = PV_x \frac{P_1 + a_x}{P_1 + b}$$

siendo a y b variables de la gama de valores por emplearse.

Por razones ya anteriormente apuntadas, el modelo resultante no se consignará aquí; sin embargo, se presentarán los lineamientos generales del mismo a través de un ejemplo muy simplificado, en el cual no se ha incluido la totalidad de los cálculos que deberían realizarse.

El caso hipotético, que se ha tomado directamente del artículo ya citado, supone que, para un proyecto dado, se han hecho estimaciones futuras de ventas para una planta, así:

1967	12 000 TM
1968	14 000
1969	17 000
1970	21 000
1971	25 000
1972	30 000

Los cálculos de los ingenieros suponen que el costo de la planta de 12 000 TM es de \$CA 1,000 000.00, en tanto que la instalación de 30 000 TM significaría una erogación de \$CA 2,280 000.00. Cualquiera de las dos plantas estaría lista para entrar en operación, supuestamente, durante enero de 1967. La incógnita sería, entonces, determinar el tamaño adecuado de la unidad a construir, en función de los costos y de las anteriores estimaciones de ventas.

Para facilitar el análisis, se supondrá que existen cuatro alternativas:

Alternativa I: Instalar, desde el inicio, una planta de 30 000 TM/año.

Alternativa II: Instalar una planta de 17 000 TM, y aumentar la capacidad en 13 000 TM en 1970, si fuese necesario.

Alternativa III: Instalar una planta de 14 000 TM en 1968, agregar una capacidad de 7 000 TM en 1970 y otras 9 000 TM en 1972, si necesario.

Alternativa IV: Construir una planta de 12 000 TM y ampliar capacidad cada año, según las necesidades.

Además, deben tomarse en consideración los siguientes datos:

- Se estima una tasa de impuesto del 52 %.*
- La vida útil de la maquinaria se estima en 15 años.
- Crecimiento proyectado de la planta: entre 5 y 20%, de tasa acumulativa media anual.
- Coeficiente de escalonamiento de la planta original (scale-up factor): 0.9.
- Coeficiente de escalonamiento de las adiciones a la planta básica: 0.6.
- Se estima que los costos asociados con el capital varían en razón directamente proporcional a éste, pero en una proporción del 18%.
- Tasa de beneficio: se ha considerado adecuado emplear una tasa del 15% para establecer comparaciones.

De acuerdo con lo anterior, la simbología a emplear, sería la siguiente:

g	=	0.20
f^o	=	0.90
f^*	=	0.60
r	=	0.18
P_j	=	0.15

La solución tradicional para este tipo de problemas es a través del llamado cuadro de flujos de efectivo (cash flow solution). Sin embargo, la elaboración de cada uno de estos cuadros significaría calcular, para cada una de las alternativas y condiciones dentro de cada una de éstas, los gastos de capital, las recuperaciones por depreciación e impuestos durante 15 años y los costos asociados con el capital para el mismo número de años, obteniéndose así el valor actual. Sin embargo, el empleo de los nomógrafos facilita dichos cálculos.

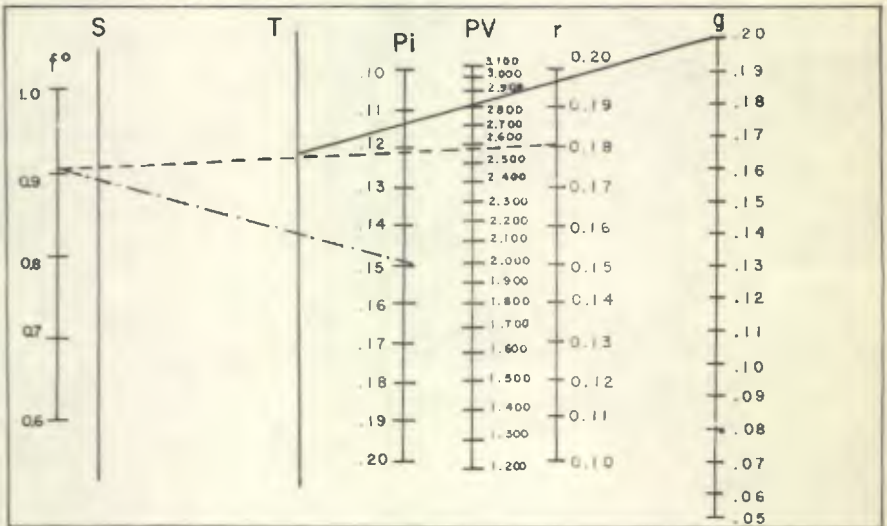
Para el caso hipotético que aquí se analiza se presentará, para mayor facilidad y para efectos de no extender demasiado la discusión, solamente el caso de la alternativa I. La comparación de los resultados de las cuatro alternativas determinará cual representaría el costo más bajo y, en consecuencia, el tamaño de planta más adecuado.

Para la alternativa I, entonces, el nomógrafo estaría representado por la siguiente Fig. 14.

* Tasa del Impuesto Federal Sobre la Renta en los Estados Unidos.

FIG. 14

NOMOGRAFO PARA LA DETERMINACION DEL TAMAÑO
ADECUADO DE UNA PLANTA



- 1. $f^\circ + P_i = S$
- . - . - . 2. $S + r = T$
- 3. $T + g = PV$

Las relaciones encontradas entre I^0 , P , r y g han dado el resultado del problema, el cual se encuentra en la columna PV (valor actual) y que se lee aproximadamente en 2 800 miles.

Siguiendo el mismo procedimiento -con algunas variables en aquellos casos en que, como la alternativa III, se prevén varias adiciones a la capacidad- se puede obtener el resultado de PV para cada una de las plantas propuestas, y la comparación de estos determinará -como ya se señalara antes- el tamaño de planta a escoger. En resumen, se debe seguir la siguiente secuencia:

- a) Seleccionar posibles alternativas;
- b) Determinar que factores de tipo económico se verán afectados por la selección de una u otra planta;
- c) Hacer las estimaciones de costos necesarias para expresar los factores económicos en una forma cuantitativa;
- d) Encontrar el valor actual del costo de cada alternativa.

2.6 Análisis de las economías de escala en diversas industrias

2.6.1 Análisis de las industrias

Resumidos los conceptos básicos a que se refiere el tema tratado en este capítulo, a continuación se procederá a presentar la información que se ha logrado recopilar con respecto a las economías de escala para casos específicos de industrias.

Dichas industrias son las siguientes: fibra de nylon, acero (pequeña y gran escala), cemento, nitrato de amonio, botellas de vidrio, recipientes de vidrio, cojinetes, alquitrán de hulla, benzol, aluminación, caldererías, tubos de acero sin costura, montaje de automóviles, carburo de calcio, alcohol iso-propílico, cloruro de polivinilo PVC, óxido de calcio, butadieno, acetileno de carburo, acetaldehído de acetileno, negro de humo, etileno, dióxido de titanio, acetileno (gas natural), estireno, polietileno, metanol, urea, cloro soda, amoníaco, ácido sulfúrico, textiles (hilatura y tejeduría de algodón), fertilizantes fosforados y fertilizantes nitrogenados.

En primer lugar, cabría observar que la gran mayoría de los procesos industriales tomados en consideración pertenecen a la industria química. Por otra parte, algunos procesos considerados aisladamente se integran dentro de proce-

tos ulteriores, como lo es el caso del nitrato de amonio, la urea y el amoníaco en la producción de fertilizantes nitrogenados.

Debe tomarse en cuenta que en la mayoría de los casos, y salvo observación en contrario, la información que se presenta más adelante se refiere a plantas de procesos desarrollados en países industrializados con costos que se han estimado para países del área latinoamericana.

Caso I - Fibra de nylon

El caso se refiere a los costos de instalación y operación de una planta de fibra de nylon con una capacidad anual de producción de 16 500 TM/año de fibra, considerada como la planta de escala mínima. Los costos estimados se refieren a una planta para Puerto Rico. Aun cuando la producción de esta fibra se puede hacer a partir de varias combinaciones de materias primas, las estimaciones para el presente caso se igualaron para todos los procesos que emplean ciclohexano, furfural o butadieno. Además, se han hecho estimaciones para plantas de 54 000 TM/año, que se consideran como plantas de "máximas economías de escala". Los costos son los siguientes, expresados en \$CA por TM:

Cuadro No. 1

Inversión y costos de producción de fibra de nylon. Plantas de economías mínima y máxima.

	Planta 54 000 TM/año	Planta 16 500 TM/año
Materias primas	166.73	170.82
Servicios	46.91	46.91
Mano de obra directa	18.29	47.00
Costos indirectos y de capital	265.55	441.55
Total	497.48	706.28
- V./ Subproductos	3.57	3.57
Costo total	<u>493.91</u>	<u>702.71</u>
Índices	70.3	100.0
Inversión en planta	60.0 millones	29.5 mill.

FUENTE: Industrial Complex Analysis and Regional Development. Isard, Schöeller y Victorisz. Cuadros 20 y 22.

Observando el cuadro anterior, se evidencian economías de escala al pasar de la planta mínima a la máxima. Estas son especialmente notorias en el caso de los rubros de mano de obra y costos indirectos y de capital.

Caso II - Industria del acero

Para el caso de esta industria se han encontrado dos tipos de información. El primero de estos se refiere al caso latinoamericano;* los datos son los siguientes:

Capacidad de la planta (TM)	Costo unitario (\$ CA / TM)*
50 000	209.4
250 000	158.8
500 000	137.5
1 000 000	127.2

* En dólares de 1948

El segundo caso se refiere a un estudio muy completo realizado con respecto a la instalación de plantas siderúrgicas integradas y de pequeña escala, también en la América Latina. ** En el mismo se discuten la selección de equipos y procesos para la producción de coque, sinterizado, hierro, palanquilla de acero y productos laminados, en plantas integradas de capacidades que varían entre las 25 000 y 300 000 toneladas/año. De los varios procesos que se conocen para la producción de acero, se han estudiado el Martin-Siemens, horno de arco eléctrico y convertidor refractario de oxígeno. Para el caso latinoamericano, y habiéndose hecho las consideraciones necesarias, se llegó a la conclusión que el proceso de convertidor de oxígeno (LD Converter) presentaba las mayores ventajas de tipo técnico y económico.

Por consiguiente, los costos unitarios y de capital de los diferentes tamaños de planta, que a continuación se consignan, se refieren al proceso antes señalado.

* Naciones Unidas. *Plant Size and Economies of Scale*. "Industrialization and Productivity. No.8. p.55.

** ECLA. *Economies of Scale at Small Integrated Steelworks*.

Cuadro No. 2

Resumen de costos de capital para planta siderúrgica.
En miles de \$CA/año

	25 000	50 000	100 000	200 000	300 000
	TM/año	TM/año	TM/año	TM/año	TM/año
DEPARTAMENTO DE PRODUCCION					
Hornos de coque	-	-	1 070	3 180	4 152
Planta sinterizado	-	-	-	1 329	1 717
Alto horno	2 652	4 255	6 659	10 442	13 789
Fundición de acero	1 910	2 861	4 879	7 226	8 901
Planta de palanquilla	761	1 033	1 860	3 519	4 724
Planta de laminación	2 262	3 338	7 172	11 921	16 553
Sub - total	<u>7 575</u>	<u>11 487</u>	<u>21 640</u>	<u>37 617</u>	<u>49 836</u>
DEPARTAMENTOS AUXILIARES					
Laboratorios	123	133	142	274	308
Sistema de energía	575	990	1 410	1 779	1 957
Sistema de agua	676	1 148	1 936	3 088	4 011
Servicios	612	906	1 330	1 746	2 391
Transporte interno	457	658	1 010	1 488	2 002
Rep. y mantenimiento	735	1 201	1 652	2 345	2 810
Otros	374	509	762	1 021	1 278
Sub - total	<u>3 552</u>	<u>5 545</u>	<u>8 242</u>	<u>11 741</u>	<u>14 757</u>
Total.....	<u>11 127</u>	<u>17 032</u>	<u>29 882</u>	<u>49 358</u>	<u>64 593</u>
Unitarios...	445.08	340.64	298.82	246.79	215.31

FUENTE: Cepal.

Cuadro No.3

Costos unitarios para planta siderúrgica, en SCA/TM.

	25 000	50 000	100 000	200 000	300 000
	TM/año	TM/año	TM/año	TM/año	TM/año
HIERRO	<u>71.51</u>	<u>58.51</u>	<u>52.64</u>	<u>49.32</u>	<u>45.08</u>
Costo de materiales	<u>33.26</u>	<u>32.80</u>	<u>32.40</u>	<u>32.26</u>	<u>31.10</u>
Otros costos	25.26	15.34	10.37	7.03	5.40
Cargos fijos	12.99	10.37	9.87	9.93	8.58
ACERO LIQUIDO (LD)	<u>130.51</u>	<u>102.76</u>	<u>86.37</u>	<u>74.52</u>	<u>67.64</u>
Costo de materiales	<u>64.44</u>	<u>54.39</u>	<u>49.29</u>	<u>45.59</u>	<u>43.18</u>
Otros costos	43.88	31.37	22.32	16.31	13.68
Cargos fijos	22.19	17.00	14.76	12.62	10.78
PALANQUILLA	<u>155.73</u>	<u>119.43</u>	<u>99.43</u>	<u>84.71</u>	<u>76.22</u>
Costo de materiales	<u>111.90</u>	<u>88.44</u>	<u>73.72</u>	<u>63.63</u>	<u>58.38</u>
Otros costos	16.45	9.89	7.74	5.73	4.67
Cargos fijos	27.38	21.10	17.97	15.35	13.17
LAMINACION	<u>218.66</u>	<u>162.59</u>	<u>130.04</u>	<u>108.34</u>	<u>96.92</u>
Costo de materiales	<u>138.06</u>	<u>105.28</u>	<u>85.95</u>	<u>72.51</u>	<u>65.80</u>
Otros costos	34.88	22.45	13.97	11.22	9.64
Cargos fijos	45.72	34.86	30.12	24.61	21.48

FUENTE: CEPAL.

Las economías de escala que se obtienen de aumentar las capacidades de plantas siderúrgicas, de acuerdo con los datos antes presentados, son bastante evidentes. Para el caso de los costos unitarios de capital, el índice respectivo ofrecería las cifras señaladas a continuación:

	Índice	Variación
25 000 TM/año	100.0	-
50 000 TM/año	76.5	-23.5
100 000 TM/año	67.1	- 9.4
200 000 TM/año	55.4	-11.7
300 000 TM/año	48.4	- 7.0

Caso III - Caldererías

Las plantas consideradas bajo este rubro * producirán, en un primer caso, artículos en los cuales se emplearán planchas de acero al carbono, es decir, fabricación de estanques de almacenamiento de líquidos, depósitos para gases licuados y vasos de presión simples. Podrá también producir cañerías de grandes diámetros y estructuras metálicas rudimentarias. Los métodos de soldadura serán manuales o automáticos, empleando máquinas con arco eléctrico sumergido.

En un segundo caso, se ha contemplado la fabricación de grandes tanques de almacenamiento, depósitos de alta presión para gases licuados y vasos de presión de cualquier tipo (inclusive torres de destilación). Esta producción se complementará con calderas de vapor de capacidad media o pequeña, intercambiadores de calor y otros aparatos que, aparte de las planchas de acero, requerirán de perfiles, tubos y piezas fundidas.

En el primero de los casos, se estimó una producción anual de 1 500 y ... 3 000 TM; para el segundo, las capacidades anuales se situaron en 1 500, 3 000 y 6 000 TM, haciéndose combinaciones con uno y dos turnos, en cada caso.

Llamando plantas A y B a la planta primaria y a la planta más compleja, respectivamente, el resumen de las inversiones y costos para las diferentes alternativas de capacidad, sería el siguiente:

* Seminario sobre programación industrial. Economías de Escala en las caldererías.

Cuadro No.4

Inversiones y costos unitarios en caldererías, en SCA/TM.

	Planta A				Planta B			
	1 turno	2 turnos	1 turno	2 turnos	1 turno	2 turnos	1 turno	2 turnos
	1 500	3 000	3 000	6 000	1 500	3 000	3 000	6 000
	TM/año	TM/año	TM/año	TM/año	TM/año	TM/año	TM/año	TM/año
1 INVERSION TOTAL	<u>302.76</u>	<u>181.76</u>	<u>235.13</u>	<u>148.10</u>	<u>445.33</u>	<u>264.63</u>	<u>451.60</u>	<u>264.34</u>
- Capital fijo	241.53	120.76	173.43	86.72	360.20	180.10	366.07	183.04
- Capital de explotación	61.23	61.00	61.70	61.38	<u>85.13</u>	84.53	85.53	81.30
2 GASTOS DE EXPLOTACION	<u>409.26</u>	<u>382.78</u>	<u>412.09</u>	<u>386.60</u>	<u>634.13</u>	<u>571.61</u>	<u>638.37</u>	<u>573.42</u>
- Materiales y suminist.	319.40	318.16	318.85	317.87	406.33	403.43	407.47	404.82
- Energía y servicios	2.33	3.00	3.50	3.50	8.57	7.90	10.07	9.73
- Mano de obra	24.58	24.58	24.58	23.70	52.04	52.04	52.04	49.62
- Otros	62.95	37.04	65.16	41.53	167.19	108.24	168.79	109.25

FUENTE: CEPAL.

Las cifras detalladas en el cuadro anterior ofrecen algunas características que merecen mayor comentario. Los casos aquí presentados, en los cuales se han estudiado dos tipos de planta operando a diversas capacidades y con incrementos en el número de turnos de trabajo, presentan casos típicos de uso intensivo de capital y/o mano de obra.

Calculado el valor del Índice , para cada caso, se podrían determinar las características antes mencionadas:

Paso	Valor de	Característica del cambio
PLANTA A:		
1 500 TM, 1 turno a 3 000 TM, 2 turnos	0.26	uso intensivo de mano de obra
3 000 TM, 1 turno a 6 000 TM, 2 turnos	0.32	uso intensivo de mano de obra
1 500 TM, 1 turno a 3 000 TM, 1 turno	0.63	uso intensivo de capital
PLANTA B:		
1 500 TM, 1 turno a 3 000 TM, 2 turnos	0.23	uso intensivo de mano de obra
3 000 TM, 1 turno a 6 000 TM, 2 turnos	0.23	uso intensivo de mano de obra
1 500 TM, 1 turno a 3 000 TM, 1 turno	1.01	uso intensivo de capital

Calculando el índice de gastos de explotación de las alternativas detalladas en el cuadro anterior, se obtienen los resultados siguientes:

Paso	Índice
PLANTA A:	
1 500 TM, 1 turno a 3 000 TM, 2 turnos	93.5
3 000 TM, 1 turno a 6 000 TM, 2 turnos	93.8
1 500 TM, 1 turno a 3 000 TM, 1 turno	100.6
PLANTA B:	
1 500 TM, 1 turno a 3 000 TM, 2 turnos	90.1
3 000 TM, 1 turno a 6 000 TM, 2 turnos	89.8
1 500 TM, 1 turno a 3 000 TM, 1 turno	100.6

De los anteriores índices se puede concluir que no existen economías de escala, al pasar de un tamaño de planta a otro mayor, con el mismo número de turnos. Sin embargo, al aumentar el número de turnos en una sola capacidad, o al aumentar ambas variables, se manifiestan pequeñas economías de escala.

Aparte de haberse determinado que la producción de caldererías no es muy sensible a dichas economías, este ejemplo ha demostrado las ventajas que ofrece —desde el punto de vista de éstas— el intensificar el número de turnos de una planta, antes de pensar en un aumento de la capacidad instalada.

Caso IV - Tubos de acero con costura *

Dado lo complejo que sería presentar cada uno de los posibles procesos existentes para la fabricación de tubos de acero, en este caso únicamente se ha considerado el proceso ERW (electric-resistance-welding).

Básicamente, se han estudiado tres tipos de empresas: a, b y c, dedicadas únicamente a la fabricación de tubos con costura. Las tres fábricas trabajarían 2 400 hrs/año, disponiendo cada una de ellas de una línea de producción.

La diferencia principal entre a, b y c consiste en las características operativas del equipo existente en cada fábrica y en particular en el rendimiento de las máquinas de soldar.

Para examinar la influencia que tiene el aumento de las horas de trabajo anuales sobre las posibles economías de escala, se estudiarán los incrementos de trabajo aumentando a dos y tres turnos, esto es, 4 800 y 7 200 hrs/año, respectivamente, designándose estos casos como 2a, 2b, 2c y 3a, 3b y 3c.

Finalmente, y con el objeto de analizar la influencia que sobre los insumos de capital y costos de fabricación tendrían los aumentos sistemáticos del número de líneas de producción, se estudiaron los casos 2A, 2B y 2C. En cada una de estas fábricas el número de horas de trabajo es de 2 400 al año, pero las líneas de producción doblan en capacidad a los equipos de las plantas a, b y c.

En cuanto al programa de fabricación, de los tamaños anteriormente mencionados, se ha tomado aquel que parece más frecuente, siendo éste el siguiente:

* Seminario sobre programación industrial. Economías de escala en tubos de acero sin costura.

Diámetro nominal del tubo (plg.)	TM / año		
	Planta a	Planta b	Planta c
1/4	92	156	-
3/8	290	422	-
1/2	478	670	-
3/4	815	1 120	-
1 -	1 120	1 520	-
1 1/4	1 630	2 220	600
1 1/2	2 210	2 920	2 030
2 -	2 970	3 950	4 000
2 1/2	-	4 130	5 160
3 -	-	-	7 680
3 1/2	-	-	10 400
4 -	-	-	13 100
Total	9 605	17 108	42 970

Para los casos de las plantas 2a, 2b, 2c y 3a, 3b, 3c la producción aumentaría proporcionalmente de acuerdo a las horas de trabajo aumentadas; en los casos 2A, 2B y 2C, la producción sería exactamente el doble de la que se detalla en el cuadro anterior.

Las inversiones totales de cada una de las plantas propuestas serían las siguientes:

Planta	Inversión (Miles de SGA)
a, 2a, 3a, 2A	1 223.3
b, 2b, 3b, 2B	1 578.3
c, 2c, 3c, 2C	1 899.0

Los costos anuales unitarios directos e indirectos, para cada uno de los casos estudiados, se ofrecen en el cuadro siguiente:

Cuadro No. 5

Costos unitarios directos e indirectos en tubos de acerf. sin costura.
(SCA/TM)

Casos	Directos	Indirectos	Total
a (9.605 TM/año)	150.15	33.76	183.91
b (17 108 TM/año)	149.00	27.40	176.40
c (42 970 TM/año)	148.29	20.35	168.64
2-a (19 210 TM/año)	150.29	25.00	175.79
3-a (28 800 TM/año)	151.09	22.01	173.10
2-b (34 216 TM/año)	149.51	21.40	170.91
3-b (51 200 TM/año)	150.25	19.39	169.64
2-c (85 940 TM/año)	148.44	17.57	166.01
3-c (128 942 TM/año)	147.90	16.60	164.50
2-A (19 210 TM/año)	149.36	26.83	176.19
2-B (34 216 TM/año)	148.71	23.17	171.88
2-C (85 940 TM/año)	148.12	18.46	166.58

FUENTE: CEPAL.

Calculando la relación tamaño-inversión en los procesos:

$$a - 2a - 3a$$

$$b - 2b - 3b$$

Los valores de alfa resultan ser más bajos (se aproximan o son igual a cero), lo cual demuestra una sustitución de factores, o sea, el uso intensivo de la mano de obra.

Para los otros casos, los valores de α resultantes fueron los siguientes:

Paso	α
a - 2A	0.29
b - 2B	0.45
c - 2C	0.46

Estos valores demuestran que, aun al pasar del caso en que se dupliquen las líneas de producción —en un solo turno de trabajo— de la fábrica de menor capacidad, y análogamente con las demás, existe un uso intensivo del factor capital y posibles economías de escala.

Analizando los costos unitarios de producción que se presentaron en el anterior cuadro No.5, se obtienen los siguientes índices:

Pasos	Índices
a	100.0
2a	95.5
3a	94.1
b	100.0
2b	96.9
3b	96.2
c	100.0
2c	98.4
3c	97.5
a	100.0
2A	95.8
b	100.0
2B	97.4
c	100.0
2C	98.8
2A	100.0
2B	97.5
2C	94.5

Aun cuando las economías de escala que se obtienen son poco significativas (del 5.9 %, en el mejor de los casos) éstas se manifiestan mayormente cuando se aumentan las horas de trabajo. Al aumentar líneas de producción, manteniendo el mismo número de horas, estas economías son menos representativas.

Caso V - Automóviles

Los datos que se lograron obtener * para la producción de automóviles se refieren al caso del Brasil.

Aunque hubiera sido interesante presentar un detalle de costos e inversiones, únicamente fue posible obtener costos totales para varias capacidades y una comparación de la experiencia brasileña con la experiencia europea y norteamericana. Las cifras sobre el particular, se consignan a continuación:

Cuadro No. 6

Costos unitarios comparativos: Industria del ensamble de automóviles.

	Brasil			EE.UU. y Europa		
	Camio- nes	Automo- viles	Autom. peq.	Camio- nes	Automo- viles	Autom. peq.
PRODUCCION EFECTIVA *						
10 000 unidades/año	2 585	2 562	1 555			
20 000	2 568	2 532	1 539			
30 000	2 562	2 523	1 530			
40 000	2 560	2 519	1 527			
50 000	2 560	2 519	1 527			
200 000	--	--	--	3 550	3 560	1 062
400 000	--	--	--	2 550	3 055	1 048
600 000	--	--	--	2 500	3 015	1 035
800 000	--	--	--	2 058	2 598	1 032
1 000 000	--	--	--	2 030	2 598	1 030

* Año 1960.

FUENTE: CEPAL.

* Seminario sobre Programación Industrial. Consideraciones preliminares sobre las economías de escala en la industria automovilística brasilera.

Los índices de los costos detallados en el cuadro que antecede, serán los siguientes:

PARA BRASIL:

Producción	Camiones	Automóviles	Automóviles pequeños
10 000	100.0	100.0	100.0
20 000	99.3	98.8	99.0
30 000	99.1	98.5	98.4
40 000	99.0	98.3	98.2
50 000	99.0	98.3	98.2

PARA ESTADOS UNIDOS Y EUROPA:

Producción	Camiones	Automóviles	Automóviles pequeños
200 000	100.0	100.0	100.0
400 000	71.8	85.8	98.7
600 000	70.4	84.7	97.5
800 000	58.0	73.0	97.2
1 000 000	57.2	73.0	96.9

Las opiniones de algunos autores, en el sentido de que la industria del ensamble de automóviles es uno de los procesos industriales que más sensibilidad demuestran para las economías de escala, queda plenamente demostrado en el caso de Estados Unidos y Europa, salvo en lo que se refiere a los automóviles pequeños, en los cuales la baja en los costos no corre paralela al aumento de la producción.

Sin embargo, es curioso notar que los costos unitarios de la planta brasileña de camiones de 50 000 unidades anuales de producción son similares al costo de una planta norteamericana ocho veces más grande. El costo unitario de los automóviles no necesariamente es comparable, ya que en un caso se refiere a aquellos de tamaño medio, en tanto que en el otro se han tomado en cuenta los automóviles grandes.

La comparación entre automóviles pequeños de manufactura brasileña y europea es más representativa ya que, en ambos casos, se han tomado tipos y marcas similares. Aquí la diferencia de costos es notoria.

En conclusión, podría pensarse que el montaje de automóviles y camiones en la América Latina podría tener algunas ventajas en lo que se refiere al bajo costo de la mano de obra y la aplicación de tecnologías adecuadas. Sin embargo, su baja capacidad no le permite obtener significativas economías de escala.

Caso VI - Industria textil

Debido a la diversificación que existe en la industria textil, para el caso aquí estudiado,* se han seleccionado únicamente tejidos crudos confeccionados con tres tufos distintos de hilados. Así, se llamará:

Producto A: Tejido a base de hilo No.10, cardado, utilizado en bolsas para envase.

Producto B: Tejido a base de hilo No.20, empleado en la confección de tejidos para lencería y ropa de trabajo.

Producto C: Tejidos a base de hilo No.40, peinado, para lencería más fina.

La información obtenida con respecto a los costos, se refiere a la experiencia latinoamericana.

Debe recordarse que, en la industria textil, el equilibrio entre las capacidades productivas de las distintas secciones (apertura, carda, hilado, etc.) que comprenden los procesos, es un factor que influye tanto en los costos de producción como en las economías de escala.

Estando entonces dados los criterios que generalmente se aceptan como mínimos para obtener una eficiencia satisfactoria en la producción, se supondrán 3 tamaños de planta, para cada uno de los procesos, así:

* Seminario sobre Programación Industrial. Economías de escala en la industria textil.

	Tamaño I		Tamaño II		Tamaño III	
	Husos	Telares	Husos	Telares	Husos	Telares
Producto A	4 200	205	8 100	400	11 000	550
Producto B	8 250	250	16 500	490	22 500	660
Producto C	16 200	375	32 200	750	45 000	1 030

A efecto de mantener el equilibrio entre las unidades a que se ha hecho referencia anteriormente, se han fijado los siguientes turnos de trabajo:

Tamaño I:

- a) Hilandería; apertura y limpieza en un turno de 8 horas; el resto de las secciones: tres turnos.
- b) En la tejeduría la sección de engomado con un turno de 8 horas; el resto de las secciones operará a tres turnos.

Tamaño II:

- a) Hilandería: apertura y limpieza dos turnos de 8 horas; el resto de las secciones: tres turnos.
- b) Tejeduría: la sección de engomado operará dos turnos en tanto que el resto de las secciones a tres turnos.

Tamaño III:

- a) Hilatura: apertura y limpieza trabajará tres turnos lo mismo que el resto de las secciones.
- b) Tejeduría: todas las secciones operarán con tres turnos.

Las inversiones totales requeridas para cada uno de los tres tamaños de planta, serán los siguientes:

	Tamaños		
	I	II	III
Inversión fija	2 020 943	3 576 212	4 727 341
Inversión financiera	293 651	576 001	782 169
Inversión total	2 314 594	4 152 213	5 509 510

Los costos unitarios de operación, para cada uno de los productos, y de acuerdo con el tamaño de la planta, se presentan en el siguiente cuadro:

Cuadro No. 7

Costo unitario de tejido de algodón en
\$CA/100 mt.

	Costo de operación	Gastos generales y Admon.	Costo financiero	Costo total
PRODUCTO A				
Tamaño I	7.25	0.36	1.76	9.37
Tamaño II	7.06	0.28	1.59	8.93
Tamaño III	7.02	0.21	1.54	8.77
PRODUCTO B				
Tamaño I	10.79	0.53	2.72	14.04
Tamaño II	10.59	0.42	2.48	13.49
Tamaño III	10.39	0.31	2.32	13.02
PRODUCTO C				
Tamaño I	25.01	0.25	5.46	30.72
Tamaño II	23.90	0.95	5.03	29.88
Tamaño III	23.35	0.70	4.85	28.90

FUENTE: CEPAL.

Los índices del costo total, para cada uno de los productos considerados, son los siguientes:

	Tamaños		
	I	II	III
Producto A	100.0	95.3	93.6
Producto B	100.0	96.0	92.7
Producto C	100.0	97.3	94.1

Los valores de α para los casos A, B y C, pasando de un tamaño al siguiente son los que a continuación se indican:

	Productos		
	A	B	C
De I a II	0.82	0.80	0.85
De II a III	0.88	0.81	0.86

Dado el tamaño de las plantas consideradas, los cuales se creen adaptables a las condiciones de mercado existentes en la mayoría de los países latinoamericanos, la mayor capacidad que -por factores de tecnología- generalmente se encuentran en las secciones de apertura, traen como consecuencia una sub-utilización de los equipos.

Considerados los valores de α y el índice del costo unitario, el cual, en el mejor de los casos, llega tan sólo a 92.7, se puede concluir que en la industria textil -y dentro de los tamaños de planta señalados- no existen, aparentemente, economías de escala de significación, puesto que las cifras expuestas deben considerarse como las que regirían para una planta estandarizada y organizada adecuadamente.

Caso VII - Fertilizantes

a) Fertilizantes nitrogenados

Los datos que fue posible obtener para la producción de fertilizantes, tanto

nitrogenados como fosfatados, se refieren a un informe que, sobre dicha industria, presentara consideraciones para el caso de la América Latina.*

En consecuencia, los costos de producción se han estimado a base de emplear, como materia prima para la fábrica de amoníaco, gas natural a un precio de \$CA 7.06/1000 m³ y nafta a \$CA 24.60/TM. Con respecto a cada fábrica, se ha hecho un cálculo para transformar todo el amoníaco que se obtenga en urea y nitrato de amonio, que son los dos fertilizantes con demanda aparentemente mayor en el futuro inmediato, aparte del propio amoníaco.

Los tamaños y tipo de procesos empleados, fueron los siguientes:

318 000 TM/año	centrífugo - turbinas de vapor
190 000 TM/año	centrífugo - turbinas de vapor
190 000 TM/año	recíproco - motores eléctricos
95 000 TM/año	recíproco - motores eléctricos
32 000 TM/año	recíproco - motores eléctricos

Por otra parte, se debe tener en cuenta que únicamente se ha considerado el costo de producción sin incluir los gastos de comercialización, impuestos, etc., ya que estos tienen mucha variación de una empresa a otra.

En cuanto a los procesos, se ha escogido el nitrógeno sintético derivado del amoníaco, por ser el más barato; así, se considerarán solamente dos fertilizantes: la urea y el nitrato de amonio.

Para la producción de urea se debe entonces contar con amoníaco, en consecuencia, el capital necesario para fabricarla incluye el costo de las plantas para producir ambas, el costo de capital de los servicios generales asignados a éstas y el capital necesario para su funcionamiento.

Del mismo modo, el capital necesario para producir nitrato de amonio ha de incluir el costo de una fábrica de amoníaco, una de ácido nítrico y una de nitrato de amonio, así como los servicios generales de ambas y el capital de explotación necesario.

Los gastos de capital requeridos para la producción de nitrógeno en forma de urea y nitrato de amonio en función de diversas capacidades para producir el amoníaco necesario serían los siguientes:

* CEPAL. La oferta de fertilizantes en América Latina.

Capacidad de planta de amoníaco TM/año	Derivados		Capital total para el complejo (millones)
	Urea	Nit. Amonio	
318 000	330 000	230 000	51.89
190 000	165 000	184 000	36.85
95 000	75 000	105 000	26.28
32 000	25 000	35 000	14.30

Los costos unitarios para la producción de amoníaco, urea granulada y nitrato de amonio, de acuerdo con los procesos especificados, se detallan a continuación:

AMONIACO

Capacidad TM/año	Materia prima	Tipo de compresores	Costo de Producción (\$CA/TM)
318 000	gas natural	centrifugos	21.39
190 000	gas natural	centrifugos	24.06
95 000	gas natural	reciprocas	33.38
32 000	gas natural	reciprocas	43.02

UREA GRANULADA

Capacidad TM/año	Materia prima	Tipo de compresores	Costo de Producción (\$CA/TM)
330 000	gas natural	centrifugos	35.23
165 000	gas natural	centrifugos	37.88
75 000	gas natural	recíprocos	50.45
25 000	gas natural	recíprocos	66.76

NITRATO DE AMONIO

Capacidad TM/año	Materia prima	Tipo de compresores	Costo de Producción (\$CA/TM)
230 000	gas natural	centrifugos	29.29
184 000	gas natural	centrifugos	32.20
105 000	gas natural	recíprocos	41.21
35 000	gas natural	recíprocos	61.34

b) Fertilizantes fosfatados

En el cálculo de los costos de producción de fertilizantes fosfatados, se tuvieron en cuenta los mismos aspectos metodológicos explicados en el apartado (a) que antecede.

En tal sentido, se tomaron aquellos productos fosforados considerados como básicos en este grupo de fertilizantes: ácido fosfórico, superfosfato triple y fosfato diamónico.

El costo del amoníaco se consideró a \$CA 40.00/TM; con respecto a la ro-

ca fosfórica se adoptó un material en concentración de P₂O₅ equivalente al tipo medio disponible en el área latinoamericana a un costo de \$CA 18.00/TM.

Sin entrar en consideraciones sobre los procesos que, por lo complicado de los mismos, extenderían este trabajo a niveles ajenos a su propósito, a continuación se dan los costos unitarios de producción, de acuerdo con capacidades dadas, para cada uno de los tres fertilizantes antes mencionados:

Capacidades TM/año	Costos (\$CA/TM) de P ₂ O ₅		
	Acido fosfórico (54% P ₂ O ₅)	Superfosfato triple (46-47% P ₂ O ₅)	Fosfato Diamónico (18-46-0)
15 000	116.21	120.72	122.28
90 000	99.04	98.66	104.72
300 000	96.39	89.98	102.02

Detallados los costos unitarios de fertilizantes nitrogenados y fosfatados, a continuación se presentan los índices de éstos, de acuerdo a las diversas capacidades ya consideradas:

Capacidades TM/año	Fertilizantes nitrogenados		
	Amoníaco	Urea	Nitrato de Amonio
32 000	100.0	100.0	100.0
95 000	77.6	75.6	67.2
190 000	55.9	56.7	52.5
318 000	49.7	52.8	47.7

Capacidades TM/año	Fertilizantes fosfatados		
	Acido Fosfórico	Superfosfato triple	Fosfato diamónico
15 000	100.0	100.0	100.0
90 000	85.2	81.7	85.6
300 000	82.9	74.5	83.4

De los índices anteriores se puede apreciar que, a las capacidades tomadas en cuenta, se presentan economías de escala significativas, en mayor grado, para la producción de fertilizantes nitrogenados, y en menor grado, para los fertilizantes fosfatados.

Casos VIII al XIV: Cemento, botellas de vidrio, recipientes de vidrio, cojinetes, alquitrán de hulla, benzol y alumina

Debido a que el grado de detalle de la información de los procesos y costos en las industrias aquí incluídas es bastante reducido y procede de una misma fuente de información,* se la ha incluído dentro de una misma agrupación.

La información sobre el costo unitario procede, para el caso del cemento, botellas de vidrio** y recipientes de vidrio, de experiencias adquiridas en la industria norteamericana. Para el caso de cojinetes, alquitrán de hulla, benzol y alumina se ha recopilado información de la industria japonesa.

Dichos costos, y las respectivas capacidades, se presentan en el siguiente cuadro No.8

* Naciones Unidas. Plant Size and Economies of Scale. Industrialization and Productivity. No. 8. pp.53-61.

** Del tipo usado para envasar cerveza.

Cuadro No.8

Costos en industrias de cemento, botellas y recipientes de vidrio, cojinetes, alquitrán, benzol y aluminación.

Producto	Unidad	Variación en la capacidad y costo unitario			
		I	II	III	IV
1 CEMENTO					
Capacidad	miles de TM/año	100	450	900	1 800
Costo /TM	dólares de 1959	29.0	19.8	16.4	13.9
2 BÓTELLAS VIDRIO					
Capacidad	No. máquinas moldeadoras	1	2	6	12
Costo por gruesa	dólares de 1957	8.51	7.25	6.13	5.69
3 RECIPIENTES VIDRIO					
Capacidad	No. máquinas moldeadoras	1	2	6	12
Costo por grueso	dólares de 1957	8.66	7.77	6.78	6.33
4 COJINETES					
Capacidad	Índice producción (1961 - 1)	1	2	3	
Costo por mil	yen de 1961, traducido a Dls. 220.6		185.5	174.4	
5 ALQUITRAN					
Capacidad	TM/día	100	200	300	400
Costo por TM	yen de 1961, traducido a Dls.	29.0	26.5	25.4	24.6
6 BENZOL					
Capacidad	TM/día	50	100	200	300
Costo por TM	yen de 1961, traducido a Dls.	80.7	74.9	71.6	70.2
7 ALUMINACION					
Capacidad	TM/año	200	1 200	3 000	5 000
Costo por TM	yen de 1961, traducido a Dls.	765.1	752.3	743.8	728.3

FUENTE: Naciones Unidas

Los índices de los costos anteriormente detallados ofrecen los siguientes desarrollos:

	Índices			
	I	II	III	IV
Cemento	100.0	68.3	56.5	47.9
Botellas de vidrio	100.0	85.2	72.0	66.8
Recipientes vidrio	100.0	89.7	78.3	73.1
Cojinetes	100.0	84.0	79.0	--
Alquitrán	100.0	91.4	87.6	84.8
Benzol	100.0	92.8	88.7	87.0
Aluminación	100.0	98.3	97.2	95.2

Los anteriores índices permiten apreciar la presencia de economías de escala de apreciable cuantía en la elaboración del cemento, de regular cuantía en las industrias de botellas y recipientes de vidrio y cojinetes. En la producción de alquitrán de hulla, benzol y aluminación dichas economías son de aparente poca importancia.

Casos XI al XXXI: Industria química

Al igual que en los casos anteriores, nuevamente se han agrupado un número de industrias bajo un solo encabezado. Sin embargo, en esta ocasión, no se trata solamente de una falta de mayores datos,* sino también de un grupo de industrias que quedan claramente clasificadas dentro de una sola rama industrial: la industria química.

Por otra parte, es importante hacer notar nuevamente el conocimiento que se tiene de la tendencia demostrada por la industria química y otras industrias de procesos al aumento del tamaño de las instalaciones de producción con el fin de

* Toda la información se tomó de: Economías de Escala en la industria química. CEPAL.

obtener disminuciones importantes en los costos unitarios. Ya se ha podido observar este fenómeno en la industria de los fertilizantes -actividad que encaja plenamente dentro de la rama que ahora se estudia-, ahora debería señalar dichos aspectos a través de una observación rápida de 16 industrias adicionales.

El intervalo de las capacidades (mínima a máxima) que se ha considerado para cada industria, y el respectivo valor de α , resultante de la disminución en la inversión unitaria al pasar de una capacidad a la otra, son los que se señalan en el cuadro que sigue:

Cuadro No.9

Valores de α en la industria química.

Industria	Intervalo de capacidad instalada	α
Isopropanol	6 000 - 30 000 TM/año	0.5
Carburo de calcio	5 000 - 60 000 TM/año	0.5-0.6
Cloruro de polivinilo	2 500 - 40 000 TM/año	0.55
Oxido de calcio	5 000 - 100 000 TM/año	0.58
Butadieno	10 000 - 40 000 TM/año	0.59
Acetileno de carburo	4 880 - 28 800 TM/año	0.60
Acetaldehido	10 000 - 60 000 TM/año	0.60
Negro de humo	4 000 - 30 000 TM/año	0.58-0.60
Etileno (de nafta)	10 000 - 60 000 TM/año	0.54
Dióxido de titanio	5 000 - 50 000 TM/año	0.61
Acetileno (de gas natural)	13 600 - 45 000 TM/año	0.67
Estireno	5 000 - 70 000 TM/año	0.76
Polietileno	8 130 - 48 000 TM/año	0.87
Metanol	10 000 - 60 000 TM/año	0.78
Cloro-Soda	6 600 - 66 000 TM/año	0.76-0.80
Acido sulfúrico	10 000 - 300 000 TM/año	0.80

FUENTE: CEPAL

Los costos unitarios de producción para cada uno de los productos enumerados en el cuadro que antecede y para las capacidades determinadas en cada caso, se detallan a continuación:

Cuadro No. 10

Costos unitarios en la industria química.
En \$CA /TM.

Producto	Capacidades (TM/año)	Costos Unitarios
Isopropil	6 000	92.42
	12 000	71.64
	30 000	56.66
Carburo de calcio	5 000	184.51
	15 000	120.51
	30 000	94.64
	100 000	73.16
	200 000	71.15
Cloruro de polivinilo	2 500	375.56
	6 000	290.34
	20 000	250.46
	40 000	237.14
Oxido de calcio	5 000	34.93
	15 000	24.73
	30 000	18.43
	100 000	12.99
Butadieno	10 000	239.41
	20 000	201.16
	40 000	177.49
Acetileno de carburo	4 880	264.97
	19 200	251.94
	28 800	249.99
	10 000	206.20
Acetaldehído	15 000	197.49
	20 000	190.84
	30 000	184.45
	60 000	177.82
Negro de humo	4 000	186.87
	7 000	143.44
	10 000	130.33
	30 000	104.11
Etileno	10 000	184.73
	20 000	144.79
	60 000	104.61

Cuadro No.10 - Costos unitarios en la industria química. En SCA/TM. (Cont.)

Producto	Capacidades (TM/año)	Costos Unitarios
Dióxido de titanio	5 000	481.09
	20 000	338.63
	50 000	292.40
Acetileno	13 600	198.44
	27 200	176.68
	45 000	165.62
Estireno	5 000	282.96
	10 000	250.28
	25 000	231.82
Polietileno	70 000	220.91
	8 130	267.00
	12 000	249.60
Metanol	24 000	240.45
	48 000	233.50
	10 000	107.35
Cloro-Soda	30 480	85.14
	60 000	75.60
	6 600	157.28
Acido sulfúrico	16 500	121.87
	26 400	112.02
	66 000	97.76
	10 000	24.68
	18 000	18.89
	36 000	15.74
	100 000	13.47
	300 000	11.91

FUENTE: CEPAL.

Los índices de los costos presentados en el cuadro anterior, tienen el siguiente desarrollo:

Cuadro No. 11

Índice de desarrollo de los costos unitarios en la industria química.

Producto					
Isopropanol	100.0	77.5	61.3		
Carburo de calcio	100.0	65.3	51.3	39.6	38.5
Cloruro de polivinilo	100.0	77.3	66.7	63.2	
Oxido de calcio	100.0	70.8	52.8	37.2	
Butadieno	100.0	84.0	74.1		
Acetileno	100.0	95.0	94.4		
Acetaldehído	100.0	95.8	92.6	89.5	86.2
Negro de humo	100.0	76.3	69.7	55.7	
Etileno	100.0	78.4	56.6		
Dióxido de titanio	100.0	70.4	60.8		
Acetileno	100.0	89.0	83.5		
Estireno	100.0	88.5	81.9	78.1	
Polietileno	100.0	93.5	90.1	87.4	
Metanol	100.0	79.3	70.4		
Cloro-Soda	100.0	77.5	71.2	62.1	
Acido sulfúrico	100.0	76.5	63.8	54.6	48.2

FUENTE: Cuadro No. 10

Observadas las cifras que se presentan en los tres últimos cuadros, se hace evidente que la industria química, en la mayoría de los casos, ofrece fuertes economías de escala derivadas de aumentos en las capacidades de las plantas.

Sin embargo, cabría comentar que la dispersión de valores que se ha hecho evidente plantea dudas sobre la posibilidad de aplicar criterios uniformes a actividades químicas tratadas genéricamente, sin identificar proyectos específicos, como sería el caso ahora presentado al generalizar, al nivel de industrias químicas, situaciones en que éstas sólo están representadas por un número realmente limitado de proyectos. No cabe duda, por otra parte, que dentro de la totalidad de los casos presentados en este capítulo, los referentes a la industria química decididamente ofrecen índices más significativos, tanto en inversiones como en costos unitarios, que una buena parte de las otras industrias discutidas. La solución de problemas específicos de economías de escala, en cualquier industria a considerar dependerá, en último caso, del problema particular.

2.4.2 Conclusiones sobre las industrias estudiadas

Los casos de las industrias analizadas en los apartados anteriores no han ofrecido -aunque así se hubiese deseado- una absoluta uniformidad de presentación en los datos obtenidos. Y esto necesariamente debía de ser así, ya que las fuentes consultadas no fueron, en todos los casos, las mismas.

De cualquier forma hubo unidad de presentación en cuanto a la elaboración de índices de costo unitario de producción y suficiente información en lo que se refiere a las inversiones. Generalizando sobre estos dos aspectos -y sin apartarse del criterio ya sustentado que estas cuantificaciones no siempre se deben tomar como indicativas de todos los casos- se podrían calificar las industrias aquí analizadas, de acuerdo con su mayor o menor susceptibilidad a las economías de escala. En el caso de procesos diversos, se escogió el valor más bajo obtenido (o sea, la economía de escala más alta). También tendría que tenerse en cuenta que los costos e inversiones unitarios podrían ser aún más bajos, de aumentarse la producción por sobre las capacidades que se encontraron. No obstante, aun cuando no fuera claramente indicado en ninguno de los trabajos consultados, se cree que la capacidad máxima señalada para cada producto era la óptima.

La calificación por emplear sería la siguiente:

- a) Industrias altamente sensibles a las economías de escala: Aquellas en que el valor de α es menor a 0.20 y el índice del costo unitario se reduce en un 60% o más.
- b) Industrias sensibles a las economías de escala: Aquellas en que el valor de α es mayor de 0.20 hasta 0.60, y el índice del costo unitario varía de un 20 hasta un 59%.
- c) Industrias poco sensibles a las economías de escala: Aquellas en que los valores de α serían mayores de 0.60 hasta 0.90 y el índice del costo unitario varía de más de un 10 hasta un 20%.
- d) Industrias que no son sensibles a las economías de escala: Aquellas en que los valores de α son mayores de 0.90 hasta 1.00 y el índice del costo unitario varía de 0 a un 10%.

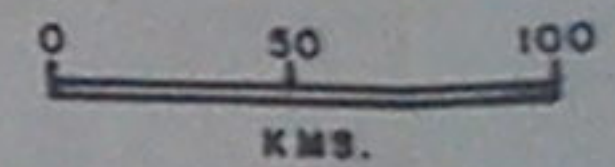
De acuerdo con los anteriores criterios y con los datos que se elaboraron para cada industria, a continuación se presenta un cuadro en el cual se ha calificado cada uno de los casos estudiados.

MAPA No.6

CENTROAMERICA

LOCALIZACION DE LOS ESTABLE-
CIMIENTOS INDUSTRIALES.

un punto = un establecimiento



Cuadro No.12

Calificación de las economías de escala en 31 casos de industrias.

Industrias	Inversión unitaria			Costos unitarios			
	Valores de ∞			Porcentos			
	Altas < 0.20	Sensi- bles 0.20-0.60	Pocas > 0.60 - 0.90	Nada > 0.90 - 1.00	Altas ≥ 0.60	Sensi- bles >0.20-0.59	Pocas >10 - 20	Nada 0-10
Fibra nylon					X		
Acero					X		
Caldererías		X				X	
Tubos de acero con costura		X					X
Automóviles					X		
Industria textil			X				X
Fertilizantes ni trogenados					X		
Fertilizantes fos fatados						X	
Cemento					X		
Botellas vidrio					X		
Recipientes vidrio					X		
Cojinetes						X	
Alquitrán						X	
Benzol						X	
Aluminación							X
Isopropanol	X				X		
Carburo de cal cio	X			X			
Cloruro de poli vinilo		X			X		
Oxido de calcio		X		X			
Butadieno		X			X		
Acetileno de car buro		X					X
Acetaldehído		X				X	
Negro de humo		X			X		
Etileno (de naf ta)		X			X		
Dióxido de tita nio		X			X		
Acetileno			X			X	
Estireno			X		X		
Polietileno			X			X	
Metanol			X		X		
Cloro-Soda			X		X		
Acido sulfúrico			X		X		

SEGUNDA PARTE

EL MERCADO COMUN CENTROAMERICANO

1 - LA LOCALIZACION INDUSTRIAL

1.1 Introducción

En la parte primera de este trabajo se han hecho algunas consideraciones sobre la teoría de la localización industrial y se ha tratado de efectuar una crítica de la misma en cuanto a su grado de aplicación en los problemas de localización de industrias en el área centroamericana. También se han hecho sugerencias para la adaptación de los factores de localización a los problemas del área.

En esta segunda parte se tratará de analizar, en un primer paso, los grandes factores que necesariamente han tenido que influir en la localización de las industrias existentes, se tratará de cuantificar los resultados de dicha localización actual y se abordarán algunos criterios que permitan calificar el grado de mala o buena localización que se pudiese encontrar.

Aun cuando en la primera parte de este trabajo se han presentado un número de factores de localización que podrían ser de importancia -ya sea que estos fuesen cuantificables o no cuantificables- se ha pensado que con analizar los cuatro que aquí se ofrecen, se contaría con suficientes elementos para poder derivar conclusiones específicas. Dentro de los factores no considerados, posiblemente tendrían alguna influencia sobre las decisiones individuales de localización las leyes o decretos que se refieren a aspectos tributarios. Sin embargo, como el área se encuentra en un proceso de integración que contempla, entre otros, la equiparación de dichas políticas -especialmente aquellas que se refieren a las leyes de fomento industrial- se ha pensado que no sería necesario entrar a discutir este posible factor de localización, evitando, en esta forma, alargar inútilmente el análisis.

En consecuencia, se hará un estudio un tanto somero de las vías de comunicación, la energía eléctrica, las materias primas y los mercados. Derivado de este análisis se tratará de establecer el grado efectivo de dicha concentración y, de los resultados de todas estas cuantificaciones, se procederá a derivar conclusiones específicas.

1.2 Los factores de la localización

1.2.1 Las vías de comunicación

Acceptando que la mejor forma de cuantificar el estado de las vías de comunicación es estableciendo cifras relativas al tráfico de carga, a continuación y de

acuerdo con estudios realizados sobre la intensidad del volumen de carga transportada en Centroamérica en 1964,* por diversas vías de comunicación, se ha estimado el siguiente total de carga en aquellas localidades en que dicho tráfico es de intensidad mayor:

País	Carretera	(En T/año)			Total
		Vías fluviales	Vía aérea	Ferrocarril	
Guatemala	800 000	10 000	2 000	250 000	1 062 000
El Salvador	500 000	--	--	100 000	600 000
Honduras	150 000	3 000	1 000	260 000	414 000
Nicaragua	200 000	15 000	5 000	50 000	270 000
Costa Rica	500 000	20 000	2 000	190 000	712 000
Total	2 150 000	48 000	10 000	850 000	3 058 000

Dentro del total de carga transportada en las áreas de mayor concentración, el movimiento por carretera significó un 70.3 por ciento, el de ferrocarril un 27.8 por ciento, en tanto que el resto ofreció una importancia relativa, de tan sólo, un 1.9 por ciento.

Dada la importancia del desplazamiento de mercancías a través de las carreteras, el análisis se concentrará únicamente en tal medio de transporte.

El sistema de vías de comunicación terrestre en Centroamérica ha derivado sus características básicamente de los factores climáticos y geográficos, los cuales han determinado la concentración de áreas urbanas o de áreas de población rural de alta densidad.

Conforme dichas áreas se fueron convirtiendo en centros administrativos, la necesidad de comunicaciones con otras regiones determinó un sistema de carreteras que irradiaban desde los centros administrativos hacia las zonas de mayor producción agrícola, zonas que se situaban en las áreas de más fácil acceso, generalmente aglomeradas alrededor de los grandes centros urbanos.

Debido al incremento del comercio con el exterior, se construyeron carre-

* T.S.C. Consortium. Central American Transportation Study. Vol. I.

teras (y paralelamente a éstas ferrocarriles) que, conectando los centros administrativos con las áreas de producción agrícola, se dirigían hacia los principales puertos de las costas del Atlántico y Pacífico.

Esta característica estructural de las principales vías centroamericanas sigue, aún hoy en día, prácticamente inalterada.

En 1963, el total de carreteras pavimentadas y de invierno fue de 24 816 kilómetros, con una distribución relativa por países, así:

Guatemala	30.6 %
El Salvador	12.4
Honduras	14.2
Nicaragua	20.9
Costa Rica	21.9
Centroamérica	100.0

No es necesario cuantificar con mayor detalle para poder opinar que el sistema actual de carreteras en Centroamérica es inadecuado. Una simple observación de cualquier mapa de caminos del área revela que aún existen vastas regiones que no poseen vías de comunicación. Sin embargo, aun cuando queda mucho por efectuar, el progreso realizado en los últimos años, considerando los problemas de financiamiento que cada uno de los cinco países debe enfrentar, ha sido de importancia.

Por otra parte, se han iniciado algunos programas, como la apertura de carreteras en la zona norte de Guatemala, el departamento de Olancho en Honduras y las zonas norte y de Nicoya en Nicaragua y Costa Rica, respectivamente, que significan al menos un primer intento de romper la estructura a que se ha hecho referencia en páginas anteriores.

Además, el movimiento de integración económica del área ha hecho percibir la urgente necesidad de promover una mejor intercomunicación entre los cinco países.

Con base al estudio de transportes anteriormente mencionado, se ha elaborado el mapa No. 1,* el cual muestra las máximas concentraciones de transporte de carga por carretera en el área, de acuerdo con una encuesta realizada en el año 1964.

Salta a primera vista el alto grado de concentración existente, el cual deter

* T.S.C. Consortium. Op. Cit. Mapa No. IV-13.

mina cinco zonas perfectamente definidas que pueden catalogarse así:

Zona 1

- 1 - Centro de influencia: Ciudad de Guatemala.
- 2 - Extensión de la zona:
 - a) Área de concentración máxima: Departamentos de Guatemala, Escuintla, Sacatepéquez y parte de Santa Rosa. Ruta Guatemala - Matías de - Gálvez - Puerto Barrios;
 - b) Área de concentración secundaria: Departamentos de Suchitepéquez, Retalhuleu y tránsito entre Coatepeque y Quezaltenango. Tráfico ciudad de Guatemala - Frontera de El Salvador.

Zona 2

- 1 - Centro de influencia: San Salvador.
- 2 - Extensión de la zona:
 - a) Área de concentración máxima: Santa Ana - San Salvador - San Miguel - Acajutla;
 - b) Área de concentración secundaria: San Miguel - Frontera de Honduras; San Miguel - Frontera Nicaragua; Santa Ana - Frontera Guatemala.

Zona 3

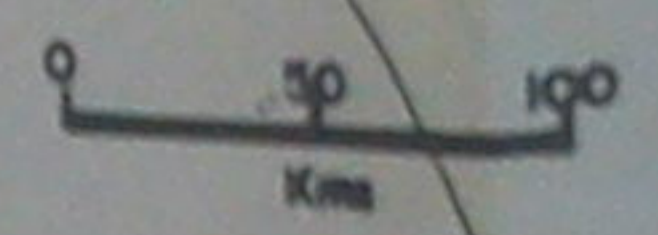
- 1 - Centro de influencia: San Pedro Sula.
- 2 - Extensión de la zona:
 - a) Área de concentración máxima: Ruta San Pedro Sula - Tegucigalpa.
 - b) Área de concentración secundaria: Tegucigalpa - Frontera El Salvador.

Zona 4

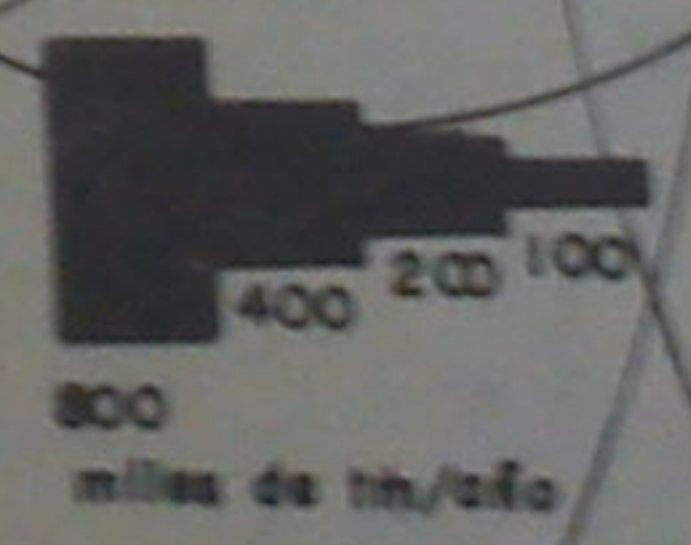
- 1 - Centro de influencia: Managua.
- 2 - Extensión de la zona:
 - a) Área de concentración máxima: León - Managua - Jinotepe.
 - b) Área de concentración secundaria: León - Frontera El Salvador; Managua - Rivas.

MAPA No.1

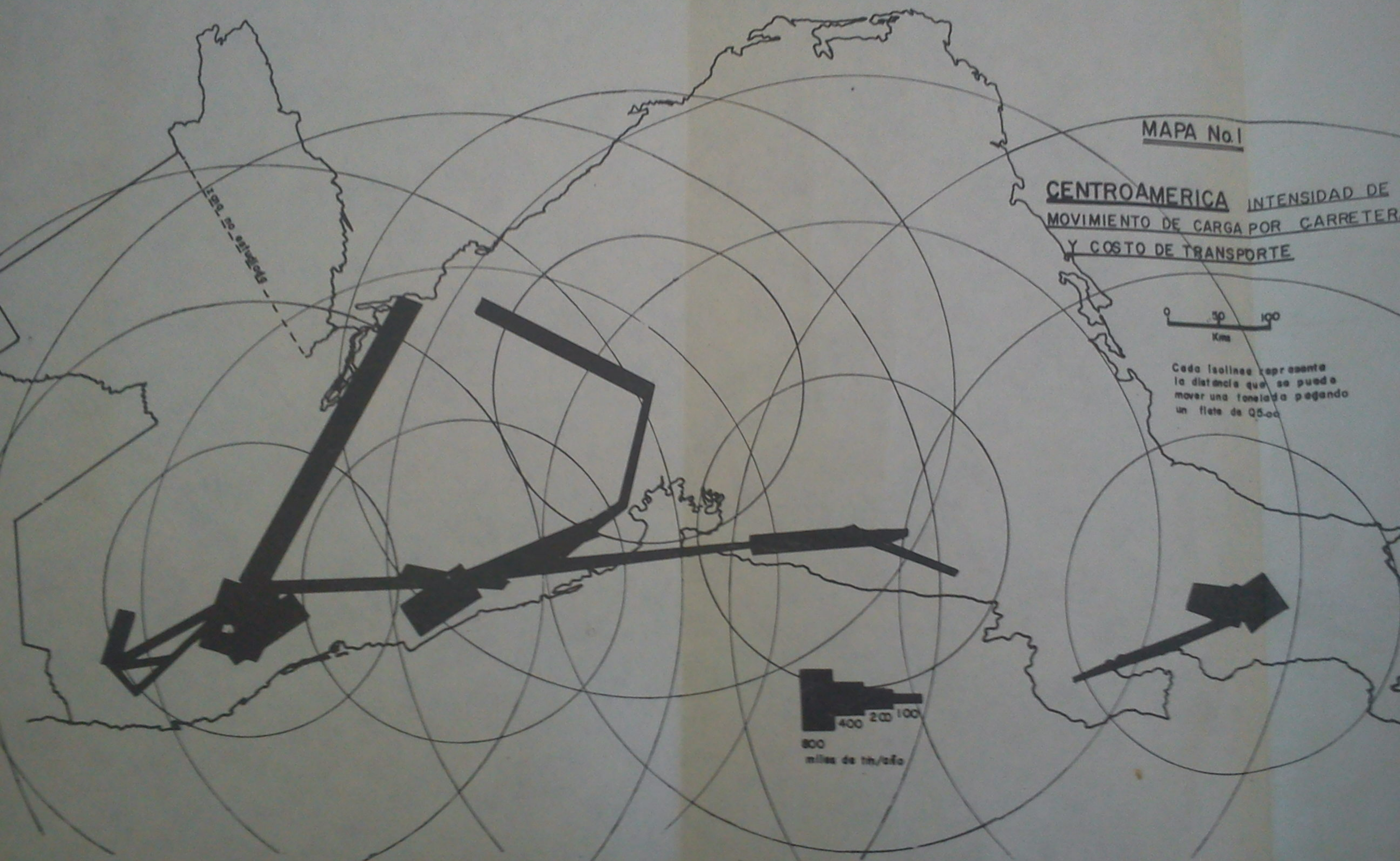
CENTROAMERICA INTENSIDAD DE MOVIMIENTO DE CARGA POR CARRETERA Y COSTO DE TRANSPORTE



Cada isolinia representa la distancia que se puede mover una tonelada pagando un flete de Q5.00



Linea de estrategia - - -



Zona 5

- 1 - Centro de influencia: **San José.**
- 2 - Extensión de la zona:
 - a) Área de concentración máxima: Zona de Alajuela, Heredia, San José y Cartago;
 - b) Área de concentración secundaria: San José - Puntarenas, Provincia de Nicoya.

De las cinco zonas anteriores, las concentraciones de máximo volumen de carga se encuentran en 1, 2 y 5.

Por otra parte, es importante hacer notar que, mientras entre las zonas 1, 2, 3 y 4 existe una vinculación de tráfico de regular intensidad, la zona 5 -o sea Costa Rica- se encuentra aislada. Esto, por supuesto, no quiere decir que no ha ya tráfico, sino que éste no llega al mínimo, que se ha considerado en el mapa de 100 000 toneladas por año.

En el mismo mapa No.1 se han trazado líneas isocronas de costo de transporte. Estas se ajustaron a un cálculo del costo promedio de transporte de cada país para el movimiento de carga intercentroamericano, estimándose, con base en lo anterior, la distancia que podría recorrerse a base de un costo de \$CA 5.00 por tonelada. Así, se han dibujado, alrededor de cada centro de influencia, líneas isocronas de 5, 10 y 15 unidades monetarias. Vale advertir que, como se ha tra bajado a base de promedios, el costo de transporte se mantiene estático. En la realidad, los círculos deberfan agrandarse paulatinamente, en especial en el caso de movimientos de Guatemala a San José y viceversa, ya que a mayor distancia el costo debe disminuir.

Sin embargo, lo que aquí se persigue es, únicamente, establecer diferencias e interrelaciones de costos entre las cinco zonas. Así, se notará que el costo máximo se encuentra en la zona 1 (Guatemala); en las zonas 2, 3 y 4 (Salvador, Honduras y Nicaragua) éste es ligeramente inferior e idéntico para las tres, en tanto que en la zona 5 (Costa Rica) se presenta el costo más bajo de la totalidad del área.

Por otro lado, puede notarse que las líneas isocronas que representan \$CA 5.00 de costo de transporte por tonelada se encuentran perfectamente entrelazadas para el área Guatemala - San Salvador - Tegucigalpa - Managua, en tanto que San José nuevamente ofrece características de aislamiento.



Guatemala : 118 100 kW capacidad total

Principales centrales productoras:

Los Esclavos	13 000 kW
Guacalate I	12 500
Palín	5 500
San Luis	5 000
El Salto	5 500
La Laguna	34 000
La Castellana	5 000
Río Hondo	2 400

El Salvador : 106 343 kW capacidad total

Principales centrales productoras:

Guajoyo	15 000 kW
Sistema 5 de noviembre	60 000

Honduras : 69 000 kW capacidad total

Principales centrales productoras:

Cañaveral	28 500 kW
Tegucigalpa	6 600
San Pedro Sula	4 759

Nicaragua : 132 000 kW capacidad total

Principales centrales productoras:

Jinotega	50 000 kW
Managua	41 000
Chinandega	5 000

Costa Rica : 181 038 kW capacidad total

Principales centrales productoras:

La Garita	37 500 kW
Río Macho	37 500
Colima	24 425
San Antonio	12 500
Ventanas	12 500

Sumando el total de cada una de las centrales anotadas para cada uno de los cinco países, éstas tendrían las participaciones relativas, dentro del total de capacidad instalada, que se señalan a continuación:

Guatemala	70.2 %
El Salvador	70.5
Honduras	57.8
Nicaragua	72.7
Costa Rica	68.7

Cada una de las plantas mencionadas se han ubicado en el mapa No. 2, por medio de un triángulo. Además, se han localizado todas las plantas de generación de menor importancia que existen en el área y se han trazado las principales líneas de distribución. Así, quedan claramente indicadas aquellas regiones en las cuales hay disponibilidad de energía para establecimientos industriales o para propiciar la instalación de conglomerados industriales, las cuales se circunscriben a las vecindades de las líneas de transmisión de voltajes mayores (de 66 a 115 kV) y, por ende, a aquellas áreas en que existe la mayor generación de energía.

De acuerdo con los datos mencionados se podrían fijar nuevamente cinco zonas de concentración en la producción de energía eléctrica, que podrían ser las siguientes:

Zona 1

- 1 - Centro de influencia: Guatemala - Escuintla.
- 2 - Extensión de la zona:
 - a) Area de concentración máxima: Los Esclavos-Guatemala-Escuintla.
 - b) Area de concentración secundaria: Río Hondo; Retalhuleu, Mazatenango, Quezaltenango, Coatepeque.

Zona 2

- 1 - Centro de influencia: San Salvador
- 2 - Extensión de la zona: Santa Ana, San Salvador, Presa 5 de noviembre.

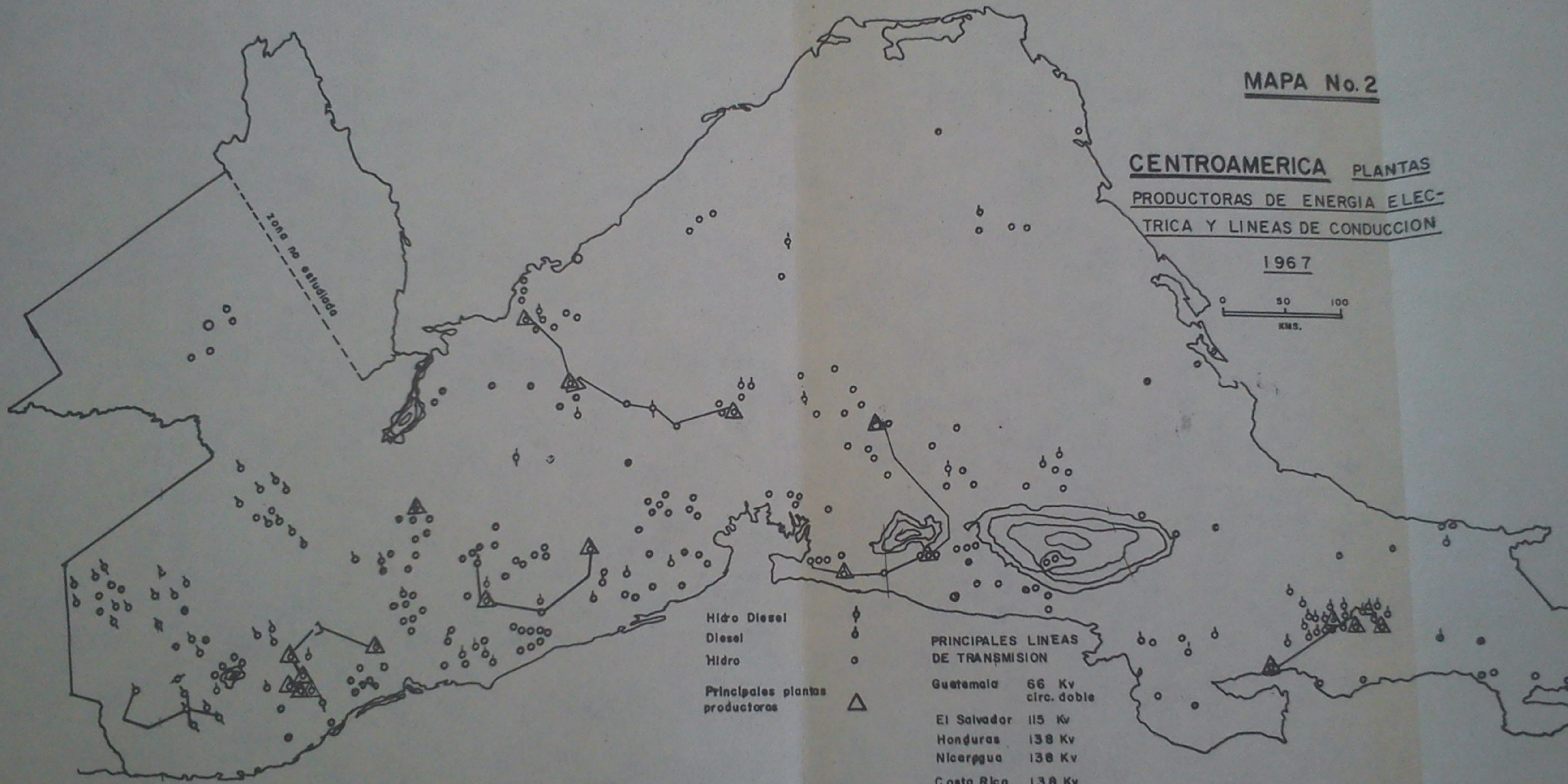
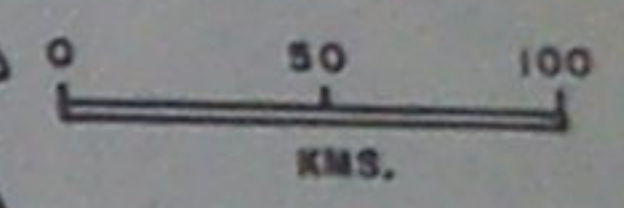
Zona 3





- 1 - Centro de influencia: Tegucigalpa y San Pedro Sula.
- 2 - Extensión de la zona: Tegucigalpa + San Pedro Sula.

MAPA No. 2

CENTROAMERICA PLANTAS
PRODUCTORAS DE ENERGIA ELEC-
TRICA Y LINEAS DE CONDUCCION

1967



Hidro Diesel 
Diesel 
Hidro 
Principales plantas productoras 

PRINCIPALES LINEAS DE TRANSMISION
Guatemala 66 Kv circ. doble
El Salvador 115 Kv
Honduras 138 Kv
Nicaragua 138 Kv
Costa Rica 138 Kv

Zona 4

- 1 - Centro de influencia: Managua.
- 2 - Extensión de la zona: Jinotega, Managua y León.

Zona 5

- 1 - Centro de influencia: Area de San José, Cartago y Alajuela
- 2 - Extensión de la zona: Cartago, San José, Heredia, Alajuela y Puntarenas.

Los datos consignados indican que cualquier industria que requiera de flujo eléctrico para el funcionamiento de su maquinaria posee solamente dos alternativas: construir su propia planta de generación, en cuyo caso el costo de la energía sería elevado o ubicarse forzosamente dentro de cualquiera de las cinco áreas que se han detallado.

1.2.3 Las materias primas: la agricultura y los recursos mineros

En este apartado se hará un análisis, por separado, de la producción agrícola y de los recursos minerales existentes en el área. Nuevamente se debe hacer énfasis en que no se trata de presentar un acopio de datos de producción o de particularizar sobre la existencia de determinados recursos. El propósito es el de demostrar en una forma gráfica el grado de concentración y la ubicación de estos recursos, en forma totalmente relativa. Dicha discusión se realizará a nivel de país.

1.2.3.1 Guatemala

a) Recursos agrícolas

La mayor producción agrícola de cultivos temporales y perennes en Guatemala se localiza sobre la zona incluida dentro de la llamada Vertiente del Pacífico.

Para los efectos de poder determinar el posible grado de concentración de la producción agrícola en dicha zona, se han investigado los datos por departamentos para los siguientes productos: café, banano, algodón, cacao, azúcar, plátano.

no, arroz, frijol, maíz, ajonjolí, tabaco, leche, ganado sacrificado y otros trece productos no especificados.

Dicha producción que se ha expresado en toneladas métricas y para el año de 1963, ofreció las cifras que a continuación se consignan:

Cuadro No. 13

Guatemala: Volumen total de la producción agrícola, por departamentos, 1963
-En TM-

Departamento	Producción	%
Alta Verapaz	136 740	3.3
Baja Verapaz	87 883	2.1
Chimaltenango	111 695	2.7
Chiquimula	107 902	2.6
Escuintla	1 011 893	24.3
Guatemala	174 133	4.2
Huehuetenango	166 286	4.1
Izabal	310 175	7.4
Jalapa	91 845	2.2
Jutiapa	170 505	4.1
Petén	32 680	0.8
Progreso	50 023	1.2
Quezaltenango	200 191	4.8
Quiché	133 452	3.3
Retalhuleu	243 585	5.8
Sacatepéquez	46 152	1.1
Santa Rosa	264 131	6.3
San Marcos	265 158	6.4
Sololá	35 483	0.8
Suchitepéquez	428 597	10.3
Totonicapán	22 874	0.5
Zacapa	72 599	1.7
Total	4 163 982	100.0

FUENTE: T.S.C. Consortium. Central American Transportation Study.

En el anterior cuadro se puede observar que el grado más alto de concentración de la producción agrícola, por departamentos, se encuentra en Escuintla, el cual ofreció una participación relativa dentro de la producción total del país de un 24 por ciento. Le siguen, por orden de importancia, Suchitepéquez (10 por ciento), Izabal (7 por ciento), Santa Rosa, San Marcos y Retalhuleu (todos con el 6 por ciento).

De acuerdo con lo anterior, se puede determinar una zona única que presentaría un grado de concentración de la producción agrícola bastante elevado. Esta zona estaría enmarcada -véase mapa No.3 - por los departamentos de Retalhuleu, Suchitepéquez, Escuintla, Guatemala, Santa Rosa y Jutiapa, con una producción conjunta que representaría, para 1963, un 55.0 por ciento de la producción total de la República.

Dentro de la producción de esta zona ofrecieron mayor importancia las cosechas de caña de azúcar (casi medio millón de toneladas), algodón (50 mil toneladas) y maíz (cerca de 200 mil toneladas).

Finalmente, vale la pena hacer notar los enormes recursos madereros existentes en la región Norte del país, principalmente el departamento de El Petén, los cuales aún permanecen generalmente inexplorados.

b) Recursos minerales

La información existente sobre los recursos minerales en Guatemala es un tanto escueta. Aun cuando la casi totalidad del país ha sido analizada desde el punto de vista geológico, se tiene muy poca información sobre las posibles reservas de los distintos yacimientos ya ubicados.

Básicamente se consultaron dos trabajos: "Geología y Recursos Minerales de México y Centro América" por el Dr. Gabriel Dengo y "Mineral Deposits of Central America" del Departamento del Interior del Gobierno norteamericano. - Dicha información se resume a continuación.

En Guatemala se conoce de la existencia de dos zonas principales de minerales de plomo, zinc, plata y cobre. La primera de éstas se inicia en el departamento de Huehuetenango y se extiende hacia el este por la parte central de El Quiché, el sector norte de Baja Verapaz y la parte sur de Alta Verapaz. La segunda zona a que se ha hecho referencia se ubica en el área de Mataquescuintla, en el departamento de Jalapa, y en la zona limítrofe entre este departamento y el de Chiquimula.

Las minas y depósitos existentes en estas zonas han sufrido explotaciones esporádicas en pequeña escala (120 toneladas de plomo al año en las minas de San Miguel Acatán). Las reservas estimadas de plomo y zinc de El Rosario y Villa Linda se calculan en menos de 50 000 toneladas. Igual estimación se ha hecho para Santo Domingo y Torlón. Por otro lado, las mayores reservas parecen estar en Cauquepec, en la zona de Huehuetenango - Quiché - Alta Verapaz, estimándose éstas en 500 000 TM. También se tiene conocimiento de varios yacimientos de cromita que se explotan o han explotado en pequeña escala y cuya ubicación está

en el norte del departamento de Jalapa y en El Progreso. La mayor de estas minas produjo, en una ocasión, alrededor de 1 500 toneladas de cromo en un año. Las reservas que se han estimado, en el mejor de los casos, apenas llegan a ... 10 000 toneladas.

En el departamento de Chiquimula y cerca de San Juan Sacatepéquez se tiene conocimiento de la existencia de depósitos de mineral de hierro. Estos depósitos nunca han sido explotados ni se conocen sus posibles reservas.

En el área comprendida entre Iztapa y Las Lisas, sobre la Costa del Pacífico, se han encontrado yacimientos de arenas titaníferas en cantidades que parecen ser importantes. Recientemente se trató de iniciar su explotación, pero ésta fracasó por causas que no viene al caso mencionar.

Posiblemente el depósito mineral más importante encontrado hasta la fecha en Guatemala está en el área de El Estor y Montúfar, en el departamento de Izabal. Aquí se han ubicado yacimientos extensos de lateritas níquelíferas, cuyas reservas, que han sido estimadas en 100 millones de toneladas, hacen suponer que éste quizá sea el tercer depósito más grande del mundo. La explotación de este yacimiento se iniciará en breve.

Los principales recursos no-metálicos que se explotan en Guatemala son las rocas calizas empleadas en la fabricación de cemento. La disponibilidad de estas rocas, y de otros materiales necesarios en la industria mencionada, es lo suficientemente amplia para satisfacer la creciente demanda de materiales de construcción.

En la elaboración del cemento se requiere una cantidad considerable de yeso, existiendo en Guatemala depósitos adecuados. Los yacimientos de este mineral y que en la actualidad se explotan, están situados en el departamento de Chiquimula, al norte de Ipala y en los departamentos de Alta Verapaz y El Quiché. Sin embargo, los depósitos más grandes se encuentran en la parte norte del departamento de El Petén, cerca de Uaxactún y Paso Caballos. Dada la distancia de éstos a la única fábrica productora de cemento y por la falta de vías de comunicación, dichos depósitos se encuentran inexplorados.

El mineral no-metálico que en la actualidad ofrece mejores perspectivas en el sector de la explotación minera de Guatemala, es el azufre. Las mayores reservas localizadas hasta la fecha se encuentran en el lado del Lago de Ixpaco, en el cual se ha estimado que existe una concentración del 60% de azufre y una cantidad de, por lo menos, 100 000 metros cúbicos de lodo. También se ha tenido conocimiento de mayores depósitos en el área del volcán de Tecuamburro. El depósito de Ixpaco se encuentra actualmente en explotación.

En años anteriores, y principalmente durante la segunda guerra mundial, se

explotaron en Guatemala pequeñas vetas de cuarzo óptico y de mica, principalmente en la Sierra de Chuacús. Dicha explotación está, en la actualidad, inactiva y no se tiene conocimiento sobre la magnitud de los yacimientos.

En el presente se están explotando rocas con fines ornamentales, principalmente ciertos tipos de mármol y de travertino. La principal explotación se encuentra ubicada en el departamento de Zacapa.

Uno de los yacimientos de minerales no metálicos que se ha descubierto en los últimos años y que puede llegar a ser de importancia, es la magnesita localizada al norte del Lago de Izabal. Este yacimiento está siendo evaluado, y aún no se conoce su verdadero potencial.

En el mismo departamento de Izabal, en el Río Lámpara, se han encontrado algunos depósitos de carbón de valor calórico regular y que se suponen ser de alguna extensión. Nuevamente, en este caso, no se puede cuantificar sobre las reservas existentes.

Otro mineral no metálico sobre el cual se han hecho muchas especulaciones es el petróleo. En la actualidad no hay en Guatemala ningún yacimiento de éste o de gas natural, que sea explotado comercialmente.

En la parte norte de Guatemala se encuentra una zona de rocas sedimentarias que se extiende desde los departamentos de El Quiché, Alta Verapaz e Izabal, hacia el norte, hasta incluir todo el departamento de El Petén. Esta misma zona se extiende, fuera de las fronteras actuales de Guatemala, hasta Belice, Tabasco, Campeche y Yucatán. A toda esta formación generalmente se le conoce como la Cuenca de El Petén.

En las partes de la cuenca correspondientes a El Petén y Belice se han perforado varios pozos profundos, pero con resultados negativos. Únicamente uno de éstos, el Chinajá No. 1, ha rendido muestras de petróleo de alguna significación.

Aunque se han efectuado numerosas investigaciones, tanto en Belice como en El Petén, y aun cuando no ha sido posible localizar yacimientos comerciales, se considera que por tratarse de un área muy extensa, el número relativamente limitado de perforaciones que se han efectuado hasta el momento no es suficiente para descartar las posibilidades petroleras de esta zona en su totalidad.

Del lado del Pacífico de Guatemala también se han realizado algunas investigaciones de exploración petrolera. Estas han indicado la existencia de un espesor considerable de rocas sedimentarias bajo la planicie costera de Guatemala, que se extiende costa afuera en la plataforma continental. La perforación de pozos en esta zona que, de acuerdo con informaciones recibidas, se iniciará en breve, deberá revelar la existencia o no de petróleo.

1.2.3.2 El Salvador

a) Recursos agrícolas

Como se verá más adelante, en El Salvador no existe un alto grado de concentración de la producción agrícola ya que ésta se verifica con similar intensidad en toda la extensión del país. Lo anterior queda gráficamente demostrado en el mapa No.3. Aún así, se ha estimado que, aproximadamente, un 50 por ciento de los productos agropecuarios consumidos internamente provienen de Guatemala y Honduras, principalmente, y de Nicaragua en menor grado.

El volumen total -expresado en toneladas métricas- de la producción, en el año de 1963, de café, algodón, azúcar, arroz, frijol, maíz, ajonjolí, tabaco, leche y diez otros productos no especificados, por departamentos, y la participación relativa de cada uno, fue la que se señala en el cuadro que sigue:

Cuadro No.14

El Salvador: Volumen total de la producción agrícola, por departamentos, 1963
-En TM-

Departamento	Producción	%
Ahuachapán	89 723	4.9
Cabañas	46 221	2.5
Chalatenango	107 271	5.8
Cuscatlán	66 775	3.6
La Libertad	163 787	8.9
La Paz	182 936	9.9
La Unión	154 202	8.4
Morazán	67 815	3.7
San Miguel	230 443	12.5
San Salvador	96 316	5.2
Santa Ana	144 389	7.8
San Vicente	101 117	5.5
Sonsonate	127 680	6.9
Usulután	265 316	14.4
Total	1 933 991	100.0

FUENTE: T. S. C. Consortium. Central American Transportation Study

Del anterior cuadro se puede observar que los mayores productores, La Li

bertad, La Paz, La Unión, San Miguel, Sonsonate, Usulután representaron, en 1963, un 61.0 por ciento del volumen total de producción agrícola. Estos mismos departamentos forman una zona que abarca, con la excepción de Santa Ana, toda la costa sur de la República. En el mapa No.3 se ha delimitado la zona por medio de un rectángulo de líneas quebradas.

b) Recursos minerales

El Salvador es un país en el cual la explotación de recursos mineros y la existencia comprobada de diversos minerales es de relativa escasa importancia.

Ocasionalmente se ha explotado mineral de zinc y plomo, pero con rendimientos tan bajos que con posterioridad dichos yacimientos fueron abandonados.

En la región de Santa Rosa de Lima se explotaron -de 1945 a 1953- 35 000 onzas de oro y 69 000 onzas de plata. También estas minas se encuentran inactivas en la actualidad.

Las posibilidades de explotación de las arenas titaníferas del Pacífico y los depósitos de mineral de hierro y liquito son aún desconocidas.

Así pues, la única actividad extractiva de importancia que en la actualidad aún opera es aquella que se dedica a la explotación de materiales para la construcción, especialmente granito, arcilla, diatomita, yeso y, en menor grado, mármol.

Dichas explotaciones y las ubicaciones de algunos de los depósitos conocidos de minerales metálicos se encuentran señalados en el mapa No.4. Aun cuando su distribución cubre la casi totalidad de la República, parece haber una notoria mayor concentración en los departamentos de Santa Ana, Sonsonate, Ahuachapán, La Libertad, La Paz, Chalatenango y San Salvador.

1.2.3.3 Honduras

a) Recursos agrícolas

El aprovechamiento del territorio hondureño para producción agrícola de cultivos perennes y cultivos de rotación, es relativamente pequeño. La mayor riqueza de este país radica en las grandes reservas forestales, inexploradas, localizadas principalmente en los departamentos de Olancho, Colón y Gracias a Dios, áreas que, al mismo tiempo, carecen de vías de acceso apropiadas.

La producción hondureña de una serie de cultivos, en el año de 1963, expresada en toneladas y para cada una de las divisiones administrativas, fue la siguiente:

Cuadro No. 15

Honduras: Volumen total de la producción agrícola, por departamentos, 1963
-En TM-

Departamento	Producción	%
Atlántida	125 550	12.1
Colón	29 266	2.8
Comayagua	36 110	3.5
Copán	42 229	4.1
Cortés	211 864	20.5
Choluteca	32 635	3.1
El Paraíso	38 572	3.7
Francisco Morazán	51 285	5.0
Intibucá	21 458	2.2
Islas de la Bahía	1 323	0.1
La Paz	18 761	1.8
Lempira	33 295	3.2
Ocatepeque	13 537	1.3
Olancho	43 406	4.2
Santa Bárbara	68 280	6.6
Valle	19 248	1.9
Yoro	247 253	23.9
Total	1 034 072	100.0

FUENTE: T. C. S. Consortium

De la observación del cuadro anterior, se puede concluir que más de la mitad (56.5 por ciento) del volumen total de la producción agrícola en Honduras corresponde a tres departamentos: Atlántida, Cortés y Yoro. Del total de la producción de éstos, aproximadamente un 80 por ciento corresponde a la cosecha del banano.

Si a los tres departamentos ya mencionados se agregan dos adicionales que pertenecen a la misma zona (Santa Bárbara y Copán) resulta que la producción de toda esta zona norte del país representa un 67% del volumen total. Se tiene entonces, que Honduras ofrece una concentración de recursos agrícolas en una zona y

haya pensar que tendría más interés la explotación de los yacimientos de carbón y hierro. De acuerdo con la localización de éstos, se han establecido, por lo tanto, cuatro áreas de concentración de recursos minerales, las que quedan señaladas en el ya referido mapa No. 4.

1.2.3.4 Nicaragua

a) Recursos agrícolas

La concentración de la producción agrícola en Nicaragua es elevada. Analizados los volúmenes de la producción de café, banano, algodón, cacao, azúcar, plátano, arroz, frijol, maíz, ajonjolí, tabaco, leche y ganado sacrificado, se obtienen los volúmenes de la producción agrícola para cada uno de los departamentos en que dicha república se encuentra dividida, los cuales presentan las cifras absolutas y relativas que a continuación se señalan:

Cuadro No. 16

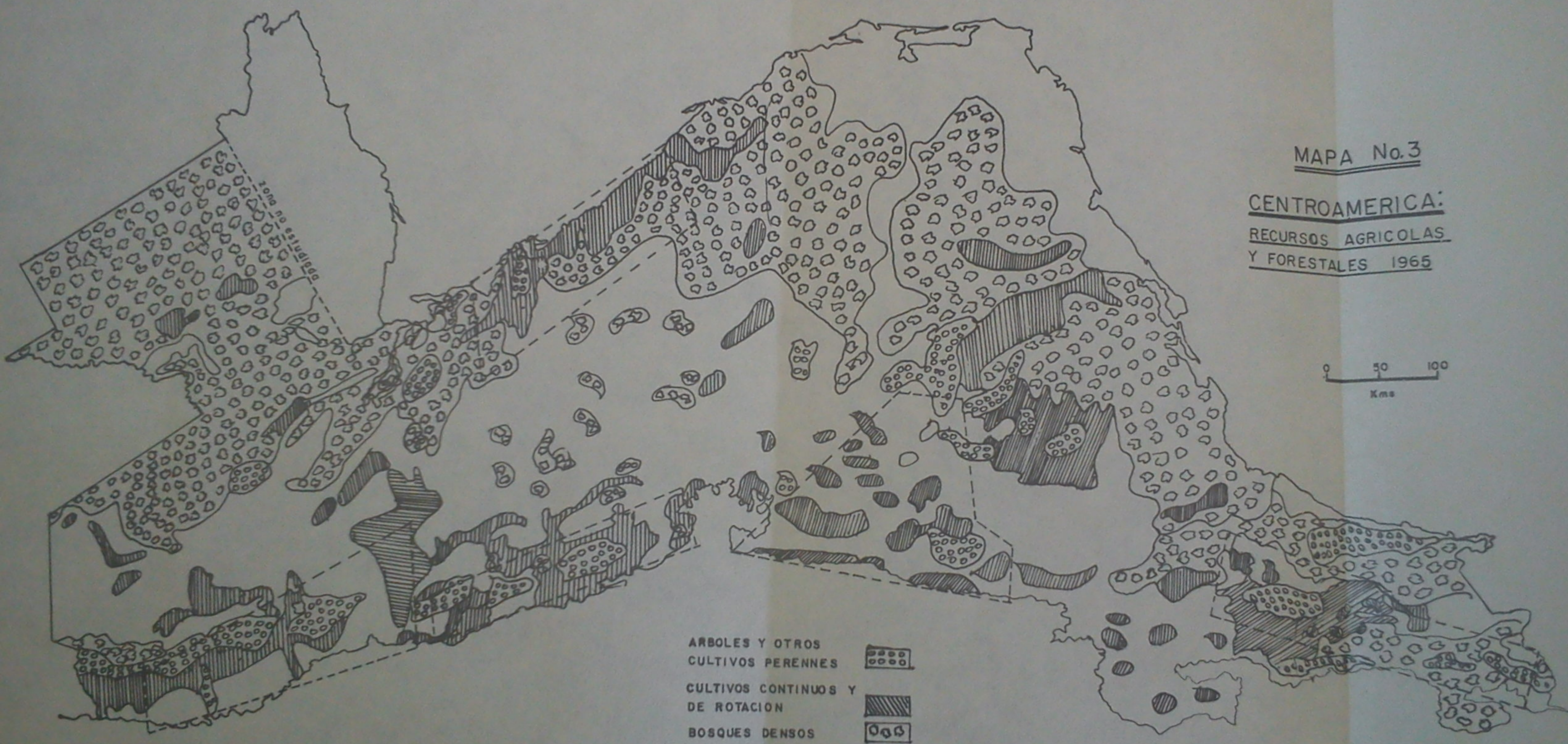
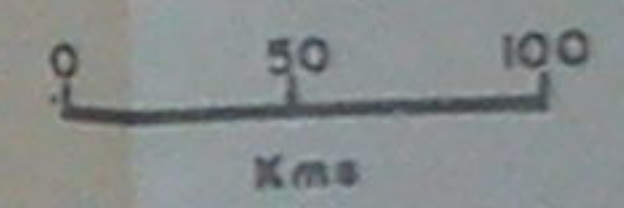
Nicaragua: Volumen total de la producción agrícola, por departamentos, 1965
-En TM-

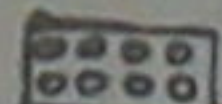

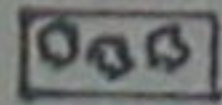
Departamento	Producción	%
Boaco	44 005	2.6
Carazo	42 893	2.5
Chinandega	721 469	42.1
Chontales	62 932	3.7
Estelí	32 530	1.9
Granada	59 638	3.5
Jinotega	56 256	3.3
León	119 469	7.0
Madriz	16 197	0.9
Managua	265 243	15.5
Masaya	20 014	1.2
Matagalpa	107 750	6.3
Nueva Segovia	30 775	1.7
Río San Juan	16 717	1.0
Rivas	81 397	4.8
Zelaya	34 402	2.0
Total	1 711 687	100.0

FUENTE: T.C.S. Consortium

MAPA No.3

CENTROAMERICA:
RECURSOS AGRICOLAS
Y FORESTALES 1965



- ARBOLES Y OTROS CULTIVOS PERENNES 
- CULTIVOS CONTINUOS Y DE ROTACION 
- BOSQUES DENSOS 

La mayor producción agrícola de Nicaragua se encuentra concentrada en los departamentos de Chinandega, Managua, León y Matagalpa, área que cubre la parte noroeste de la costa del Pacífico y cuya producción en 1963 significó un 70.9 por ciento del total de la República. Cabe hacer notar que la producción de dichos departamentos significó un total de 809.8 miles de TM de azúcar y 209.9 miles de TM de algodón. La suma de estas dos representa una participación relativa, dentro del volumen total de la producción agrícola en Nicaragua, del 59.5 por ciento.

En el mapa No.3 se ha señalado el área antes discutida. Se puede observar que dentro de la misma, la superficie empleada para producción agrícola de cultivos continuos o de rotación es relativamente reducida. Esto se compara con las áreas más amplias que se encuentran en los departamentos de Chontales y Zelaya; sin embargo, y de acuerdo con las estadísticas recopiladas, la producción agrícola de estos dos últimos apenas significa un 5.7 por ciento dentro del volumen total, en 1963.

Las anteriores consideraciones llevan a suponer que la región noroeste del Pacífico, cuya producción representa casi las tres cuartas partes del total del país, es además la región que emplea las mejores técnicas de cultivo, realizando las mismas en forma intensiva.

Por otra parte, vale la pena hacer notar los importantes recursos forestales que, al igual que en el caso anteriormente examinado de Honduras, se encuentran inexplorados en los departamentos de Río San Juan y Zelaya.

b) Recursos minerales

La explotación de recursos minerales siempre ha tenido importancia dentro de las diversas actividades económicas de Nicaragua. En el pasado se ha explotado casi exclusivamente el oro y la plata. En la actualidad dichas extracciones aún se verifican, principalmente, en las afueras de la ciudad de Matagalpa, obteniéndose una producción anual neta de 10 000 onzas troy de oro y 20 000 onzas de plata. Las reservas de dichas minas son desconocidas.

En el departamento de Zelaya, y principalmente en las localidades de Siuna y Rosita se verifica una intensiva extracción de oro. En la primera de éstas se han calculado 4 300 000 TM de reservas cuyo rendimiento está estimado en 0.27 onzas por tonelada, la extracción de mineral en la actualidad es de, aproximadamente, 2 000 TM/día, lo que significaría una producción de oro por año de más o menos 100 000 onzas troy.

En la localidad de Rosita se han estimado reservas de mineral de oro y plata del orden de 3 200 000 TM, con una concentración de 0.29 onzas/TM de oro y

0.31 onzas/TM de plata. La extracción de mineral en años recientes ha sido del orden de 270 000 TM/año.

En cuanto a la existencia de otros minerales se tiene conocimiento de yacimientos importantes de hierro, cobre, fosfatos, molibdeno, plomo, tungsteno y níquel.

De todos éstos, únicamente se ha extraído el mineral de cobre y se conocen las reservas de éste y del mineral de hierro. En la localidad de Rosita (departamento de Zelaya) se han obtenido, aproximadamente, 8 000 TM/año de mineral de cobre y las reservas estimadas se sitúan en cerca de 2 000 000 de toneladas con un promedio de cobre del 3.9 por ciento.

En la misma localidad de Rosita se ha ubicado un depósito de hierro cuyas reservas de mineral se han estimado en, aproximadamente, 30 000 000 de toneladas con una concentración de Fe del 60 por ciento.

Todos los yacimientos anteriormente citados se han señalado en el mapa No. 4. Al mismo tiempo se han trazado las localizaciones de algunos depósitos de minerales no ferrosos, usados principalmente en la industria de materiales de construcción y de algunos depósitos de hierro y cobre cuya existencia es sospechada, pero de los que no se conocen las posibles reservas.

De acuerdo con los conocimientos que se poseen es, entonces, evidente que la mayor concentración de recursos mineros en Nicaragua se localiza en la región comprendida entre las poblaciones de Rosita y Siuna, en el departamento de Zelaya. Dicha zona ha sido delimitada por un círculo de líneas interrumpidas que abarca, además de los depósitos ya conocidos, el área de posibles existencias de reservas petrolíferas.

1.2.3.5 Costa Rica

a) Recursos agrícolas

Con excepción de la parte norte de la Provincia de Guanacaste, el territorio de Costa Rica se encuentra intensamente aprovechado, tanto en áreas de bosques densos, como en áreas de cultivos perennes y de rotación.

Para los efectos de poder cuantificar la concentración de dicha producción agrícola, se han investigado, por provincias, los datos correspondientes a los siguientes cultivos y productos de origen pecuario: café, banano, algodón, cacao, plátano, azúcar, arroz, frijol, maíz, tabaco, leche, ganado sacrificado y otros

doce productos no especificados. Dicha producción expresada en toneladas métricas y para el año de 1963, ofreció las siguientes cifras:

Cuadro No.17

Costa Rica: Volumen total de la producción agrícola, por provincias, 1963.
-En TM-

Provincia	Producción	%
San José	292 722	10.1
Alajuela	895 798	31.0
Puntarenas (norte)	307 753	10.6
Puntarenas (sur)	432 188	14.9
Cartago	416 609	14.4
Guanacaste	257 234	8.9
Heredia	71 354	2.5
Limón	220 209	7.6
T o t a l	2 893 867	100.0

FUENTE: T.C.S. Consortium

El mayor grado de concentración de una sola provincia se encuentra en Alajuela, cuya producción significó un 31.0 por ciento del total de la República. Si se considera la región denominada como Meseta Central y algunas áreas adyacentes en las cuales existen cultivos de importancia, puede decirse que en la provincia de Alajuela, ya antes mencionada, y en San José, Puntarenas y Cartago se concentra casi la totalidad de la producción agropecuaria del país (81.0 %).

Dentro del volumen total de dichas producciones, tiene importancia preponderante el azúcar, cultivo que se generaliza en Alajuela, la parte norte de Puntarenas y Cartago, provincias en las cuales se cosecha alrededor de un millón de toneladas de caña. Otro cultivo que ofrece volúmenes de importancia es el banano, del cual se cosecharon casi 200 000 toneladas en la parte sur de Puntarenas.

En el mapa No.3 se ha delimitado la zona de máxima concentración de la producción agrícola de Costa Rica.

b) Recursos minerales

En el mapa No.4 se han trazado los depósitos en explotación y la existencia

comprobada de minerales metálicos y no-metálicos en Costa Rica. A simple vista se puede notar que este país posee la mayor concentración de riqueza mineral en el área o que, al menos, ha sido el más activo en localizar sus depósitos.

Además de pequeñas extracciones de oro y plata verificadas en el pasado, se explotó, a principios de siglo, los depósitos de manganeso localizados en el lugar denominado Sardinal, en la provincia de Guanacaste. De éstos se extrajo en un período de tres años, aproximadamente 60 000 toneladas de mineral, estimándose que aún existen reservas de 20 000 TM con una concentración de Mg del 20-55 por ciento.

Sin embargo, la mayor riqueza mineral de Costa Rica se encuentra en sus existencias, aún inexploradas, de aluminio y hierro. Del primero de éstos se ha ubicado una serie de depósitos en el Valle Río General de la provincia de San José, cuyas reservas se estiman en 150 000 000 de TM a una concentración de ... Al_2O_3 del 35 por ciento.

El yacimiento de hierro en forma de arenas titaníferas más importante que se ha podido localizar a la fecha está en Boca Coronado, Puntarenas. Sus reservas se han estimado en 2 000 000 TM con concentraciones de Fe que oscilan entre el 15 y el 55 por ciento. Además, se ha ubicado otra serie de formaciones de arenas titaníferas, tanto en la misma costa del Pacífico como la del Atlántico, cuyas reservas son desconocidas.

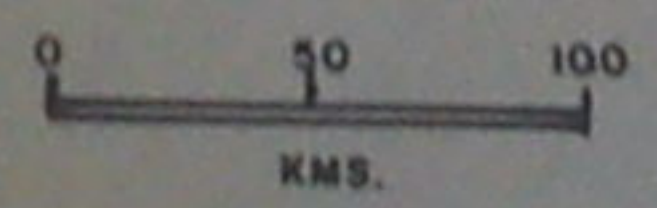
Aparte de los minerales antes mencionados, se tiene conocimiento de la existencia de depósitos de zinc y plomo y de algunos posibles mantos petrolíferos de reservas no determinadas.

De acuerdo con las anteriores informaciones, es posible señalar un área de mayor concentración de recursos minerales, la cual se ubicaría en el extremo sur del país (véase mapa No.4).

1.2.4 Los mercados

La magnitud de un mercado está físicamente determinada por el número de habitantes que lo componen y por el ingreso que éstos perciben. La concentración de estos dos factores (número de habitantes por kilómetro cuadrado y diferencia relativa del ingreso per-cápita, de un área determinada en relación con otras áreas) determinan la atracción que un mercado puede tener sobre los factores productivos.

De acuerdo con los anteriores criterios, en este punto se tratará de deter-



estas dichas áreas de máxima concentración en el Mercado Común Centroamericano. Sin embargo, por carecerse de cifras de ingreso geográfico por departamentos o provincias para la totalidad del área, fue necesario llegar a conclusiones basadas únicamente en datos de población.

Para los efectos anteriormente mencionados se seleccionaron, en una primera aproximación, aquellos departamentos o provincias que mostraron el mayor número total de habitantes, de acuerdo con cifras de los últimos censos realizados. Los totales de dicha selección debieron de ofrecer, en cada caso, una participación relativa de por lo menos un 50 por ciento del total de la población de cada uno de los cinco países.

A continuación, y en una segunda aproximación, se ubicó aquellos centros urbanos que acusaron una población de 10 000 habitantes o más. Dicho margen se fijó un tanto arbitrariamente, quizás, con base en un criterio puramente empírico, asumiéndose que, dado el tamaño de los centros urbanos en el área, éste podría ser el límite representativo de lo que podría calificarse como "ciudad", con todas las implicaciones de la definición de esta palabra.

En una aproximación final se comprobó si la máxima concentración -o, sencillamente, si el mayor número- de dichos centros urbanos o "ciudades" coincidía con las áreas fijadas en primer término. Al mismo tiempo se asumió -con un criterio empírico impuesto por la carencia de datos- que estas áreas, por su misma conformación "más urbana" que el resto de la región, necesariamente debían acusar un ingreso per-cápita mayor.

Hechas las anteriores consideraciones, se determinaron cinco áreas de máxima concentración de mercados, las cuales, debidamente cuantificadas con las cifras de que se dispuso, se presentan a continuación.

1.2.4.1 Guatemala

De acuerdo con el Censo de Población de 1964, los departamentos de la República de Guatemala que ofrecieron las mayores cifras absolutas y relativas dentro del total del país, fueron los siguientes:*

* Dirección General de Estadística, Guatemala.

Departamento	Población	%
Guatemala	813 696	19.0
San Marcos	332 303	7.8
Escuintla	269 813	6.3
Quezaltenango	268 962	6.3
Suchitepéquez	186 299	4.3
Chimaltenango	163 753	3.8
Santa Rosa	155 488	3.6
Sacatepéquez	80 479	1.9
Total		53.0

Los centros urbanos con más de 10 000 habitantes, quedan señalados a continuación:

Guatemala	577 120
Quezaltenango	45 195
Escuintla	24 832
Puerto Barrios	22 242
Mazatenango	19 506
Chiquimula	14 760
Retalhuleu	14 366
Coatepeque	13 657
Antigua	13 576
Amatitlán	12 225
Zacapa	11 173
Tiquisate	10 348
Huehuetenango	10 185
Jalapa	10 035
Santiago Atitlán	9 300
San Pedro Sacatepéquez	9 210
Comalapa	9 202
Santa Lucía Cotzumalguapa	9 104
Chimaltenango	9 077
Cobán	9 073

FUENTE: Dirección General de Estadística. Se incluyeron aquellas poblaciones que se aproximaban a los 10 000 habitantes y que, dada su tasa de crecimiento anual, en la actualidad deberían sobrepasar dicha cifra.

En el mapa No.5 se ha trazado la zona correspondiente a los ocho departamentos de la República que se han seleccionado por tener el mayor número relativo de habitantes, al mismo tiempo se han ubicado las 20 ciudades de mayor importancia. La observación de dicho mapa permite apreciar la existencia de dos "conglomerados" urbanos: uno alrededor de la ciudad de Guatemala y otro dentro de la esfera de influencia de la ciudad de Quezaltenango. Ambos "conglomerados" se encuentran incluidos dentro del área de departamentos de mayor población.

Dentro de esta misma área se podrían entonces, clasificar tres regiones de diversa intensidad:

- i- Región de máxima intensidad: los departamentos de Guatemala, Sacatepéquez y parte norte del departamento de Escuintla.
- ii- Región de intensidad media: departamento de Quezaltenango.
- iii- Región de intensidad relativa: el resto del área que comprende los ocho departamentos seleccionados.

1.2.4.2 El Salvador

Los departamentos de El Salvador que acusaron la mayor población absoluta y relativa, dentro de la población total del país, * en 1964, fueron los siguientes: **

Departamento	Población	%
San Salvador	463 228	18.4
Santa Ana	259 155	10.3
San Miguel	231 821	9.2
Usulután	207 061	8.2
La Libertad	203 480	8.1
Sonsonate	166 932	6.6
La Paz	130 659	5.2
Ahuachapán	130 710	5.2
San Vicente	112 920	4.5
T o t a l		75.7

* 2 510 984 habitantes.

** Tomado de América en Cifras. Vol. I. OEA. Washington, D.C.

En el mismo año de 1964, las áreas urbanas que acusaban una población mayor de 10 000 habitantes fueron las que a continuación quedan enumeradas:*

San Salvador	248 000 hab.
Santa Ana	74 000
San Miguel	38 000
Nueva San Salvador	27 000
Villa Delgado	23 000
Sonsonate	23 000
San Vicente	15 000
Mexicanos	15 000
Chalchuapa	14 000
Ahuachapán	13 000

En el mapa No.5 se ha señalado el área que comprende los departamentos de mayor población detallados con anterioridad y se han ubicado, además, las 10 ciudades de mayor importancia, ya enumeradas. La concentración de mercados existente en El Salvador es del todo evidente, ya que queda demostrada una total coincidencia entre el área de mayor población y los centros urbanos. Por otra parte es notoria -y esto contrasta con los demás países- la proporción tan amplia, dentro de la extensión total de esta República, que el área señalada ofrece.

1.2.4.3 Honduras

En la República de Honduras, los siguientes departamentos acusaron el mayor número de habitantes:**

Departamento	Población	%
Francisco Morazán	284 428	15.1
Cortés	200 099	10.6
Choluteca	149 175	7.9
Santa Bárbara	146 909	7.8
Yoro	130 547	6.9
Copán	126 183	6.7
El Paraíso	106 823	5.7
T o t a l		60.7

* Tomado de América en Cifras. Vol. 1.

** SIECA. Censo Estadístico Centroamericano. 1963. Población total: ... 1 884 765

Las áreas urbanas que se seleccionaron, de acuerdo con los criterios ya expuestos, fueron las siguientes:

Tegucigalpa	134 000 hab.
San Pedro Sula	58 000
La Ceiba	25 000
Puerto Cortés	17 000
El Progreso	14 000
Tela	12 000
Choluteca	11 000

El área que comprende los siete departamentos escogidos y que representan un 60.7 por ciento de la población, se ha señalado en el mapa No.5. Al mismo tiempo se han localizado los siete centros urbanos antes detallados.

Con la excepción de La Ceiba y Tela, existe una coincidencia entre ambas concentraciones de población. Por otra parte, cabría comentar que, dentro del área delimitada, hay dos centros de concentración máxima, uno en la región de Tegucigalpa y otro en la región de San Pedro Sula.

1-2.4.4 Nicaragua

Observando el número de habitantes reportado por el último censo,* para cada una de las divisiones político-administrativas de Nicaragua, se ha podido determinar una mayor concentración en una región que está comprendida por los siguientes departamentos:

Departamento	Población	%
Managua	318 826	20.8
Matagalpa	171 465	11.2
León	150 051	9.8
Chinandega	128 624	8.4
Masaya	76 580	5.0
Carazo	65 888	4.3
Granada	65 643	4.3
Total		63.8

* FUENTE: OEA. América en Cifras. Vol. I.

** SIECA: Compendio Estadístico Centroamericano. 1964.
Población total: 1 535 588

Las áreas urbanas con poblaciones mayores de 10 000 habitantes, de acuerdo con los mismos datos del Censo de Población de 1963*, fueron las siguientes:

Managua	234 580 hab.
León	44 053
Granada	28 507
Masaya	23 402
Chinandega	22 409
Matagalpa	15 030
Estelí	12 742
Diriamba	10 499
Bluefields	10 000

Cada una de estas localidades, y los departamentos de mayor concentración, han quedado señaladas en el mapa No.5.

No es necesario hacer mayores comentarios sobre el alto grado de concentración demográfica existente en Nicaragua, ya que ésta es del todo evidente al compararse lo reducido del área señalada en comparación con la extensión total del país, y la coincidencia de aquella con la mayoría de los centros urbanos más importantes.

1.2.4.5 Costa Rica

Del análisis de las cifras demográficas de Costa Rica, para 1963, se han podido destacar tres provincias con cifras ** de población de importancia, así:

Provincia	Población	%
San José	487 658	36.5
Alajuela	240 672	18.0
Cartago	155 433	11.6
Total		66.1

* Censo de Población 1963. Dirección General de Estadística y Censos. Managua, Nicaragua.

** SIECA: Compendio Estadístico Centroamericano, 1963.
Población total: 1 336 274.

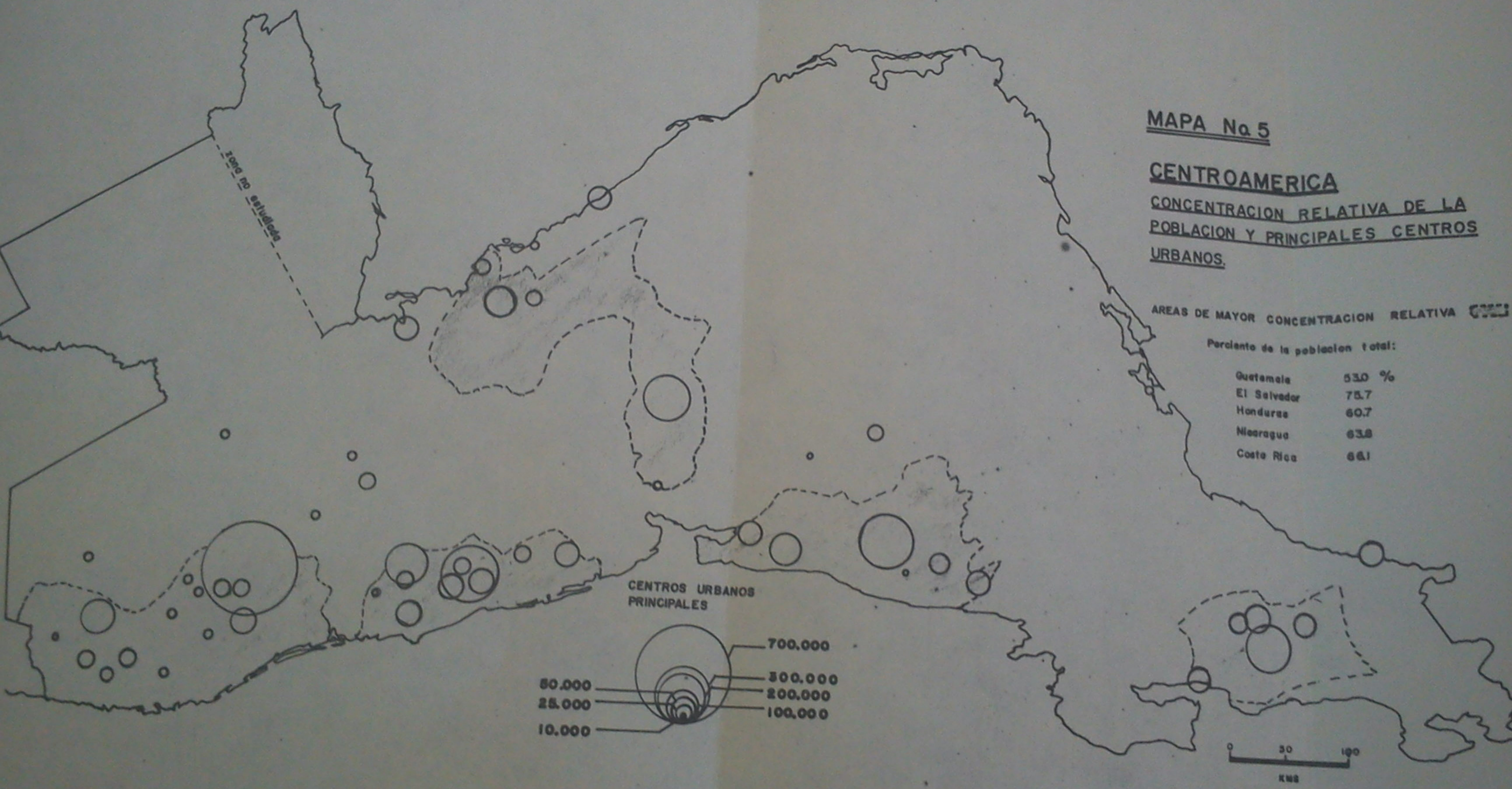
MAPA No 5

CENTROAMERICA
CONCENTRACION RELATIVA DE LA
POBLACION Y PRINCIPALES CENTROS
URBANOS.

AREAS DE MAYOR CONCENTRACION RELATIVA

Porcentaje de la poblacion total:

Guatemala	53.0 %
El Salvador	75.7
Honduras	60.7
Nicaragua	63.8
Costa Rica	66.1



Los centros urbanos de mayor importancia, seleccionados con base en los criterios ya expuestos con anterioridad, fueron los siguientes:*

San José	99 969 h.b.
Heredia	21 881
Cartago	21 480
Limón	19 450
Puntarenas	19 395
Alajuela	18 201

De las seis ciudades antes mencionadas, cuatro se encuentran dentro de las tres provincias más pobladas, lo cual demuestra un grado relativamente alto de concentración de población.

1.3 La localización de la industria y su grado de concentración

1.3.1 La localización de la industria

La determinación de la ubicación de los establecimientos industriales en el área centroamericana implicaba, necesariamente, el acopio de información que únicamente se puede obtener del análisis de cifras provenientes de censos industriales. Desafortunadamente, en este sector -como también en otros- el área adolece, en algunos casos, de una carencia casi total de información, en otros ésta es tan atrasada que hace imposible el emplearla y, finalmente, se ha encontrado una falta de homogeneidad entre la recopilación de información de un país a otro.

Las deficiencias antes apuntadas han obligado al uso de información que no siempre sería comparativa entre un país u otro y a efectuar una serie de estimaciones en aquellos casos en que la información estuviera incompleta o, sencillamente no disponible.

No obstante lo anterior, se cree que para los propósitos de levantar una serie de datos que -en última instancia- se emplearán únicamente para determinar grados de concentración de la localización industrial, la información recabada posee el suficiente grado de aproximación que permita llegar a conclusiones ajustadas a la realidad.**

* FUENTE: AID/ROCAP. Physical Resources Inventory. 1964.

** Además de las diversas fuentes oficiales de estadística, se consultó para cada país el "Informe preliminar de las industrias clasificadas en los países centroamericanos de conformidad con las leyes nacionales de fomento industrial". Doc. SIECA/DII/128.

La metodología empleada en cada caso se describirá conforme se analice la información por países, y ésta se presenta en los apartados siguientes.

1.3.1.1 Guatemala

Para el análisis del sector industrial guatemalteco, se trató de obtener, por departamentos, las cifras correspondientes a: número de establecimientos, personal ocupado y valor de la producción. No obstante haberse efectuado un Censo Industrial en el año 1964, éste aún no ha sido tabulado* y, por consiguiente, la información requerida —salvo una revisión de papeleta por papeleta— no fue obtenible. El censo inmediato anterior, y para el cual sí hay información publicada, se efectuó en 1958.

Dado el desarrollo industrial que el país ha ofrecido en la última década, se ha considerado que dichas cifras serían inservibles. La única solución fue, en consecuencia, montar una hipótesis que permitiese estimar la situación a una fecha más reciente, y la cual se desarrolló en la forma que sigue:

- a) Se obtuvieron las cifras del número de establecimientos, obreros empleados y valor de la producción industrial en Guatemala, de acuerdo con una encuesta efectuada por la Misión Conjunta de Programación, en 1962.
- b) Se calcularon las participaciones relativas de cada uno de los tres datos, por departamentos, de acuerdo con el Censo de 1958.
- c) Los datos de la Misión Conjunta se hicieron crecer hasta 1964, de acuerdo con el índice de desarrollo de la producción industrial 1958-1962, el cual se estimó en un promedio acumulativo anual de, aproximadamente, un 3 por ciento.
- d) A estas cifras proyectadas a 1964, se les aplicó la estructura porcentual —por departamentos— calculada para el Censo de 1958.

Los resultados de las anteriores hipótesis se presentan en el siguiente cuadro.

* Dic. 1967

Cuadro No. 18

Guatemala: Número de establecimientos, personal ocupado y valor de la producción industrial, 1964. Por departamentos.

Departamentos	Número de Establecimientos	Personal ocupado	Valor bruto de la producción - en \$ C A
Guatemala	1 391	35 500	208 875 038
El Progreso	20	219	210 999
Sacatepéquez	92	986	3 315 703
Chimaltenango	60	1 918	8 741 399
Escuintla	119	3 343	25 967 196
Santa Rosa	50	329	1 507 138
Sololá	2	110	904 283
Totonicapán	47	603	3 315 703
Quezaltenango	260	5 973	28 635 620
Suchitepéquez	47	658	4 219 986
Retalhuleu	45	274	1 205 710
San Marcos	70	384	301 427
Huehuetenango	27	219	210 999
El Quiché	37	233	301 427
Baja Verapaz	5	164	241 142
Alta Verapaz	70	1 479	4 219 986
El Petén	7	109	210 999
Izabal	17	986	4 219 986
Zacapa	35	603	3 014 276
Chiquimula	42	274	602 855
Jalapa	21	270	602 855
Jutiapa	25	164	602 855
T o t a l	2 489	54 798	301 427 582

FUENTE: Estimación. Los establecimientos incluidos son únicamente aquellos de 5 ó más trabajadores.

Debido a que las anteriores cifras se estimaron sobre bases conservadoras y que se partió de datos que incluyeron únicamente establecimientos de 5 ó más trabajadores, se cree que la información del número de establecimientos y personal ocupado estará muy por debajo de las cifras que realmente ofrecerá el Censo de 1964. Por otra parte, se estima que el dato del valor bruto de la producción y -lo que es más importante para los propósitos aquí perseguidos- la dis-

tribución de la industria por departamentos se ajustará en forma bastante más aproximada a dichas cifras. Tales extremos se podrán comprobar cuando finalmente las cifras de dicho Censo estén disponibles.

En el mapa No.6 se ha dado una idea de la localización de los 2 489 establecimientos industriales, por departamentos. Mayores comentarios sobre la concentración de dichas industrias se presentarán más adelante, en el punto 1.3.2.

1.3.1.2 El Salvador

La información más reciente que se encuentra publicada con respecto a la industria salvadoreña, desafortunadamente, data de 1961, año en el cual se levantara el Tercer Censo de Industrias.

En lo que se refiere a la presentación de dichas cifras para los efectos aquí perseguidos, se ha estimado prudente no introducir estimaciones que permitieran tener una idea de la situación en años posteriores. Por otra parte, existen suficientes fundamentos para suponer que el grado de concentración de los establecimientos industriales censados en 1961 —y que en última instancia es lo que realmente interesa— no haya variado en una forma significativa de ese año a esta fecha.

En consecuencia, el número de establecimientos existentes en 1961, su personal ocupado y el valor bruto de la producción ofrecieron las cifras que se consignan en el cuadro que sigue:

Cuadro No. 19

El Salvador: Número de establecimientos, personal ocupado y valor de la producción industrial. 1961. Por departamentos.

Departamentos	Número de Establecimientos	Personal ocupado	Valor bruto de la producción En \$ CA
Ahuachapán	81	1 470	4 834 656
Santa Ana	224	7 256	32 325 353
Sonsonate	79	3 035	16 051 614
Chalatenango	68	685	1 164 712
La Libertad	143	6 625	31 541 979
San Salvador	722	18 747	86 097 846
Cuscatlán	241	2 439	2 203 704
La Paz	195	2 227	12 837 061
San Vicente	283	3 035	4 109 381
Cabañas	97	758	485 280
Usulután	136	3 080	27 195 579
San Miguel	262	4 688	22 251 149
Morazán	137	932	411 809
La Unión	46	384	39 951
Total	2 714	55 361	241 550 077

FUENTE: Tercer Censo Industrial, 1961. Dirección General de Estadística y Censos, San Salvador.

1.3.1.3 Honduras

Al igual que en el caso de El Salvador, las estadísticas industriales de Honduras -que se refieren al año de 1962- son un tanto obsoletas.

Sin embargo, también aquí se ha pensado que la información que se persigue obtener, o sea lo que se refiere a la concentración de los establecimientos industriales, no debe haber variado en un grado muy elevado de 1962 a esta fecha.

La información correspondiente a Honduras se presenta en el cuadro siguiente:

Cuadro No. 20

Honduras: Número de establecimientos, personal ocupado y valor de la producción industrial. 1962. Por departamentos.

Departamentos	Número de Establecimientos	Personal ocupado	Valor bruto de la producción en \$ CA
Fco. Morazán	175	5 643	19 421 807
Atlántida	46	1 380	5 031 437
Colón	3	174	620 221
Comayagua	37	630	1 011 764
Copán	8	144	137 716
Cortés	150	4 552	33 038 604
Choluteca	28	719	2 634 482
El Paraíso	19	257	464 157
Intibucá	4	199	235 063
La Paz	5	189	316 399
Olancho	9	98	137 146
Santa Bárbara	11	1 411	2 612 022
Valle	2	23	61 810
Yoro	13	394	1 214 485
Total	510	15 813	68 357 815

FUENTE: Primer Compendio Estadístico. Secretaría del Consejo Nacional de Economía. Tegucigalpa. 1964.

1.3.1.4 Nicaragua

El único censo industrial efectuado en Nicaragua -y por consiguiente la única fuente de información disponible sobre las características del sector industrial- corresponde al año de 1964. Desafortunadamente, dicho Censo aún se encuentra en proceso de tabulación * y, por consiguiente, no fue posible obtener la información completa que se requería.

En consecuencia, se procedió a levantar una serie de cifras de acuerdo con la siguiente metodología:

a) Se obtuvieron estadísticas preliminares del Censo de 1964, las cuales deta-

* Diciembre de 1967.

Huban el número de establecimientos industriales por departamento y la participación relativa de cada uno de éstos dentro del producto bruto industrial para el mismo año.

- b) Como no fue posible obtener la cifra oficial del producto bruto industrial para 1964, se tomó la cifra estimada por la Misión Conjunta de Programación para 1962.
- c) La cifra de 1962 se hizo crecer de acuerdo con el índice de producción industrial que, para Nicaragua, aparece en el Anuario Estadístico de las Naciones Unidas y que se refiere al bienio 1962-1964. De esta manera se obtuvo el producto bruto industrial de este último año.
- d) A la cifra obtenida, de acuerdo con la metodología explicada en el punto c) anterior, se le aplicó la distribución porcentual por departamentos explicada en el punto a), obteniéndose de esta forma la estimación del producto bruto industrial por departamentos.

Los resultados de las estimaciones anteriormente detalladas se presentan en el cuadro que sigue. Estos corresponden al número de establecimientos existentes en cada uno de los departamentos de Nicaragua para 1964 y a la apreciación del producto industrial bruto para ese mismo año. Por carecerse de la información necesaria, no fue posible presentar las cifras correspondientes al número de trabajadores.

Cuadro No. 21

Nicaragua: Número de establecimientos y valor de la producción industrial.
1964. Por departamentos.

Departamento	Número de Establecimientos	Valor bruto de la producción En \$CA
Carazo	272	6 561 343
Chinandega	625	23 402 123
Granada	371	8 311 034
León	973	13 560 109
Managua	1 359	138 881 757
Masaya	661	5 030 363
Rivas	221	2 843 248
Boaco	879	1 530 980
Chontales	459	1 749 691
Estelí	586	3 280 671
Jinotega	749	2 405 826
Madriz	122	656 134
Matagalpa	647	437 423
Nueva Segovia	179	1 312 269
Zelaya	156	4 374 228
Rfo San Juan	28	4 534 229
Total	8 323	218 771 428

FUENTE: Estimación con base en datos preliminares del Censo de Industrias de 1964.

1.3.1.5 Costa Rica

De acuerdo con el Censo Industrial efectuado en Costa Rica en el año 1964, el número de establecimientos, personal ocupado y valor bruto de la producción, por provincias fue el siguiente:

Cuadro No. 22

Costa Rica: Número de establecimientos, personal ocupado y valor de la producción industrial. 1964. Por provincias.

Provincia	Número de Establecimientos	Personal ocupado	Valor bruto de la producción en \$ CA
San José	2 492	19 355	113 583 510
Alajuela	1 088	4 826	27 995 646
Cartago	698	3 169	19 451 050
Heredia	381	1 964	14 060 974
Guanacaste	477	1 187	2 384 869
Puntarenas	481	1 876	9 148 259
Limón	191	895	4 764 620
Total	5 808	33 254	191 392 931

FUENTE: Censo de Industrias. 1964.

1.3.2 El grado de concentración de la industria

La dificultad encontrada en la obtención de datos referentes a la industria centroamericana - y sobre lo cual ya se dieron explicaciones en el punto que antecede - ha obligado a que, en el mejor de los casos, se pudieran hacer consideraciones en torno a tres cifras: el número de establecimientos, el número de trabajadores ocupados y el valor bruto de la producción, todos por departamentos o provincias de las cinco repúblicas.

Observando cada uno de los cuadros en que dichos datos se han consignado, se notan diferencias entre los diversos países -notoriamente en las cifras que corresponden al número de establecimientos- que parecen no ajustarse a la realidad. Tal es el caso de Nicaragua que, comparado con, por ejemplo, Guatemala, presenta un total de 8 323 establecimientos, en tanto que el segundo reporta tan solo 2 489.

Para dos países que presentan un grado de desarrollo industrial similar, la diferencia antes apuntada parecería excesiva y ésta podría justificarse por una, o varias de las siguientes razones:

- a) En el caso de Nicaragua, posiblemente se incluyeron todos los estableci-

nientos industriales,* en tanto que en Guatemala sólo se incluyeron los de 5 trabajadores o más; o

- b) Errores de tabulación entre uno y otro país.

Las diferencias antes apuntadas obligaron, por consiguiente, a realizar un análisis un tanto más minucioso de las cifras disponibles. Este análisis llevaría a la elaboración de lo que podría denominarse un "coeficiente de concentración".

Dicho coeficiente se elaboró de acuerdo con la siguiente metodología:

- a) Dadas las dificultades encontradas, principalmente entre las cifras del número de establecimientos, se pensó que dichos errores supuestos podrían corregirse empleando, además de dichas cifras, los datos correspondientes al número de trabajadores y el valor bruto de la producción. Por otra parte, se pensó conveniente incorporar a la elaboración del coeficiente una comparación relativa, entre los países, del número de trabajadores por establecimiento, del valor bruto de la producción por establecimiento y, finalmente, del valor bruto de la producción por trabajador empleado.
- b) Para efectos de evitar el tener que realizar un análisis de cada uno de los departamentos o provincias del área centroamericana, se seleccionaron un número de zonas que, de acuerdo con el mapa No.6, evidenciaban un mayor número de establecimientos. Esta primera aproximación se corrigió tomando en cuenta los datos del número de trabajadores y valor bruto de la producción, presentados en el punto anterior. Este procedimiento permitió escoger nueve zonas de evidente mayor concentración de establecimientos industriales en el área, así:

- Zona 1 : Guatemala-Escuintla
- Zona 2 : Quezaltenango
- Zona 3 : San Salvador - La Libertad - La Paz
- Zona 4 : Santa Ana
- Zona 5 : Tegucigalpa
- Zona 6 : San Pedro Sula
- Zona 7 : Managua
- Zona 8 : León - Chinandega
- Zona 9 : San José - Alajuela - Heredia

- c) La elaboración del coeficiente ofreció dificultades adicionales ya que, en el caso de Nicaragua, no se contaba con el dato del número de trabajadores ocupados por departamento lo cual, naturalmente, tampoco permitía esti-

* La fuente citada no especificó esta información.

mar el número de trabajadores por establecimiento ni el valor bruto de la producción por trabajador. En consecuencia fue necesario estimar dicha cifra, siguiendo el siguiente procedimiento:

- Para el número de trabajadores empleados en la zona de Managua, se promedió el número medio de trabajadores por establecimiento de las zonas 1, 2, 5, 6 y 9. Este promedio se multiplicó por el número de establecimientos en Managua.
 - Para el número de trabajadores empleados en la zona León - Chinandega se siguió el mismo procedimiento empleando el promedio de las zonas 3 y 4.
- d) Una vez obtenidas las cifras necesarias se procedió a calcular la participación relativa de los datos de cada zona dentro del total de cada país, con los siguientes resultados:

Participación relativa de cada país dentro del total.
En porcentos.

Zonas	Número de Establecimientos	Valor bruto de la producción	Personal ocupado
1 - Guatemala - Escuintla	60.7	77.9	70.9
2 - Quezaltenango	10.4	9.5	10.9
3 - San Salvador - La Libertad - La Paz	39.0	54.0	49.9
4 - Santa Ana	8.3	13.4	13.1
5 - Tegucigalpa	34.3	28.4	35.7
6 - San Pedro Sula	29.4	48.3	28.8
7 - Managua	16.3	63.5	20.0
8 - León - Chinandega	19.2	16.8	27.0
9 - San José - Alajuela - Heredia	68.0	81.3	78.6

- e) A continuación se calcularon las siguientes relaciones, para cada zona:
- Valor bruto de la producción por establecimiento
 - Número de trabajadores por establecimiento

- Valor bruto de la producción por trabajador ocupado

Obtenidos los anteriores coeficientes, se buscó para cada caso el más elevado, llegándose a los siguientes resultados:

Zona 4 (Santa Ana) : 32.3 trabajadores por establecimiento.

Zona 6 (San Pedro Sula) : \$CA 220 257 de valor bruto de la producción por establecimiento; y
\$CA 7 258 de valor bruto de la producción por trabajador ocupado.

- f) El siguiente paso consistió en establecer la relación que existía entre cada uno de los datos más altos encontrados (inciso anterior) y el dato de cada una de las otras zonas; esta relación se estimó asumiendo que el dato al to sería igual a 100.0. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Zonas	Trabajadores por Establecimiento	V.B.P. por establecimiento	V.B.P. por trabajador
1 - Guatemala - Escuintla	79.8	70.6	83.3
2 - Quezaltenango	71.2	50.0	66.0
3 - San Salvador - La Libertad - La Paz	80.5	55.9	65.1
4 - Santa Ana	100.0	65.5	61.4
5 - Tegucigalpa	99.7	50.4	47.4
6 - San Pedro Sula	91.0	100.0	100.0
7 - Managua	74.7	46.4	56.9
8 - León - Chinandega	85.5	10.5	11.4
9 - San José - Alajuela - Here - dia	20.4	17.8	82.2

- g) Si se denominaran datos "x" a las cifras correspondientes a la participación relativa de establecimientos, trabajadores y valor bruto de la producción, dentro del total de cada país, y datos "y" a las relaciones que se establecieron -también en forma relativa- en el inciso anterior, se podría suponer que el grado de concentración absoluta en una zona cualquiera estaría dado por la razón de:

$$C_c = \sum x + \sum y = 600$$

o sea que, entre más se aproxime la relación de sumatorias anteriores a...

000), mayor es el grado de concentración relativa de los establecimientos industriales de cada zona. A esta razón se le podría denominar el "coeficiente de concentración", el que, para cada una de las zonas estudiadas presento los siguientes valores:

Zona	Σx	+	Σy	* Cc
1 - Guatemala - Escuintla	209.5		233.7	443.2
2 - Quezaltenango	30.8		187.2	218.0
3 - San Salvador - La Libertad - La Paz	142.9		201.5	344.4
4 - Santa Ana	34.8		226.9	261.7
5 - Tegucigalpa	98.4		197.5	295.9
6 - San Pedro Sula	106.5		291.0	397.5
7 - Managua	99.8		178.0	277.8
8 - León - Chinandega	63.0		107.4	170.4
9 - San José - Alajuela - Heredia	227.9		120.4	348.3

De acuerdo con lo anterior y aceptando la metodología ya descrita, se puede concluir que en el área centroamericana existe una concentración relativa de establecimientos industriales que puede calificarse como "elevada" en las zonas de Guatemala-Escuintla, San Pedro Sula, San José-Alajuela-Heredia y San Salvador - La Libertad-La Paz.

Por otra parte, existe una concentración relativamente menos elevada en: Tegucigalpa, Managua, Santa Ana, Quezaltenango y, por último, León-Chinandega.

1.3.3 El coeficiente de localización industrial

El propósito del coeficiente de localización industrial es el de determinar el "grado de localización" que, en un área dada pudiera tener una o más ramas industriales.

Este coeficiente -que fuera desarrollado por P. Sargent Florence* - permitirá tener una idea más clara del grado de concentración de la industria en Centroamérica, establecido en el punto anterior, ya que señalaría aquellas ramas in-

* Florence, P. Sargent. The Logic of British and American Industry. pp.37-43

industrias en las cuales dicho fenómeno se hace más evidente.

El método de cálculo empleado se basa en la desviación de la distribución de trabajadores en varias industrias, o varias áreas, de la distribución en la totalidad de la industria, o todo un espacio geográfico, por analizar.

La metodología seguida -y que tiene algunas variaciones con respecto al método de Florence - fue la siguiente:

- a) Se obtuvo el dato del personal ocupado en la industria, para cada uno de los cinco países del área.
- b) Se obtuvo el dato de la población económicamente activa, para cada uno de los cinco países del área.
- c) Se estableció la relación porcentual de a) con relación a b).
- d) Se investigó el número de trabajadores para 19 ramas industriales en cada uno de los países.
- e) Se estableció la relación porcentual entre el número de trabajadores de cada rama y el total de población ocupada en la industria.
- f) Se calculó la desviación de cada una de las relaciones encontradas, en relación de una con la otra.
- g) La sumatoria de las desviaciones de los cinco países, en cada rama, daría el coeficiente de localización de dicha rama.

Ahora bien, de acuerdo con la anterior metodología, Florence obtuvo coeficientes para un número de ramas industriales en los Estados Unidos y la Gran Bretaña y su conclusión fue que, dicho coeficiente debe tener una amplitud de valores que no debería sobrepasar los límites entre 0 y 1.00, siendo cada caso extremo indicativo de: "ninguna localización" (no location), en el caso de ser el coeficiente 0, e "industria muy localizada" (a high degree of localization) cuando el coeficiente fuese 1.00.

Sin embargo, el caso de la industria centroamericana, al aplicar la metodología ya descrita, demostró que la suposición de los límites 0 a 1.00, no es correcta. Tal extremo se comprobó cuando, por ejemplo, la industria centroamericana de productos alimenticios ofreció un coeficiente de 1.35 y la de metálicos básicos uno de -0.33.

Los anteriores extremos se explican por el hecho que, en el área, existe un

reducido número de ramas industriales cuya participación dentro de la producción industrial total es muy elevada, en tanto que, por el contrario, hay una mayor cantidad de ramas industriales cuya producción o importancia relativa es muy reducida. Tal situación hace que, al calcular los coeficientes, éstos sobrepasen los límites que —con la experiencia de una industria más proporcionalmente repartida— Florence había supuesto como máximos y mínimos.

El problema así creado llevó a hacer imposible una comparación entre ciertas ramas de la industria centroamericana y aquellas analizadas por Florence. La única solución, entonces, era la de reducir los coeficientes obtenidos en el caso aquí estudiado dentro de los límites de 0 a 1.0, y esto se hizo así:

- a) Se tomó como valor máximo el coeficiente de 1.35, de la rama de industria alimenticia. Este se igualó a 1.00 y todos los otros coeficientes positivos se ajustaron en relación a esta igualdad.
- b) Como valor mínimo se tomó el coeficiente 0.33 (metálicos básicos) y se igualó a 0.1. Los demás coeficientes negativos se ajustaron en relación a éste, pero en razón recíproca, dividida por dos.

Toda la metodología hasta aquí descrita, expresada en simbología matemática —cosa que Florence no hizo y que posiblemente obligó a que su mala apreciación pasara inadvertida— quedaría como a continuación se indica:

Si se llama:

- P = Personal ocupado en la industria.
- R = Población económicamente activa
- m = Guatemala
- r = El Salvador
- o = Honduras
- p = Nicaragua
- q = Costa Rica

$T_{1...n}$ = Número de trabajadores en las ramas industriales 1...n

Entonces, las relaciones serían:

① $\alpha_{m...q} = \frac{P_{m...q}}{R_{m...q}}$ = La relación porcentual del personal ocupado en la industria con la población económicamente activa (razón α).

$$\textcircled{1} \quad \begin{array}{l} \beta_m, 1 \dots n \\ \vdots \\ \beta_q, 1 \dots n \end{array} = \frac{\begin{array}{l} T_m, 1 \dots n \\ \vdots \\ T_q, 1 \dots n \end{array}}{\begin{array}{l} P_m \\ \vdots \\ P_q \end{array}}$$

La relación porcentual entre el número de trabajadores por rama de actividad industrial y el personal ocupado en la industria (razón β)

$$\textcircled{2} \quad \begin{array}{l} \Delta_m, 1 \dots n \\ \vdots \\ \Delta_q, 1 \dots n \end{array} = \begin{array}{l} \beta_m, 1 \dots n - \alpha_m \\ \vdots \\ \beta_q, 1 \dots n - \alpha_q \end{array}$$

Las desviaciones entre las razones β y α , por ramas y países (coeficiente Δ).

$$\textcircled{3} \quad C_L, 1 \dots n = \begin{array}{l} \sum \Delta_m, 1 \dots n \\ \vdots \\ \sum \Delta_q, 1 \dots n \end{array}$$

La sumatoria de las desviaciones de cada rama industrial del área (C_L = coeficiente de localización industrial)

$$\textcircled{5} \quad C_L = \frac{+C_L}{\max + C_L}$$

$$C_L = \frac{1}{\frac{\min - C_L}{2}}$$

La tabulación de las 19 ramas industriales de los cinco países considera dos fue un tanto extensa y por esa razón no se incluye aquí. Por otra parte, vale la pena hacer notar que toda la elaboración de los coeficientes -en el caso de realizar un análisis similar al presente, o uno aún más extenso- puede hacerse rápidamente mediante el empleo de equipos de cálculo electrónico.

Los coeficientes obtenidos para cada una de las ramas industriales en el área centroamericana, fueron los siguientes:

Cuadro No. 23

Centroamérica: Coeficientes de localización industrial, por ramas de actividad.

R a m a	Coefficiente
1 Industria manufacturera de productos alimenticios	1.00
2 Industria de bebidas	0.17
3 Industria del tabaco	0.06
4 Fabricación de textiles	0.23
5 Fabricación de calzado, prendas de vestir y otros artículos confeccionados con productos textiles	0.55
6 Industrias de la madera y del corcho, excepto la fabricación de muebles	0.03
7 Fabricación de muebles y accesorios	0.08
8 Fabricación de papel y productos de papel	0.05
9 Imprentas, editoriales e industrias conexas	0.03
10 Industria del cuero y productos de cuero y piel, excepto calzado y prendas de vestir	0.06
11 Fabricación de productos de caucho	0.05
12 Fabricación de sustancias y productos químicos	0.10
13 Fabricación de productos minerales no metálicos, excepto los derivados del petróleo y del carbón	0.08
14 Industrias metálicas básicas	0.04
15 Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo de transporte	0.06
16 Construcción de maquinaria, excepto la maquinaria eléctrica	0.06
17 Construcción de maquinaria, aparatos, accesorios y artículos eléctricos	0.05
18 Construcción de material de transporte	0.07
19 Industrias manufactureras diversas	0.06

De acuerdo con los resultados detallados en el cuadro anterior, se puede concluir que las industrias con un coeficiente de localización "alto" son la de alimentos, bebidas, textiles y fabricación de prendas de vestir. Las industrias con coeficientes que podrían llamarse "medios" serían: fabricación de muebles, imprentas y editoriales, sustancias y productos químicos y productos minerales no metálicos.

El resto, o sea las industrias de tabaco, madera, papel, cuero, caucho, metálicas básicas, productos metálicos, maquinaria, maquinaria eléctrica, materia

los de transporte e industrias diversas, ofrecieron coeficientes "bajos".

Aun cuando se han hecho las tres calificaciones anteriormente mencionadas, es conveniente establecer comparaciones entre la experiencia centroamericana y la de países con un grado mayor de desarrollo. Para el caso únicamente se cuenta con los coeficientes que Florence elaborara para la industria británica en 1951. Desafortunadamente, no es posible hacer una comparación de rama por rama, ya que la clasificación empleada por el autor ya mencionado difiere de la usada en las estadísticas industriales centroamericanas. No obstante, se cree que los siguientes ejemplos podrían ser bastante ilustrativos.

Cuadro No. 24

Coefficientes de localización en varias industrias británicas, 1951.

Actividad Industrial	Coefficiente
Fabricación de galletas	0.237
Elaboración de pan	0.11
Fabricación de embutidos	0.19
Beneficio de granos	0.20
Leche y derivados	0.14
Enlatado de alimentos	0.15
Bebidas embotelladas	0.22
Bebidas alcohólicas	0.43
Tabaco	0.36
Hilado de algodón	0.74
Elaboración del yute	0.89
Tejido del rayón y nylon	0.40
Producción de ropa	0.39
Industria de la madera	0.12
Fabricación de muebles	0.30
Fabricación del papel	0.23
Imprentas	0.21
Fabricación de zapatos	0.52
Elaboración del cuero	0.35
Industria del caucho	0.32
Industria farmacéutica	0.24
Industria de materiales de construcción	0.11
Producción de cemento	0.20
Industria del acero	0.57
Producción de maquinaria eléctrica	0.25
Industria del vidrio	0.42

FUENTE: Florence, Sargent P. Post-war investment, location and size of plant. Apéndice B.

La observación de los anteriores coeficientes y su comparación con los que se elaboraron para Centroamérica, permite llegar a las siguientes conclusiones:

- a) La variación de los coeficientes británicos, dentro de los límites 0 a 1.0, es menos extrema que la obtenida para el caso centroamericano. Esto sería indicativo de que la producción y concentración de la industria británica está más proporcionalmente repartida entre las diversas ramas consideradas. Por otra parte, en el caso del área centroamericana, se encuentra una alta concentración en un muy reducido número de industrias primarias.
- b) En tanto que el caso centroamericano presenta coeficientes elevados para la industria de alimentos, bebidas, textiles y fabricación de prendas de vestir, la industria británica ofrece coeficientes desde muy bajos hasta intermedios en la producción de alimentos y bebidas y desde medios hasta altos en la industria textil y de prendas de vestir.

1.4 Consideraciones finales sobre la localización de la industria en el Mercado Común Centroamericano

En la introducción del capítulo sobre localización se hizo una breve descripción de la metodología a seguir para el estudio de la localización industrial en Centroamérica y que, esencialmente, se debería realizar conforme a los siguientes pasos:

- a) Análisis de los principales factores de localización industrial en el área y consideraciones sobre el grado de concentración de cada uno de éstos;
- b) Análisis del grado de concentración de la industria en su totalidad y por principales ramas de actividad;
- c) Conclusiones sobre las posibles interrelaciones entre la concentración de los factores y la concentración de la producción industrial.

Los pasos a) y b) anteriormente mencionados ya fueron realizados en los apartados que preceden. Por lo que se refiere al último paso (c), éste será presentado en el presente punto.

Las cuantificaciones de los factores de la localización industrial y de la concentración de los establecimientos se realizaron en la medida de lo posible y dentro de las limitaciones impuestas por la carencia de datos estadísticos más com-

pletos. Se ha pensado, por consiguiente, que una mayor cuantificación de las posibles interrelaciones encontradas alargarían este trabajo -de por sí voluminoso- y presentarían una serie de dificultades en cuanto a su preparación. Por otra parte, se ha pensado que una elaboración gráfica del problema sería más práctica.

Hechas las anteriores consideraciones, se procedió a elaborar un mapa que fuera la suma de los resultados obtenidos de analizar los factores de localización y del conglomerado industrial del área. Se pensó que la forma más sencilla de efectuar lo anterior ya estaba dada por la serie de mapas (1 al 6) presentados en el transcurso de la elaboración del presente capítulo. Restaba entonces únicamente calcar los resultados que se obtendrían de sobreponer cada uno de los seis mapas. El cuadro que presenta dicha superposición es el que se ofrece en el mapa No.7, inserto en el presente punto.

De la observación del mismo se nota, inmediatamente, cinco zonas de gran concentración de todos los factores de localización, salvo uno, que coinciden con la máxima localización de la industria

Esta coincidencia de los cuatro factores (mercados, transporte, producción agrícola y energía eléctrica), y la no-coincidencia del quinto factor -considerado (recursos minerales), con las áreas de mayor producción industrial, permitiría llegar a las siguientes conclusiones:

- a) Existen en el área centroamericana zonas de un evidente y relativo desarrollo de la agricultura que concentran una proporción mayoritaria de la producción agrícola de cada país.
- b) Estas mismas zonas invariablemente se encuentran ubicadas en las vecindades de los grandes centros administrativos y, en contados casos, cerca de poblaciones urbanas de importancia secundaria.
- c) Dentro de los conglomerados que forman la estructura de mayor producción agrícola y los grandes centros administrativos -urbanos, se encuentra una infraestructura -en el caso aquí analizado: producción de energía eléctrica y medios de comunicación- básicamente diseñada en función de los siguientes elementos:
 - La apertura de vías de comunicación de primer orden que permitan un fácil acceso a aquellas áreas que se dedican a la explotación agropecuaria -racional y de productos para la exportación. Estas mismas vías deben permitir el envío de dicha producción hacia los puertos marítimos, para su ulterior exportación.
 - La planificación de carreteras que permitan la comercialización de esa

misma producción hacia los mayores mercados internos que, por lo general, están radicados en los ya mencionados grandes centros administrativos y, finalmente,

- En lo que respecta a la producción de energía eléctrica, suplir aquellas unidades que se dedican a los procesos de semi-elaboración de producto agropecuario que se exportará o consumirá localmente, y a surtir de alumbrado público y consumo doméstico e industrial a los grandes centros urbanos.

d) Las anteriores consideraciones permitirían llegar a establecer que, de acuerdo con la orientación que se le ha dado a la infraestructura actual del área centroamericana -limitada en este análisis a las vías de comunicación por carretera y a la producción de energía eléctrica- en función de una producción agrícola para la exportación y su comercialización interna a través de un centro administrativo-urbano, la ubicación de industrias -tanto aquellas que transforman dicha producción agrícola como las que transforman otras materias primas- está restringida a determinarse dentro de dichas características particulares.

e) La situación antes apuntada llevaría a concluir que, desde el punto de vista de una localización óptima, cualquier tipo de transformación industrial que estuviere orientada hacia los centros de abastecimiento de materias primas y que no entrase dentro de los límites de una transformación de productos eminentemente agrícolas, estaría mal localizada, en tanto no se re-oriente, radicalmente, la infraestructura existente, en tal forma que, o permitiese el fácil acceso a zonas poseedoras de otros recursos, o bien permitiese -si se quiere- la instalación de conglomerados industriales en los bordes marítimos o fronteras de los países para así facilitar la transformación de materias primas provenientes del exterior.

Por otra parte, todas aquellas industrias cuya ubicación está determinada en función de los mercados, encuentran restringidas sus áreas de acción al no tener un acceso fácil a una gran proporción de la población, por no existir, en primer lugar, las vías de comunicación adecuadas. Este hecho hace aumentar significativamente el costo de transferencia, restringiéndose aún más el mercado de que podría disponerse, por el hecho de que -aparte del costo más elevado de los bienes- estos mismo centros de población aislada generalmente perciben ingresos bajos.

f) Todas las consideraciones hasta aquí expuestas llevan a pensar en una política a nivel de integración centroamericana que, en primer lugar, se ocupase de realizar los estudios necesarios que permitan ubicar una serie de "polos de desarrollo" -y aquí debe tenerse muy presente que este término trae implícito un concepto totalmente diferente del llamado polo de creci-

miento- sobre los cuales planificar, a largo plazo, la creación de una nueva infraestructura.

Finalmente, la planificación de estos polos debe también prever con suficiente amplitud una serie de consideraciones que entrarían dentro del concepto más amplio -pero también importante para el futuro desenvolvimiento de la integración centroamericana- del desarrollo equilibrado.

2 - EL TAMAÑO DE PLANTA Y LAS ECONOMÍAS DE ESCALA EN EL MERCADO COMUN CENTROAMERICANO

2.1 Introducción

En este último capítulo se tratará de cuantificar en torno a varios factores -tal como número de trabajadores, energía consumida y capacidad aprovechada- que puedan dar una idea sobre el tamaño medio del establecimiento industrial centroamericano a nivel de ramas, y que ofrezcan alguna indicación sobre las posibles economías o deseconomías de escala.

Toda la información que se obtenga de fuentes oficiales se manejará a nivel de rama industrial, admitiéndose, en un principio, que una encuesta directa de los principales establecimientos del área hubiese ofrecido datos de mayor interés.

Sin embargo, esto no fue posible y en consecuencia se debe suponer, que los datos escogidos en este caso serán lo suficientemente representativos para dar una idea muy generalizada de las características que se pretenden establecer.

2.2 El tamaño, el grado de mecanización y aprovechamiento de la capacidad de las plantas industriales existentes

Todas las estadísticas que se analizan en el presente punto se obtuvieron de una sola fuente: la Encuesta Industrial efectuada por la Misión Conjunta de Programación en 1962*. En consecuencia, estos datos no necesariamente coincidirán con los que se emplearon, en apartados anteriores, para la discusión de la ubicación de las industrias en el área.

En el caso aquí discutido se pensó que sería más adecuado -dado el tipo de análisis que deberá efectuarse- emplear cifras que fueran comunes para los cinco países y correspondieran a un mismo año. Las estadísticas oficiales contenidas en los censos industriales no poseen estas características. Debe advertirse que la encuesta efectuada por la Misión Conjunta abarcó a la totalidad del "sector fabril"*** y una muestra de los establecimientos medianos (20-49 trabajadores).

* Misión Conjunta de Programación para Centroamérica. Encuesta Industrial Centroamericana, 1962.

** Terminología empleada por la Misión, que correspondió a industrias con 50 ó más trabajadores.

Se cree que, de acuerdo con lo anterior, la muestra encuestada por la Misión Conjunta, que dió mayor importancia a los establecimientos grandes, podría ofrecer conclusiones más útiles al discutir, en términos generales, los tamaños de planta y las economías de escala en el área centroamericana. No obstante, debe tenerse en mente que los datos presentados tienen ya más de cinco años de haber sido recabados.

Las cifras sobre las que se ha elaborado, con base en la información obtenida de la encuesta ya mencionada, son las siguientes:

- Número de trabajadores por establecimiento
- kWh consumidos por establecimiento
- Capital fijo reportado, por trabajador
- Capacidad aprovechada

En vista de que los datos antes mencionados se elaboraron a nivel de rama industrial, debe aclararse que al suponer que se puedan obtener cuantificaciones que den una idea del tamaño medio, por rama, del establecimiento industrial centroamericano, se deben tener en cuenta las siguientes características de los datos empleados:

- a) La elaboración se ha hecho a nivel de dígitos de la clasificación CIIU. Esto incluiría, entonces, un regular número de industrias, de procesos no siempre similares, que podrían -al estar "diluidos" dentro de los promedios que se obtendrán- distorsionar ciertas situaciones individuales muy favorables así como muy desfavorables.
- b) Se asumirá que, básicamente, el tamaño de la planta está dado por el número promedio de trabajadores por empresa. Para efectos de calificación se supondrá que el tamaño de la planta es "grande" si ocupa de 50 a 100 ó más operarios, "mediana" si ocupa de 25 a 49, "pequeña" cuando tiene de 10 - 24. La de menos de 10 trabajadores no se tomará en cuenta.*

También se deberá considerar que, aun cuando en la encuesta se pidió consignar el promedio de trabajadores ocupados en cada industria durante un año, podrían haber errores en el sentido de que un número no determinado de industrias no hubiesen acatado estas instrucciones al pie de la letra y podrían haber reportado trabajadores empleados en meses anormales.

- c) El grado de mecanización de las empresas industriales se medirá a través

* Debe aclararse que esta clasificación se hizo, no en función de la cobertura reportada en la encuesta, sino de acuerdo con los resultados obtenidos al calcular los diversos coeficientes.

de los tipos de relaciones: los kWh consumidos en promedio por cada establecimiento en un año, y el capital fijo invertido por cada trabajador empleado. Se considerará que el grado de mecanización es alto si la empresa consume más de 200 000 kWh/año o si su capital fijo invertido por trabajador es mayor de \$CA 10 000; mediano si consume entre 80 000 y 199 999 kWh/año o tiene invertido de \$CA 5 000 a 9 999 de capital fijo por operario y, finalmente, se considerará que una empresa tiene un bajo grado de mecanización si consume de 10 000 a 79 000 kWh/año y su inversión fija por trabajador oscila entre los \$CA 1 000 y 4 999.

Los datos empleados para los valores unitarios que se obtendrán dentro de este análisis podrían adolecer de varios inconvenientes:

- No se pudo establecer si, dentro del consumo de energía se incluyó aquella que es generación propia de las empresas pudiendo ser, por consiguiente, que se esté pecando de omisión.

- El capital fijo podría no ser una forma homogénea de medir el grado de mecanización ya que no sería de extrañar que, en tanto algunas plantas hubiesen amortizado totalmente la depreciación de su equipo, otras no lo hubieran hecho así.

d) Finalmente, se obtuvo el dato de las capacidades aprovechadas en promedio por cada planta, habiéndose hecho la siguiente calificación:

alto aprovechamiento	0.70 - 1.00
aprovechamiento medio	0.50 - 0.69
bajo aprovechamiento	0.30 - 0.49
aprovechamiento nulo	0 - 0.29

Nuevamente en este caso podrían escapar a la atención situaciones individuales de muy altos aprovechamientos, al estar incluidos estos casos dentro de una rama industrial que ha sido promediada.

No obstante las posibles dificultades que se han previsto, se cree que, en general, la información obtenida podría dar una idea del tamaño medio de las plantas industriales que operan dentro de cada rama de actividad industrial en los países del área y podría, inclusive, llegarse a determinar si, en general, la industria centroamericana estaría en condiciones de aprovechar -en aquellos procesos donde esto es posible- las ventajas de las economías de escala.

Los datos a que se ha hecho referencia se presentan en los dos cuadros siguientes.

2	Industria de bebidas	27.5	42.1	41.3	25.8	26.1	63 994	641 978	49 038	66 600	75 000	9 623	922	6 177	7 011	10 139
3	Industria del tabaco	37.1	14.1	52.0	144.0	104.5	8 437	1 098	183 333	299 700	225 000	6 400	5 845	17 686	4 847	14 511
4	Fabricación de textiles	52.0	56.2	61.7	86.0	83.8	82 910	105 755	306 250	269 730	155 357	3 246	3 207	3 109	3 350	2 500
5	Fabricación de calzado, prendas de vestir y otros artículos confeccionados con productos textiles	17.3	13.8	16.8	14.5	25.5	24 314	9 762	6 452	9 553	15 094	1 854	1 748	1 129	1 065	1 080
6	Industria de la madera y del corcho, excepto la fabricación de muebles	25.4	18.3	50.9	29.4	21.8	83 719	86 025	14 062	1 417	290 740	5 235	14 664	1 515	3 859	7 540
7	Fabricación de muebles y accesorios	14.5	12.2	11.0	17.3	11.3	11 601	5 876	4 167	15 587	13 710	721	3 752	1 310	1 112	3 200
8	Fabricación de papel y productos de papel	63.7	49.0	16.0	10.3	7.6	15 745	93 240	12 500	11 100	102 500	10 195	5 906	3 656	4 452	1 800
9	Imprentas, editoriales e industrias conexas	29.0	13.4	20.6	18.7	30.6	36 454	16 422	20 833	56 005	51 023	1 618	3 467	3 257	3 715	3 600
10	Industria del cuero y productos del cuero y piel, excepto calzado y prendas de vestir	15.6	27.2	6.7	11.4	11.4	18 769	29 382	2 083	12 950	30 000	3 246	3 056	4 197	1 131	3 000
11	Fabricación de productos de caucho	50.9	15.6	27.4	18.7	23.7	1 849 579	60 545	14 285	44 400	23 077	4 804	8 221	1 911	3 982	1 900
12	Fabricación de sustancias y productos químicos	35.3	53.6	6.5	23.2	27.7	38 245	91 998	58 333	20 182	150 778	1 774	3 216	19 376	5 518	7 100
13	Fabricación de productos minerales no metálicos, excepto los derivados del petróleo y del carbón	17.7	18.1	17.6	16.8	24.7	34 938	83 726	13 846	199 800	110 714	1 695	5 101	6 280	8 286	6 300
14	Industrias metálicas básicas	26.7	24.0	---	---	---	94 333	205 350	---	---	---	8 190	4 229	---	---	---
15	Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo de transporte	2.0	9.9	16.0	12.6	27.1	13 270	15 017	12 500	108 225	43 750	731	3 919	3 795	17 603	8 300
16	Construcción de maquinaria excepto la maquinaria eléctrica	---	---	---	---	---	40 531	10 656	118 750	16 650	60 417	1 245	1 862	309	6 600	2 700

Cuadro No. 26

Centroamérica: Porcientos de capacidad aprovechada en la industria.
Por ramas.*

Ramas	Guatemala	El Salvador	Honduras	Nicaragua	Costa Rica
1	0.64	0.67	0.73	0.80	0.75
2	0.81	0.42	0.53	0.55	0.59
3	0.43	0.41	0.41	0.35	0.34
4	0.41	0.85	0.54	0.87	0.57
5	0.60	0.50	0.41	0.43	0.45
6	0.60	0.50	0.66	0.55	0.36
7	0.32	0.46	0.38	0.38	0.23
8	0.34	0.36	0.21	0.51	0.47
9	0.70	0.30	0.55	0.50	0.91
10	0.50	0.35	0.47	0.44	0.43
11	0.51	0.67	0.36	0.50	0.58
12	0.61	0.73	0.50	0.47	0.37
13	0.77	0.60	0.91	0.36	0.55
14	0.43	0.44	--	--	--
15	0.41	0.35	0.37	0.42	0.48
16	0.42	0.48	0.40	0.42	0.42
17	0.42	0.43	0.40	0.89	0.49
18	0.43	0.38	0.72	0.52	0.42
19	0.32	1.00	0.45	1.00	0.79

* Porcentaje de capacidad aprovechada en relación a la capacidad teórica máxima.

FUENTE: Encuesta Industrial Centroamericana 1962. Misión Conjunta de Programación.

Con base en las cifras que ofrecen los dos cuadros anteriores se le otorga de una calificación * de cada una de las ramas industriales consideradas, de acuerdo con los conceptos ya expuestos en párrafos anteriores, que permitirían determinar el tamaño medio y -en consideraciones que se entrarán a hacer en el punto siguiente- características relativas a la posible economía o deseconomía de escala.

* Esta calificación se realizó con base en las cifras máxima, mínima y media que ofreció la información relativa a cada país del área.

Las calificaciones en referencia han permitido llegar a las siguientes conclusiones:

- a) De acuerdo con el número de trabajadores ocupados en promedio para cada rama industrial, se puede suponer que el tamaño medio de las plantas incluidas dentro de la rama "fabricación de textiles" se puede calificar como "grande", en cada uno de los cinco países del área. Igual tamaño lo tiene la industria del tabaco en Honduras, Nicaragua y Costa Rica; las industrias del papel y productos de caucho en Guatemala; sustancias y productos químicos en El Salvador; la industria de la madera en Honduras y la industria alimenticia en Nicaragua.
- b) Como industrias que poseen, en promedio, un alto grado de mecanización, de acuerdo con la energía eléctrica consumida por establecimiento y el monto de capital fijo invertido por trabajador, se podría clasificar a la industria del tabaco en Honduras, Nicaragua y Costa Rica; la industria textil en Honduras y Nicaragua; la industria de bebidas en El Salvador y Costa Rica; la madera en El Salvador y Costa Rica; la fabricación de papel, productos de papel y productos de caucho en Guatemala; las industrias metálicas básicas en El Salvador; minerales no metálicos y productos metálicos excepto maquinaria y equipo de transporte en Nicaragua y la industria alimenticia en Costa Rica.
- c) El aprovechamiento de la capacidad instalada se calificó como alto para la industria de bebidas, imprentas editoriales y conexas y productos minerales no metálicos en Guatemala; la industria textil y productos químicos en El Salvador; productos alimenticios, productos minerales no metálicos y construcción de material de transporte en Honduras; productos alimenticios, textiles y construcción de maquinaria en Nicaragua; y, alimentos e imprentas en Costa Rica.

Las características de cada una de las ramas industriales especificadas en los incisos a), b) y c) anteriores se presentan -para una mejor comprensión- en el siguiente cuadro No. 27. En este mismo cuadro se han incluido únicamente aquellas ramas industriales que obtuvieron una calificación alta en lo que respecta a su tamaño, grado de mecanización (ya sea en función de energía consumida o en función del capital fijo invertido por operario) o capacidad aprovechada, indicándose en cual de las tres características se sitúa cada rama con una "X".

El anterior ordenamiento de los hallazgos a que permitió llegar el análisis de la industria centroamericana permite observar que, en casi todas las ramas existen ciertas incongruencias, no esperadas, que dificultan un tanto poder llegar a derivar conclusiones absolutas en lo que respecta a las relaciones normales en

Cuadro No. 27

Centroamérica: Ramas industriales que se clasifican de tamaño grande, alto grado de mecanización y aprovechamiento elevado.

R a m a s	Guatemala			El Salvador			Honduras			Nicaragua			Costa Rica		
	Alta	Aprove		Alta	Aprove		Alta	Aprove		Alta	Aprove		Alta	Aprove	
	De gran tamaño	mecani- zación	cham. elevado	De gran tamaño	mecani- zación	cham. elevado	De gran tamaño	mecani- zación	cham. elevado	De gran tamaño	mecani- zación	cham. elevado	De gran tamaño	mecani- zación	cham. elevado
1 Industria manufacturera de productos alimenticios								X	X		X			X	X
2 Industria de bebidas			X		X										X
3 Industria del tabaco							X	X		X	X		X	X	
4 Fabricación de textiles	X			X		X	X			X	X	X	X		
5 Industria de la madera y del corcho, excepto la fabricación de muebles					X		X								X
8 Fabricación de papel y productos de papel	X	X													
9 Imprentas, editoriales e industrias conexas			X												X
11 Fabricación de productos de caucho	X	X													
12 Fabricación de sustancias y productos químicos				X		X	X								X
13 Fabricación de productos minerales no metálicos, excepto los derivados del petróleo y del carbón			X						X		X				
14 Industrias metálicas básicas					X										
15 Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo de transporte											X				
17 Construcción de maquinaria, aparatos, accesorios y artículos eléctricos												X			
18 Construcción de material de transporte								X							

tre tamaño de planta y el aprovechamiento de la capacidad y entre esta última característica y el grado de mecanización encontrado. Así, se presentan una serie de casos en que se tiene un alto grado de mecanización, un elevado número de operarios y aprovechamientos bajos. Todas estas consideraciones -que ya pertenecerían al dominio del concepto de economías de escala- se volverán a analizar con mayor detenimiento más adelante.

Interesaría ahora llevar el análisis general del tamaño de las plantas y su grado de aprovechamiento hacia una comparación con las características de la industria en países que posean un mayor grado de desarrollo que el centroamericano.

Esta comparación permitiría extenderse por afuera del círculo un tanto estrecho que se impuso al calificar el tamaño, mecanización y grado de aprovechamiento de la industria del área con base en sus propias características.

Para los efectos antes anotados se escogió el caso de la industria en México, país que, además de encontrarse en un grado de desarrollo muchísimo más elevado que el de Centroamérica, presenta ciertas características estructurales que, aun cuando han sido substancialmente mejoradas ofrecen cierta similitud con las condiciones socio-económicas del área estudiada.

Para el caso, solamente se estudiarán las ramas 1 a 4, 6, 8 y 11 a 15, por ser éstas las que mejor se definen como las de evidente mayor tamaño y eficiencia en la región centroamericana.

Los promedios de número de trabajadores por establecimiento y consumo de energía para el caso de México y Centroamérica, se presentan en el cuadro siguiente.

Cuadro No. 28

Comparación de tamaño de planta y posibles grados de mecanización: industria de México y Centroamérica. 1962.

R a m a	Trabaj./Establec.		kWh/Establecimiento	
	C.A.	México	C.A.	México
1 Industria manufacturera de productos alimenticios	30.1	60.0	95 062	2 423 400
2 Industria de bebidas	32.6	54.0	179 322	2 949 600
3 Industria del tabaco	70.3	90.5	143 536	4 956 000
4 Fabricación de textiles	67.9	70.5	184 000	1 861 400
6 Industria de la madera y del corcho, excepto la fabricación de muebles	29.7	144.0	95 192	1 823 400
8 Fabricación de papel y productos de papel	29.3	153.0	47 017	8 574 500
11 Fabricación de productos de caucho	27.3	641.0	398 377	6 296 600
12 Fabricación de sustancias y productos químicos	29.3	89.6	71 907	1 339 900
13 Fabricación de productos minerales no metálicos, excepto los derivados del petróleo y del carbón	19.0	186.5	88 604	10 475 700
14 Industrias metálicas básicas	25.3	289.4	38 552	17 809 900
15 Fabricación de productos metálicos, excepto maquinaria y equipo de transporte	13.5	172.3	51 200	1 740 200

FUENTE: Para Centroamérica: Cuadro No. 12. Para México: Sumario Estadístico 1962, Dirección General de Estadística, México, D.F.

Aun cuando hubiese sido interesante hacer comparaciones entre capital fijo invertido por operario, no fue posible obtener esta cifra para México.

No obstante, el cuadro presentado con anterioridad muestra, en una forma más clara, el grado de mecanización y tamaño de la industria en Centroamérica. Aun cuando el número de operarios por empresa (supuestamente representativo del tamaño medio de la planta) en algunas ramas, como la de bebidas, tabaco y textiles, no ofrece diferencia muy apreciable entre el caso centroamericano y México, las diferencias de consumo de energía por unidad son notorias.

Se puede, por consiguiente concluir que, dentro de la industria centroamericana -y sin olvidar que el análisis realizado no es más que una serie de promedios- el tamaño de las plantas que operan tiende a ser pequeño y que el grado de mecanización encontrado es relativamente bajo. Con estos antecedentes en mente se pasará a discutir lo relativo a las economías de escala en la industria del área.

2.3 Las economías de escala

2.3.1 Situación actual de la industria

En el capítulo segundo -parte primera- de este trabajo se presentaron los lineamientos teóricos que se refieren a la determinación del tamaño de la planta y a las economías de escala. Al mismo tiempo se presentó una serie de casos de industrias y se determinó el grado de economías de escala que éstos pudiesen llegar a ofrecer.

Muy claro debe ser, a estas alturas, la estrecha correlación que debería de existir entre el tamaño de una planta y sus posibles economías y deseconomías de escalas. Con ese propósito se han establecido -en el punto que antecede a éste- los tamaños promedio de establecimiento industrial centroamericano.

De acuerdo con los lineamientos teóricos a que ya se ha hecho referencia, se podría deducir que las ramas industriales que mayor sensibilidad a las economías de escala ofrecerían en Centroamérica serían las siguientes: *

- Industria alimenticia
- Industria del tabaco
- Industria de bebidas
- Industria de papeles
- Productos de caucho

* Cabe advertir que el autor ha encontrado -en el curso de la investigación realizada- que no existe un criterio uniforme respecto a la existencia o no de las economías de escala en ciertas industrias. Tal es el caso de la rama textil. Los criterios expresados a este respecto se basan en datos recopilados de un variado número de fuentes y, por consiguiente, la experiencia en ellas ofrecida tiene su origen en casos donde han intervenido variables que podrían o no ser típicas de la industria centroamericana. En lo que se refiere a la industria textil, el autor ha tenido experiencias prácticas en el medio aquí estudiado, que han demostrado que ésta no es muy sensible a dichas economías. Sin embargo, investigadores en otros medios han expresado un criterio opuesto. /..

- Substancias y productos químicos
- Industrias metálicas básicas
- Fabricación de productos metálicos, excepto material de transporte
- Construcción de material de transporte

La anterior selección se ha basado sobre los siguientes criterios:

- a) Por simple equiparación con la lista de industrias clasificadas como "sensibles" a las economías de escala, que aparecen en el Cuadro No. 12 del capítulo segundo, de la primera parte.
- b) En aquellas industrias que no aparecen en la lista antes mencionada, como por ejemplo la industria de alimentos, se ha tomado como criterio para determinar la existencia o no de economías de escala en el área centroamericana, el tipo de proceso que usualmente se emplea en cada rama (procesos continuos con alta mecanización). En otros casos se ha hecho la selección - como por ejemplo en papel y productos de papel - por el conocimiento empírico que se tiene del tipo de industria que, dentro de esta rama, opera en uno o varios países del área.

Cabe advertir que la selección realizada no necesariamente muestra que en una determinada rama todas las industrias deban de ofrecer, teóricamente, economías de escala, por otra parte, la no inclusión de otras ramas tampoco significa que en algunos casos no pudieran existir economías de escala. Lo que se ha pretendido es, únicamente generalizar en torno a la lista de industrias que fue posible obtener y cuyo detalle no se pudo afinar en mayor grado, por la carencia de suficiente información.

A continuación se tratará de determinar si aquellas ramas industriales que teóricamente se suponen ser sensibles a las economías de escala presentan tales economías, de acuerdo con las características de tamaño y eficiencia ya señaladas para el área.

a) Industria alimenticia

Dicha rama industrial ofrece mayor tamaño y alto grado de aprovechamiento de capacidad en Nicaragua; por otra parte ha demostrado características generales de una alta mecanización y aprovechamiento de la capacidad instalada en

... Esto solamente viene a confirmar la necesidad de efectuar un estudio más profundo, a nivel de casos particulares, que determine la realidad de la industria centroamericana.

Costa Rica. Su mayor tamaño relativo -52.6 trabajadores por establecimiento en Nicaragua- no está muy alejado del tamaño medio de 60 trabajadores encontrado en la industria alimenticia mexicana. Sin embargo, esto no se compensa con un grado de mecanización elevado -la diferencia entre Nicaragua y México es enorme- por lo que se podría inferir que, en general, dicha rama no tendría las características que la hiciesen proclive a demostrar economías de escala. En el caso de Costa Rica -país en el cual debe pesar fuertemente la industria del enlatado y conservas de alimentos- se encuentra un relativo mayor grado de mecanización. Sin embargo, al compararse con México (195 000 kWh establecimiento contra 2 400 000) se observa que el tamaño medio de la planta -arricense es bajo. De asumirse que las tecnologías empleadas en ambos casos son similares -y no hay evidencia alguna que demuestre lo contrario- se podría suponer que en Costa Rica la industria de alimentos tampoco ofrecería economías de escala de significación.

b) Industria del tabaco

La industria del tabaco ha mostrado características generales de gran tamaño y elevada mecanización -relativa al tamaño de la industria centroamericana- en Honduras, Nicaragua y Costa Rica. Es importante hacer notar que el total de establecimientos incluidos dentro de este trabajo para los tres países mencionados es de seis, por lo que el análisis deja de ser tan generalizado como lo fue, por ejemplo, para la industria alimenticia, rama que contó con un número muchísimo mayor que, sin duda, incluyó una gran cantidad de empresas de pequeño tamaño.

Al comparar el tamaño medio de las plantas, en los tres países mencionados, con el que se ofrece en el caso de México se puede observar que, para Nicaragua y Costa Rica, éste es evidentemente mayor. No obstante lo anterior, el grado de mecanización, que estaría dado por la energía consumida, es bajo ya que, en tanto la planta mexicana consume un total de 1 800 000 kWh/año, en Centroamérica, y para el mejor de los casos -Nicaragua-, este consumo apenas llega a 270 000 kWh/año.

Examinando la capacidad aprovechada de los tres casos de plantas de mayor tamaño encontrados -Honduras, Nicaragua y Costa Rica- se observa que dicho aprovechamiento es alto (87 por ciento) únicamente en Nicaragua. En esta forma han coincidido en la industria del tabaco de este último país dos factores importantes que podrían determinar la existencia de economías de escala: relativo gran tamaño y un alto grado de aprovechamiento; también es significativo el hecho de que ésta sea la industria que mayor consumo de energía ofrece en el área. Sin embargo, cabe observar que de acuerdo con los datos recabados, su inversión de capital fijo por trabajador ocupado es la más baja, lo cual estaría en abierta con-

tradición con las características últimamente destacadas.

En conclusión, cabría pensar que, de acuerdo con las condiciones generales que la industria del tabaco presenta en el área, la que actualmente opera en Nicaragua ofrecería algunas características que podrían suponer posibles economías de escala.

c) Industria de bebidas

De los cinco países del área, la industria de bebidas en Honduras y El Salvador ofreció el mayor número de trabajadores, en promedio, por unidad (41 y 42 trabajadores por empresa, respectivamente). Sin embargo, el grado de mecanización parece tener importancia únicamente en El Salvador, país en el cual esta rama ofreció un consumo medio de energía por año de más de 600 000 kWh, comparado con casi 3.0 millones en México.

Por otra parte, el grado de aprovechamiento promedio de esta industria fue tan solo del 42 por ciento, lo cual descarta totalmente cualquier consideración que, con respecto a las posibles economías de escala, pudiera hacerse.

d) Industria del papel

Esta rama, que además de la producción de papel incluye también los productos de papel, reportó para el área un total de 56 establecimientos. Para Guatemala —país que arrojó el promedio más alto de número de operarios por cada empresa— el total de establecimientos incluidos fue de 11. Estos últimos ofrecen algunas cifras que son un tanto contradictorias ya que, mientras su empleo de energía es bajísimo (16 000 kWh/año versus 8.5 millones de la industria en México) su monto de inversión fija por trabajador —\$CA 10 195— es bastante elevada. No es posible, por consiguiente y por estas mismas contradicciones, formularse un criterio claro del grado de mecanización que podría encontrarse en esta rama.

Por último, el coeficiente de aprovechamiento de la capacidad instalada, que oscila entre 21 por ciento para Honduras y 51 por ciento en Nicaragua no hace posible el pensar que, en general, esta rama pueda estar operando con economías de escala.

e) Productos de caucho

De acuerdo con las estadísticas que, sobre la industria centroamericana, se recabaron para el año 1962, los establecimientos industriales de mayor tamaño e importancia dentro de la rama de productos de caucho, se encontraban ubicados en Guatemala. En el resto de los países del área, los datos que sobre dicha actividad industrial se recogieron parecen señalar que ésta no tiene mayor importancia.

Obviamente, los promedios obtenidos en Guatemala para los 14 establecimientos incluidos, estaban fuertemente influidos por la fábrica de llantas y neumáticos que, ya para ese año, operaba en el país.

Sin embargo, el tamaño medio de la industria (51 trabajadores por establecimiento) está muy por debajo del promedio mexicano de 641 operarios. Por otra parte, el grado de mecanización establecido a través del consumo medio de energía eléctrica, también presenta diferencias considerables (1.8 millones de kWh en Guatemala versus 6.3 millones en México, por establecimiento).

Si se asume que el por ciento de capacidad aprovechada de esta rama industrial, que para Guatemala fue del 51 por ciento, sería representativo de la eficiencia de la fábrica de llantas en 1962, definitivamente se puede deducir que ésta no podría haber estado operando con economías de escala en ese entonces.

En la actualidad, se sabe que la planta mencionada está operando con un grado de aprovechamiento bastante elevado, sin embargo, su capacidad máxima ha sido limitada para permitir la entrada en operación de una segunda planta en Costa Rica.

De acuerdo con los procesos y las tecnologías que se emplean en la producción de llantas y neumáticos, se puede pensar que dicha producción podría estar sujeta a economías de escala de alguna importancia.

Sin embargo, las limitaciones a que se ha hecho mención anteriormente y que afectan del mismo modo a la planta que opera en Costa Rica, más el hecho de que, por restricciones propias del mercado al cual sirven, éstas se hayan concebido como fábricas de un alto grado de diversificación, hacen dudar seriamente que alguna vez puedan llegar a abatir los costos hasta un nivel que manifieste verdadera economía de escala.

f) Sustancias y productos químicos

Los resultados obtenidos de calcular el número de trabajadores y energía a

l ctrica consumida por empresa, capital fijo invertido por trabajador y grado de aprovechamiento en la industria química centroamericana y su comparación con iguales promedios obtenidos para la industria en México, señalan claramente que esta rama no ha ofrecido aún un desarrollo importante en el  rea.

Por consiguiente, no tiene propósito el hablar sobre posibles economías de escala ya que éstas no pueden, bajo ninguna circunstancia, manifestarse.

Sin embargo, se debe tener presente las consideraciones que se hicieron en la discusión teórica sobre las economías de escala y en la cual se concluyó y demostró que esta rama industrial es, en determinados casos, sumamente susceptible a dichas economías. Por consiguiente, cualquier decisión que en el futuro se quiera tomar -sea a nivel oficial o de iniciativa privada, para la instalación de plantas químicas de producción en mayor escala- debe de dar seria consideración a los problemas de ubicación y economías externas.

g) Industrias metálicas básicas, fabricación de productos metálicos, excepto material de transporte y construcción de material de transporte

Aun cuando estas tres ramas industriales ofrecieron índices de importancia dentro del conglomerado industrial centroamericano, su comparación con cifras de la misma rama industrial en México, ha demostrado que el tamaño, grado de mecanización y aprovechamiento promedio de las plantas es bastante bajo. Al igual que con la industria química, antes analizada, está entonces de más entrar a hacer consideraciones sobre economías de escala; por otra parte, el análisis hecho en la primera parte de este trabajo ha demostrado que, dentro de estas ramas, se suscitan casos sumamente interesantes de producciones con definitivas economías de escala que mereceran una mejor atención dentro de los programas de industrialización centroamericanos.

Las conclusiones a que se ha llegado al analizar, en forma un poco más de tímida, aquellas ramas de la actividad industrial centroamericana escogidas, por su relativa mayor importancia, en lo que se refiere a tamaño y economías de escala, no son nada alentadoras. En resumen, éstas sugieren que la única industria, dentro de las 19 ramas estudiadas para los cinco países del área, que podría mostrar un grado importante de economías de escala es la industria del tabaco de Nicaragua. Mayores consideraciones sobre estas conclusiones y sobre el futuro desarrollo del problema que aquí interesa, se presentan en el punto siguiente.

2.3.2 El tamaño y la eficiencia de la industria en el futuro

El propósito perseguido al tratar de analizar la existencia o -como está ya comprobado- no existencia de economías de escala en el Mercado Común Centroamericano, obedece al deseo de fijar líneas de política generales que, en opinión del autor, serán necesarias conforme el desarrollo industrial de la región continúe manifestándose.

De acuerdo con los preceptos de la economía clásica, que supongan el perfecto conocimiento de cada productor con respecto al otro, mercados de competencia perfecta, pleno empleo y una ausencia total de fricciones en la distribución de recursos, la fijación de políticas direccionales -de desarrollo -sea la que se emplea en economías centralizadas o en estados socialistas de un dirigismo más benigno- sería totalmente innecesaria. Así, las ganancias serían el único patrón de medida para determinar el grado de eficiencia con el cual una industria estaría operando.

Sin embargo, en un mundo económico de restricciones a las importaciones, protecciones arancelarias y manipulaciones en el intercambio de divisas, los beneficios de las empresas no son, necesariamente, indicadores de si los escasos recursos de que se está haciendo uso, están siendo empleados en la forma más eficiente posible. Y esto se debe a que los gobiernos -y todo lo expresado hasta ahora es generalmente un hecho en Centroamérica- en función de lograr obtener ciertas metas de carácter político, social o económico, implantan medidas de política económica que en algunas ocasiones pueden afectar la tasa de beneficio de determinadas empresas.

Estos hechos llegan a demostrar que, en el caso de los países aquí estudiados, ha habido un cierto grado de intervención estatal que, a base de restricciones, por un lado, e incentivos, por otro, ha tratado de orientar el desarrollo industrial de la región. Sin embargo, dicha intervención debe ser guiada en tal forma que fomente la creación de industrias que, en primer término, aprovechen recursos propios del país, en el mayor grado posible y que, en segundo lugar, puedan llegar a ser internacionalmente competitivas a un plazo futuro.

Dicha competitividad sólo se puede lograr por medio del empleo de técnicas adecuadas y la obtención de altas eficiencias de producción, que permitan obtener costos unitarios bajos.

En el capítulo anterior se analizaron una serie de cifras relativas a las industrias que operan en el área del Mercado Común Centroamericano. El propósito del análisis era el de determinar -aun en forma parcial y un tanto generalizada- el tamaño, la mecanización y la eficiencia promedio

a que operan dichas industrias, con el ulterior propósito de precisar si aquellos procesos o industrias que, de acuerdo con la experiencia mundial ofrecen economías sustanciales de escala, demostrarían iguales características en el medio centroamericano.

Los resultados obtenidos demuestran que, por lo general y vista la industria del área a través de cifras promedias por rama, la eficiencia, el grado de mecanización y el aprovechamiento de la capacidad instalada es bajo. Esto llevaría a pensar que, dadas las condiciones anteriores, los costos a que opera dicha industria serían -no obstante las ventajas existentes en cuanto a la baratura de la mano de obra- elevados y que, en consecuencia, los bienes producidos estarían en desventaja en un plano de competencia internacional.

Sería conveniente, entonces, que los organismos encargados de determinar las políticas de desarrollo industrial en el área estudien detenidamente la etapa de progreso que la industria actualmente ofrece.

Del análisis antes señalado se debe poder determinar el momento preciso en el cual las industrias deben de estar en capacidad de subsistir sin una política de masiado fuerte de protección, y el momento en el cual se debe pensar en un proceso de industrialización que no sólo sustituya importaciones sino que pueda estar en capacidad de competir en ciertos mercados internacionales.

Poder precisar la etapa de desarrollo actual y señalar el grado de industria lización existente es teóricamente posible mediante el llamado "ciclo productivo". En forma muy breve, éste se explica así: tanto las industrias como los productos que de éstas se derivan están sometidos a una serie de cambios cuantitativos y cualitativos en el tiempo. El volumen de ventas, las técnicas de producción, el insumo de los factores, los precios y toda una serie de elementos característicamente económicos que se identifican con un producto, o una industria determinada, parecen asumir magnitudes totalmente diferentes desde la etapa inicial hasta las etapas de madurez de la industria. La teoría del ciclo productivo, que fuera desarrollada por Simon Kuznets * por medio del estudio de un número de ramas industriales, asume que estos cambios se suceden en forma bastante sistemática y que, por consiguiente, son previsibles.

Así, se han supuesto tres etapas necesarias de las cuales, la primera se refiere al inicio de la producción de un artículo nuevo y durante la cual el volumen de producción -por razón de los problemas que afectan directamente los procesos y renuencia del consumidor a adquirir productos nuevos- tiende a mantenerse a un nivel relativamente bajo.

* Kuznets, Simon. Aspectos cuantitativos del desarrollo económico. CEMILA y otras obras del mismo autor.

La segunda fase se caracteriza por un fuerte incremento en la producción, proveniente de una consolidación total de la eficiencia productiva de la planta y de la aceptación del producto por los sectores de consumo.

La tercera fase y final se caracteriza por una nivelación de la curva de crecimiento de la producción, si el producto sigue teniendo aceptación, o por un decrecimiento en la curva si el producto es sustituido por otro.

Además del poco volumen de producción, la etapa inicial se caracteriza por costos unitarios elevados y una producción con empleo intensivo de mano de obra. La continuidad del proceso industrial se caracteriza, generalmente, por frecuentes interrupciones debido al mal manejo de las máquinas y costos unitarios relativamente elevados.

Para reducir a un mínimo los costos el empresario debe, entonces, mantener sus inversiones fijas y gastos fijos al mínimo posible. Por consiguiente operarán con equipos de reducida capacidad e, inclusive, en algunos casos reconstruidos, lo cual a su vez, redundará en la mala calidad de los productos.

Sin embargo, esta situación no puede prevalecer por mucho tiempo y así, habrá una serie de industrias que entrarán en la segunda fase. Esta ha implicado, en los países industrializados, el uso de líneas de producción en masa y la distribución del producto en grandes cantidades. El número de turnos trabajados se aumenta, la capacidad aprovechada es mayor y los costos unitarios empiezan a reducirse. La industria dejará de ser mano de obra-intensiva para volverse capital-intensiva. En esta etapa también se eliminarán aquellas empresas que no operan eficientemente y las escalas de producción empiezan a consolidarse. En resumen, se tendrá: empresas más grandes, mayor mecanización, una elevada inversión por operario y un alto grado de aprovechamiento. En consecuencia, el concepto de economías de escala -en aquellas empresas en que éstas puedan manifestarse- empieza a tener importancia y se convierte en el factor esencial que determinará la capacidad de competir de cada industria.

Todas estas consideraciones encuentran algún paralelo, pasado o futuro, en la industrialización del área centroamericana.

Se supone que cuando una nación -o grupo de naciones, como lo es en este caso- se decide a iniciar un proceso de desarrollo industrial, debería existir, previamente, una cuidadosa planificación que señale los sectores de actividad más aptos para una rápida industrialización.

Cabría observar aquí que, en el proceso de industrialización del área centroamericana, la rama textil parece haber sido la primera en establecerse y consolidarse en una forma más o menos espontánea. Esto se puede explicar por el hecho de que la industria textil es relativamente mano de obra-intensiva y que in-

sume materias primas de origen agrícola. Por consiguiente, con una inversión fija relativamente baja, mano de obra barata y economías externas derivadas de una fácil accesibilidad a las materias primas, esta industria podría gozar de las ventajas de los costos comparativos, desde el punto de vista del consumo interno.

Desde el punto de vista de la tecnología, la industria textil tiene un proceso productivo perfectamente establecido. Su maquinaria está totalmente normalizada, de fácil obtención y mantenimiento. Por esta misma razón es relativamente sencillo el entrenar mano de obra barata que pueda operar la maquinaria y producir un artículo de aceptable calidad. Las necesidades de personal altamente especializado se satisfacen importando técnicos del extranjero o, sencillamente, aprovechándose de las disponibilidades locales.

Similares condiciones existen en las ramas de alimentos, bebidas, tabaco, madera y artículos de madera y, en fin, todas aquellas industrias que poseen procesos de fácil adaptación al medio y que transforman materias primas agrícolas o pecuarias, siendo éstas, precisamente, las que iniciaron el proceso de industrialización del área centroamericana.

Se ha considerado, por otra parte, que una buena proporción de las industrias transformadoras de dichas materias primas ya han entrado dentro de la segunda etapa del ciclo productivo y que, por consiguiente, los programas de desarrollo industrial deben estimular la creación de industrias en otras ramas. Esto ha llevado a la actual situación en que, una buena parte de la industria en el área consta de un sin número de plantas de pequeño tamaño, que procesan, por medios bastante mecanizados, materias primas importadas del exterior. A consecuencia de todo esto, la industria centroamericana ofrece bajos índices de tamaño, productividad y eficiencia y —se asume— opera con altos costos unitarios y una ausencia casi total de economías de escala.

La anterior disyuntiva llevará a plantear las posibles soluciones, que merecerían el más profundo estudio y consideración de parte de los organismos planificadores nacionales y las entidades supra nacionales encargadas del proceso de integración:

- a) Que se estimule la creación de un conglomerado industrial básico capaz de proveer las materias primas necesarias para lograr romper la dependencia de la industria centroamericana con el exterior. Dichas industrias se situarían en las ramas de la petroquímica (combustibles, lubricantes, compuestos químicos básicos, fibra artificial y fertilizantes), siderúrgica e industria metal mecánica básica. La creación de estas industrias debe llevar implícito, ante todo, el estudio cuidadoso de su localización y economías de escala ya que, únicamente en esta forma, se podría pensar en operar a costos que permitieran que las industrias insustentadas de éstas puedan subsis-

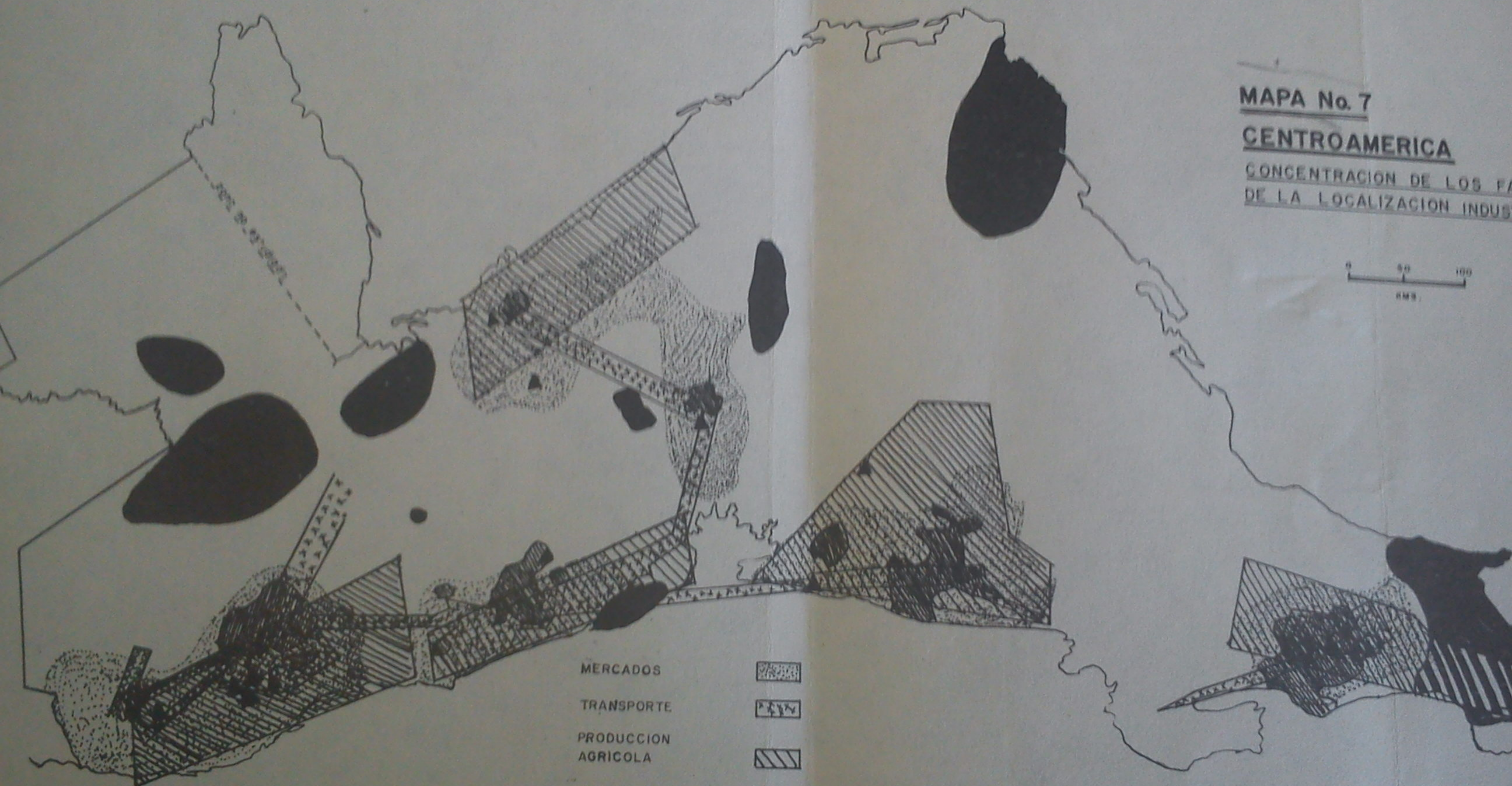
tit. Esto naturalmente implicaría que, el mercado centroamericano debe de estar dentro de los límites de capacidad óptima y economías de escala de cada una de estas industrias o, de no ser así, poder contar con disponer del excedente en mercados exteriores a precios sumamente competitivos; de lo contrario,

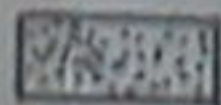

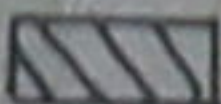



- b) Estimular con más amplitud la creación de industrias transformadoras de materias primas agrícolas de gran tamaño y eficiencia y la creación de industrias que, aun cuando deban importar sus materias primas, empleen una alta proporción de mano de obra y tengan un elevado valor agregado. Esto sería el caso de empresas en las ramas de, por ejemplo, la industria electrónica, para-química y metálica segunda.

MAPA No. 7

CENTROAMERICA

CONCENTRACION DE LOS FACTORES
DE LA LOCALIZACION INDUSTRIAL



- MERCADOS 
- TRANSPORTE 
- PRODUCCION AGRICOLA 
- ENERGIA ELECTRICA 
- DEPOSITOS MINERALES 
- LOCALIZACION DE LA INDUSTRIA 

RESUMEN Y CONSIDERACIONES FINALES

- Resumidas y comentadas las diversas teorías que, sobre el aspecto de la localización industrial, han difundido los diversos autores que se consultaron y tras haber considerado algunos de los modelos matemáticos que al respecto existen, se ha llegado a la conclusión que todo el instrumental antes mencionado adolece de una serie de defectos que dificultan, en la mayoría de los casos, su aplicación al medio centroamericano.
- Visto el anterior problema se pensó en la necesidad de efectuar una reformulación de los preceptos ya existentes, lo cual incidiría principalmente sobre los factores de localización y en torno a un modelo matemático que tomase a éstos en consideración.
- En lo referente a los antes mencionados factores, se descartaron unos, por considerarse irrelevantes para la solución de problemas de ubicación del área, y se propusieron otros que, en opinión del autor, merecían mayor atención dentro de estos mismos aspectos. Los factores tomados en cuenta fueron los siguientes: demanda o concentración de mercados, costos de transformación, costos de transferencia y costos de inversión e instalación.
- Para la elaboración de un modelo matemático que considerase los diversos elementos antes enumerados, se elaboró un ejemplo hipotético de una planta, con tres alternativas de capacidad. Los costos unitarios resultantes se ajustaron a ecuaciones lineales, o de primer grado, elaborándose un sistema de simbología matemática que permitiría determinar, sobre un plano geográfico, el punto óptimo de ubicación de la planta.

Por otra parte, el modelo ofrece posibilidades, no comprobadas aún en la práctica, de determinar, por extrapolación, ubicaciones óptimas para capacidades menores, mayores o intermedias a las consideradas.

- Resumidos los conceptos básicos que se refieren a la definición, medición y determinación de las economías de escala, se analizaron los costos e inversiones unitarios de países con relativo mayor desarrollo económico, en 31 procesos industriales. Con base en dicho análisis se llegó a la conclusión que las ya mencionadas economías de escala parecen manifestarse con mayor frecuencia en las industrias de procesos químicos, en algunas industrias de la rama metálica básica, metal mecánica y, para el caso del ensamble, en la industria automovilística.
- Hechas las consideraciones que se refieren a la teoría de la localización industrial y su adaptación al medio centroamericano, se procedió a analizar los factores que han tenido la mayor incidencia en la ubicación de las indus

trias en el área y que ofrecían las mejores posibilidades de una efectiva cuantificación.

- Para los efectos anteriores se analizaron, en primer lugar, las vías de comunicación, estableciéndose cifras relativas al movimiento de carga por carretera. Dichas cifras permitieron determinar cinco zonas perfectamente delimitadas que suponen los mayores volúmenes transportados en cada una de las cinco repúblicas.
- Como un segundo factor de localización se estudió la generación de energía eléctrica, especialmente aquella que permite surtir demandas industriales. La cuantificación de la capacidad instalada y la ubicación de las principales líneas de conducción permitió, nuevamente, fijar cinco zonas principales que se consideran como aptas para la instalación de plantas industriales.
- A continuación se procedió a cuantificar el factor materias primas, para lo cual se consideraron únicamente los recursos agropecuarios y minerales. Para el primero de éstos se consignaron cifras del volumen anual de producción agropecuaria, para cada uno de los departamentos o provincias de los cinco países. En cada caso se señalaron las áreas de mayor producción llegando a establecer cinco zonas en las cuales ésta ha ofrecido una mayor importancia relativa. En lo que respecta a los recursos mineros, se resumió la información relativa a la existencia de diversos minerales metálicos y no metálicos, estableciéndose también en este caso, varias zonas que parecen ofrecer posibilidades de explotación y obtención de materias primas para industrias básicas.
- Por último, se analizó el factor mercado, haciéndose cuantificaciones en torno a la concentración de habitantes, por departamentos o provincias, y a los principales centros urbanos. Dichas cuantificaciones permitieron establecer áreas de mayor concentración relativa de la población.
- Analizados los diversos factores que incidían en la ubicación de las industrias centroamericanas, se procedió a establecer el grado de concentración de éstas. Para el efecto, se tabularon cifras relativas al número de establecimientos, personal ocupado y valor bruto de la producción, por departamentos o provincias. Como instrumento de medición se empleó el "coeficiente de concentración" y, para los efectos de poder derivar conclusiones por ramas de actividad industrial, se usó el "coeficiente de localización". El primero de éstos permitió fijar ciertas zonas, dentro de cada república, con un elevado grado de concentración de los establecimientos, mientras que el segundo -coeficiente de localización- llegó a establecer que las ramas industriales que mayor incidencia ofrecían en dicho fenómeno de aglomeración, lo eran la de productos alimenticios, bebidas, textiles y fabricación de prendas de vestir.

- Analizados los diversos factores de localización que se presentan y determinada la incidencia de éstos en la evidente aglomeración de los establecimientos industriales del área, se ha llegado a la conclusión que la infraestructura del área se ha desarrollado en tal forma que atiende principalmente a una producción agrícola de exportación, en primer lugar, y a las necesidades de consumo de los grandes centros administrativos-urbanos, en segundo lugar. Esto se ha hecho evidente al estudiar las vías de comunicación y producción de energía eléctrica.
- Lo anterior llevaría a pensar que, desde el punto de vista de la racional ubicación de la industria y del ordenamiento espacial que debería existir, en lo referente a las relaciones de la infraestructura y los mercados con la producción de bienes industriales, en el área centroamericana se adolece de una mala localización del conglomerado industrial en general, derivada de una falta de programación efectiva en lo que se refiere a la creación de una infraestructura que permita el racional ordenamiento espacial de industrias que no sean netamente transformadoras de productos agropecuarios y que, por otro lado, permita el fácil acceso de dichos productos a grandes sectores de la población, actualmente aislados.
- En estrecha relación con las anteriores consideraciones, se ha encontrado que, al analizar los aspectos relativos al tamaño de plantas y economías de escala de la industria centroamericana, por lo general y a través de una cuantificación promediada, la eficiencia, el grado de mecanización y el aprovechamiento de la capacidad instalada es bajo. Esto llevaría a suponer que, dadas las condiciones hasta aquí expuestas, los costos a que opera la industria serían elevados, lo cual vendría a tener graves repercusiones en el ingreso de la población y en las posibilidades de que el área pudiese competir efectivamente dentro de un posible comercio internacional de productos manufacturados.
- De acuerdo con las anteriores suposiciones, los organismos encargados del desarrollo industrial del área centroamericana deberían dar alguna consideración a las siguientes recomendaciones:
 - a) Se debería realizar un estudio más profundo de la situación actual de la industria para determinar su verdadero grado de desarrollo y propiciar el levantamiento de un inventario detallado de los recursos físicos del área que permita ubicar, en forma definitiva, posibles polos de desarrollo;
 - b) En una segunda fase se debe de planificar el desarrollo de una infraestructura adecuada que esté en capacidad de atender aquellas áreas seleccionadas de acuerdo con los criterios expuestos en el inciso anterior;
 - c) A continuación sería necesario programar el futuro desarrollo de la re

gión, alrededor de dos posibles alternativas de acuerdo con los hallazgos que ofrezca el inventario de recursos físicos:

- i) Evaluar las posibilidades de desarrollar uno o varios conglomerados industriales, racionalmente ubicados y diseñados, que estén en capacidad de suplir a las industrias de las materias primas básicas y necesarias que reduzcan la dependencia de éstas con el exterior. Dichos conglomerados podrían proyectarse alrededor de ciertas ramas industriales, como lo serían la petroquímica, la siderúrgica y la industria metal-mecánica básica; o, por el contrario
- ii) Estimular la creación de industrias transformadoras de materias primas agrícolas, de gran tamaño y eficiencia y el desarrollo de industrias que, aún cuando deban importar materia prima, empleen una alta proporción de mano de obra y ofrezcan un elevado valor agregado. Tal sería el caso de empresas que podrían clasificarse en, por ejemplo, las ramas de la industria electrónica, para-química y mecánica secundaria.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

LIBROS

- 1 - Balassa, Bela. Teoría de la integración económica. UTEHA, México 1964
- 2 - Banco do Nordeste do Brasil S/A. Manual de Localização Industrial. Recife 1960
- 3 - Florence P. Sargant. Post-war investment, location and size of plant. Cambridge University Press. Cambridge, 1962
- 4 - The logic of British and American industry. Routledge & Kegan Paul Ltd. Londres, 1953
- 5 - Greenhut, Melvin L. Plant location in theory and in practice. The University of North Carolina Press. Chapel Hill, 1956
- 6 - Hazelwood, Arthur. The economics of underdeveloped areas. Oxford University Press. Londres, 1964.
- 7 - Hoover, Edgar M. Localización de la actividad económica. Instituto de Desarrollo Económico. México, 1951
- 8 - Location theory and the shoe and leather industries. Harvard University Press. Cambridge, Mass. 1937
- 9 - Isard, Schooler and Vietorisz. Industrial complex analysis and regional development. M. I. T. Press. Cambridge, 1964
- 10 - Isard, Walter. Location and space economy. Chapman and Hall Ltd., Londres, 1956
- 11 - Lösch, August. The economics of location. Yale University Press. New Haven, 1954
- 12 - Mercier, C. L'industrie petrochimique et ses possibilités d'implantation dans les pays en voie de développement. Institut Français du Pétrole. Paris, 1966
- 13 - T. S. C. Consortium. Central American Transportation Study. Vol. I, II. New Haven, Connecticut, 1966

DOCUMENTOS

- 1 - Banco Centroamericano de Integración Económica: Ciudades Industriales: reporte preliminar. Tegucigalpa, 1962
- 2 - Bechtol, Bruce E. Guatemalan manufacturing 1966: a preliminary geographic analysis. The University of Oregon, 1966
- 3 - Gorniansky, V. Criteria of economic integration in industrial project evaluation in developing countries. Inter-Regional Symposium on Industrial Project Evaluation. Praga, Checoslovaquia. Oct. 1965
- 4 - Consejo Nacional de Economía. Oficina de Planificación. El desarrollo económico y social de Nicaragua. Vol. I y II. Managua, 1967
- 5 - Dastur, M. N. Economics of Scale at Small Integrated Steel Works. United Nations. Economic and social council. Doc. E/UN 12/764 Nueva York, 1967
- 6 - Dengo, Gabriel. Geología y recursos minerales de México y Centroamérica. ICAITI, 1966
- 7 - Dirección General de Estadística y Censos. Características económicas de la población. Tegucigalpa, 1964
- 8 - Censo de Población 1963. San José, Costa Rica, 1966
- 9 - Tercer Censo Industrial. San Salvador, 1961
- 10 - Dirección General de Estadística. Tercer Censo Industrial. Guatemala, 1964
- 11 - El Barbary. Influence of local conditions in project evaluation and related case studies. Inter-Regional Symposium on Industrial Project Evaluation. Praga, 1965
- 12 - Fauveley, G. L'équipement dans l'analyse des échanges interindustriels: a la recherche de l'optimum économique. Centre National de la Recherche Scientifique. Paris, 1961
- 13 - Glaesel, J. El problema de la electrificación en Guatemala. Seminario de problemas de la economía guatemalteca. Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala, 1964

- 14 - Instituto de Desarrollo Económico. Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento. Criterios de inversión y evaluación de proyectos. Washington D.C., 1966
- 15 - _____ Industria, energía y transporte. Washington, D.C., 1965
- 16 - Lees, Norman D. Localización de industrias en México. Banco de México, S. A. México, D.F., 1965
- 17 - Martineja, General Armando P. Las economías de escala en plantas siderúrgicas de tamaño medio y grande y la influencia de los adelantos tecnológicos en las inversiones y costos de producción. CEPAL, Santiago de Chile, 1967 Doc. E (CN.12/766)
- 18 - Misión Conjunta de Programación para Centro América. Encuesta industrial centroamericana, 1962. Departamento de Fomento de Inversiones. BCIE
- 19 - Mitra, K. C. Project evaluation: data and other information required for the purpose. Inter-Regional Symposium on Industrial Project Evaluation. Praga, 1965.
- 20 - Noriega Morales, Manuel. La localización industrial y la integración económica centroamericana. Primer Seminario de Integración Económica Centroamericana. San Salvador, 1957.
- 21 - Naciones Unidas. Departamento de Asuntos Económicos y Sociales. A study of industrial growth. Nueva York, 1963
- 22 - _____ Choice of Technology in industrial planning. Industrialization and Productivity Bulletin No.1 Nueva York, 1959
- 23 - _____ Conglomeraciones industriales: políticas, planes y progresos realizados. Nueva York, 1966
- 24 - _____ Establecimiento de conglomeraciones industriales en los países insuficientemente desarrollados. Nueva York, 1961
- 25 - _____ Estudio del crecimiento industrial. Nueva York, 1963
- 26 - _____ Oficina de Estadística. Statistical Yearbook, 1965. Nueva York, 1966

- 27 - Planificación física de conglomeraciones industriales. - Nueva York, 1962
- 28 - Plant size and economics of scale. Industrialization and Productivity. Bulletin No.8. Nueva York, 1964
- 29 - Possibilities of integrated industrial development in Central America. E/CN.12/683/Rev. 1 Nueva York, 1964
- 30 - Problemas del tamaño de la fábrica en la industria de los países menos desarrollados. Industrialización y Productividad. Boletín 2. Nueva York, 1959
- 31 - Report of the inter regional symposium on industrial project evaluation. Praga, 1959
- 32 - Report of the United Nations Seminar on industrial programming. Sao Paulo, Marzo 1963
- 33 - Comisión Económica para la América Latina. Economías de escala en las caldererías. Seminario sobre Programación Industrial. Sao Paulo, Marzo, 1963
- 34 - Economías de escala en la programación industrial. Seminario sobre Programación Industrial. Sao Paulo, 1963
- 35 - Economías de escala en la industria química. Seminario sobre Programación Industrial. Sao Paulo, 1963
- 36 - Economías de escala en la industria textil. Seminario sobre Programación Industrial. Sao Paulo, 1963
- 37 - Economías de escala en la fabricación de tubos de acero sin costura. Seminario sobre Programación Industrial. Sao Paulo, marzo 1963
- 38 - El proceso de industrialización en la América Latina. - Doc. E/CN.12/716 Nueva York, 1965
- 39 - Los problemas de la política industrial centroamericana. México, 1965. Doc. E/CN.12/707
- 40 - Procesos y problemas de la industrialización en los países insuficientemente desarrollados. ST/ECA/29 Nueva York, 1955

- 41 - Naciones Unidas. Science and technology for development: Report on the United Nations Conference on the Application of Science and Technology for the benefit of the Less Developed Areas. Vol. IV. Industry. Nueva York, 1963
- 42 - Plenary proceedings, list of papers and index. Vol VIII. Nueva York, 1963
- 43 - Orosco, Eros. Considerações preliminares sobre as economías de escala na industria automobilística brasileira: Seminario sobre Programación Industrial. Sao Paulo, 1963
- 44 - Patman, Stephen H. Intra-urban industrial location model design and implementation. Thirteenth U. S. Annual Meeting, Regional Science Assoc. - St. Louis, 1966
- 45 - Secretaría de Industria y Comercio. Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. Talleres Gráficos de la Nación. México, 1965
- 46 - Secretaría del Consejo Nacional de Economía. Primer Compendio Estadístico. Tegucigalpa, 1964.
- 47 - Secretaría General del Tratado de Integración Económica Centroamericana (SIECA). Inventario de estudios básicos sobre recursos naturales en Centroamérica. Guatemala, 1964
- 48 - Siri Sanglos, Gabriel. Some considerations on the relation of industrial projects with transportation services. Inter-Regional Symposium on Industrial project Evaluation. Praga, 1965
- 49 - Soza, Héctor. Análisis y Programación Industrial. Instituto Latinoamericano de Planificación Económica y Social. 1962
- 50 - Stanford Research Institute. An industrial park development program for Central America. Menlo Park, California, 1964
- 51 - Stanley, Eugene. Small industry development: Research program on small industry development. Stanford Research Institute. Menlo Park, California, 1958
- 52 - United States Department of the Interior. Mineral deposits of Central America. Geological Survey Bulletin No. 1034. U. S. Government Printing Office. Washington, 1957

- 53 - Vidossich, Franco. Crerios y antecedentes para la programación de la industria de máquinas herramientas. Seminario sobre Programación Industrial. Sao Paulo, 1963
- 54 - Victorisz, Thomas. Project evaluation in the presence of economies of scales and indivisibilities. Inter-Regional Symposium on Industrial Project Evaluation. Praga, 1965.
- 55 - Welter, W. G. An optimal plant sizing and location study. Operations Research Society of America. 28th. National Meeting. Nov., 1965
- 56 - Wloszczowski, Stanislaw. Small industry in economic development of contemporary countries. Research Program on Small Industry. Stanford Research Institute. Menlo Park, California, 1958
- 57 - Zasda y Zawadzki. Choice of location in industrial projects evaluation. Inter-Regional Symposium on Industrial Project Evaluation. Praga, 1965

REVISTAS Y OTROS

- 1 - Ames y Rosenberg. Changing technological leadership and industrial growth. The Economic Journal. Marzo 1963
- 2 - Arney, L. R. The allocation and utilization of resources. Operational Research Quarterly. Vol 15, No.2 Junio 1964
- 3 - Baranson, Jack. New technologies for emerging economies. Harvard Business Review. Julio - Agosto, 1961
- 4 - Un programa de tecnología creativa para ayudar al desarrollo económico de los países menos industrializados. El Trimestre Económico No.117. México. Enero-marzo, 1963
- 5 - Borch, Carl. Productivity and size of firm. Productivity Measurement Review No.11 Nov. 1957. The Library of Congress Photoduplication Service.
- 6 - Bruni, Luigi. Les économies de dimension dans un processus de développement et l'influence de l'intensité de la demande. Revue d'Economie Politique. No.2. Marzo - Abril 1965
- 7 - Burstal, Leaver, Sussans. Evolution of transport costs for alternative factory site: A case study. Operational Research Quarterly. Vol.13, No.4. Dic. 1962

- 8 - Chinitz, Vernon. Changing forces in industrial location. Harvard Business Review. Enero - Febrero, 1960.
- 9 - Cooper, Leon. Location - allocation problems. Operations Research. Mayo - Junio, 1963
- 10 - De Montel, Ana Ma. Martirena. Integración y economías de escala. El Triestre Económico. México. Julio-Sept. 1964. (Núm. 123)
- 11 - Efronymson, Ray. A branch-bound algorithm for plant location. Operations Research. Mayo-Junio, 1966
- 12 - Gould, S. A method of Dealing with certain non-linear allocation problems using the transportation technique. Operational Research Quarterly. Vol. 10, No.3. Sept. 1959.
- 13 - Lawless y Haas. How to determine the right size plant. Harvard Business Review. Mayo-Junio, 1962.
- 14 - Monuy y Ghellisnck. La estructura de la dimensión des entreprises dans les pays du marche comun. Revue Economique No.1. Enero 1960. The Library of Congress Photoduplication Service.
- 15 - Moranzana, F. E. On the location of supply points to minimize transport costs. Operational Research Quarterly. Vol 15, No.3 Sept. 1964
- 16 - Meyer, J. R. Transport Technologies for developing countries. American Economic Review. Mayo, 1966
- 17 - Mc Hose, A. H. A quadratic formulation of the activity location problem. - The Journal of Industrial Engineering. Sept-Oct., 1961
- 18 - Phillips, A. An appraisal of measures of capacity. American Economic Review. Marzo, 1963.
- 19 - Quigley, H. A. Economies of multiple units. Chemical Engineering. Agosto, 1965
- 20 - Scherer, F. M. Firm size and patented inventions. American Economic Review. Dic., 1965.
- 21 - Scitovsky, T. Two concepts of external economies. The Economic Journal. Marzo, 1952

- 22 - Smidt y Reis. Symbolic logic and plant location. The Journal of Industrial Engineering. Enero-Febrero, 1963
- 23 - Timpe, T. W. Optimum design capacity. Chemical Engineering Progress. Enero 1958
- 24 - Urban y Halland. How to determine the optimum plant size. Chemical Engineering. Marzo 28, 1966
- 25 - Vanek, J. A theory of growth with Technological Change. The American Economic Review. Marzo, 1967
- 26 - von Allmen, E. Economics are basic for plant location. Chemical Engineering Progress. Nov. 1960
- 27 - Whitin y Preston. Random variations, risks and return to scale. Quarterly Journal of Economics, 1956
- 28 - Wilde, D. J. A review of optimization theory. Industrial and Engineering Chemistry. Agosto, 1965
- 29 - Will, R. A. Finding the best plant location. Chemical Engineering. Marzo 1, 1965
- 30 - Wlonczek, Miguel. Integración económica y distribución regional de las actividades industriales. Sobre-tiro del Trimestre Económico. México, Julio-Sept., 1966

FE DE ERRATAS

- Página 59 Léase inciso 2.4 Tamaño de planta, determinación de capacidad y de las economías de escala, por inciso 2.5 Tamaño de planta, determinación de capacidad y de las economías de escala
- Página 71 Léase inciso 2.5 Análisis de las economías de escala en diversas industrias, por inciso 2.6 Análisis de las economías de escala en diversas industrias
- Página 71 Léase sub-inciso 2.5.1 Análisis de las industrias, por sub-inciso 2.6.1 Análisis de las industrias
- Página 101 Léase sub-inciso 2.5.2 Conclusiones sobre las industrias estudiadas por sub-inciso 2.4.2 Conclusiones sobre las industrias estudiadas

