NACIONES UNIDAS

CONSEJO ECONOMICO Y SOCIAL

LIMITADO

ST/ECLA/CONF.11/L.11
19 de diciembre de 1962

ORIGINAL: ESPAÑOL

SEMINARIO SOBRE PROGRAMACION INDUSTRIAL

Patrocinado conjuntamente por la Comisión Económica para América Latina, el Centro de Desarrollo Industrial de las Naciones Unidas y la Dirección de Operaciones de Asistencia Técnica, con la cooperación de los grupos ejecutivos de la industria brasileña (GEIA, GEIMAPE, GEIMET, GEIN), de la Confederação Nacional da Indústria, y de la Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

São Paulo, Brasil, 4 al 15 de marzo de 1963

ALGUNOS PROBLEMAS METODOLOGICOS PLANTEADOS POR LA PROGRAMACION DE LA INDUSTRIA DE MAQUINAS-HERRAMIENTAS Y OTROS EQUIPOS

Documento preparado por la Secretaría de la CEPAL

Nota: En su versión actual este documento - que es de circulación limitada y que está pendiente de revisión editorial - se presenta exclusivamente como material de discusión para los fines del Seminario. Antes de su distribución posterior como documento público, la Secretaría podrá incorporar cambios de forma y fondo, conforme lo aconsejen su revisión más detenida y las sugestiones que pudieran emanar de las propias discusiones del Seminario.

ALGUNOS PROBLEMAS METODOLOGICOS PLANTEADOS POR LA PROGRAMACION DE LA INDUSTRIA DE MAQUINAS-HERRAMIENTAS Y OTROS EQUIPOS

I. ANTECEDENTES

Uno de los problemas más serios que generalmente se debe enfrentar en la programación industrial es el referente a la falta de informaciones adecuadas respecto a insumos, costos e inversiones dentro de las actividades manufactureras. Este problema adquiere magnitudes diferentes conforme el nivel en que se pretende actuar, esto es, si se quiere operar dentro de una estimación macroeconómica o al nivel sectorial o de productos específicos. En otros términos, el tipo de información y la calidad de ella variará sustancialmente si se trata, por ejemplo, de las industrias mecánicas en su conjunto, o de una rama de ésta, como podría ser la fabricación de maquinaria textil o de un tipo de telar en particular dentro de ella. Por otra parte, debe tenerse presente la mayor o menor influencia que ejercen en los procesos manufactureros otros factores tales como calidad del producto final, materias primas y tecnologías alternativas para la elaboración de un mismo artículo y la escala de operación, los cuales crean en estos coeficientes un mayor grado de complejidad y dificultan enormemente su determinación. La ausencia de este tipo de información que refleje las diversas variantes que se presentan en una determinada fabricación se hace especialmente crítica en aquellos sectores industriales que se caracterizan por su gran flexibilidad en cuanto a la maquinaria que emplean como asimismo a los productos que pueden obtenerse de ellas. Las industrias de transformación de metales pertenecen, dentro de otras, a esta categoría. Las máquinas-herramientas empleadas por esta actividad industrial - salvo algunas excepciones - no son de uso específico para fabricar un producto dado, sino más bien para realizar una determinada tarea (tornear, fresar, agujerear, etc.), función para la cual, además, diversas máquinas son capaces de ejecutar una misma operación. En esta forma, la capacidad de una planta y los coeficientes técnicos correspondientes a la fabricación de un producto en particular

/dentro de

dentro de este grupo de industrias, son conceptos de carácter muy relativo y de difícil determinación, por cuanto la primera dependerá, entre otros factores, del producto de que se trate y de la maquinaria, y ésta a su vez no es característica para un solo producto, en vista de las posibilidades de intercambio para un gran número de operaciones. Además, esta "universalidad" de las máquinas permite que, en la mayoría de los casos las empresas mantengan simultaneamente varias líneas de producción de artículos muy diversos, con lo cual la fijación de los coeficientes técnicos se complica enormemente, llegando a carecer de utilidad práctica si en ellos no se especifica claramente lo que representan y las posibles limitaciones de su aplicación.

En líneas generales, puede decirse que la determinación de tales coeficientes presenta dos aspectos principales, que deben tenerse en cuenta en especial cuando se desciende a sectores o productos definidos: uno respecto a la metodología y los criterios más apropiados a seguir según los objetivos que se pretende alcanzar y el sector o los productos de que se trata, y otro, en relación con los requisitos que deben satisfacer estos coeficientes para una aplicación práctica, especialmente en lo que se refiere a su utilización en regiones subdesarrolladas, ya que, de un modo general, para la determinación de estos coeficientes debe recurrirse a la experiencia de los países más avanzados industrialmente.

La necesidad de disponer de estas informaciones y de metodología adecuadas para el estudio de los diversos sectores industriales es evidente, y se ha realizado gran cantidad de estudios con esta finalidad y se continúan realizando con el propósito de ampliar la gama de sectores o productos industriales y el grado de detalle incluido en ellos, como también de sugerir nuevos métodos para el análisis de sectores más complejos que no admiten una evaluación directa mediante los procedimientos más o menos convencionales hasta ahora aplicados.

En el mes de mayo de 1961 se reunió en la Sede Central en Nueva York y bajo los auspicios de la División de Desarrollo Industrial de la Sede, de la CEPAL, y de la Dirección de Operaciones de Asistencia Técnica un

/grupo de

grupo de expertos con el fin de examinar y evaluar los resultados alcanzados hasta la fecha en materia de informaciones para la programación del desarrollo industrial y, al mismo tiempo, de sugerir la orientación a seguir en trabajos futuros sobre este tema.

En las conclusiones de este grupo de trabajo[1/] se dejó en evidencia la necesidad de distinguir dos grupos de industrias, en consideración a las dificultades que se presentan para su estudio: uno que comprende las industrias que se caracterizan por su proceso de fabricación de flujo continuo o que realizan transformaciones que conducen a productos finales homogéneos (cemento, química, refinación de petróleo, etc.), y otro que agrupa a las industrias de transformación de metales, las armadurías y otras de similar complejidad. Respecto de las primeras se concluyó que los trabajos que se han realizado sobre este tema, como el acercamiento metodológico seguido, eran en general apropiados para los propósitos de programación industrial, recomendándose la continuación de ellos a fin de ir cubriendo un mayor número de industrias, como asimismo que las informaciones pertinentes y sus resultados se presentaran en forma homogénea.

En relación con las industrias de transformación de metales, el grupo de expertos no llegó a proponer una metodología apropiada para este sector, ni tampoco se pronunció sobre los trabajos presentados en esta oportunidad respecto a la posibilidad práctica de emplear tales procedimientos, reconociendo no obstante el indudable valor de ellos y el aporte que representaban para llegar a establecer un camino adecuado de análisis para este grupo de industrias. Sin embargo, se recomendó que un estudio práctico que pudiera llevarse a cabo empleando las diferentes metodologías que se consideraron, podría ayudar a aclarar el problema y a sugerir la metodología más apropiada en el futuro. Estas metodologías se refieren a las empleadas por la Universidad de North Carolina, a la propuesta por Markowitz y Rowe en diversos informes

---

1/ Committee for Industrial Development, Report of the Meeting of the Expert Working Group on Industrial Development Programing Data (May 1961).

/preparados para

preparados para la Rand Corporation (pero no presentada al grupo de expertos), y a la empleada por la División de Desarrollo Industrial de CEPAL sobre la fabricación de equipos básicos en el Brasil.

El objetivo de este documento es el de apreciar la posibilidad de aplicación práctica de estas metodologías a la luz de la experiencia adquirida en trabajos realizados recientemente en el Brasil sobre la fabricación de máquinas-herramientas y de otros equipos industriales.

/II. LAS METODOLOGIAS

II. LAS METODOLOGIAS PROPUESTAS

Antes de entrar en materia, es conveniente describir brevemente el proceso metodológico contenido en los trabajos señalados.

a) En el trabajo titulado Production coefficients and technological trends in Soviet industry: an input-output analysis of machinery construction preparado por la Universidad de North Carolina, se aborda el estudio de las industrias mecánicas a través de los procedimientos básicos de fabricación, los cuales se integran posteriormente en los productos de acuerdo con la participación de cada uno de ellos en su elaboración. Para este objeto se emplean las informaciones básicas disponibles sobre las industrias mecánicas soviéticas.

Los fines que se persiguen con este estudio de procedimientos o resource elements conforme se señala en el trabajo, son:

i) Contribuir a la estimación de coeficientes de insumo de capital para una amplia gama de maquinaria;

ii) Proveer una base para medir los insumos necesarios para su expansión;

iii) Facilitar la estimación del flujo de insumos requeridos para la producción de productos finales "representativos".

En este trabajo se estudian 14 procedimientos básicos, con un total de 53 variantes o resource elements :

Procedimientos básicos	Nº de variantes o resource elements
Forja libre	8
Forja en matriz	2
Forja mixta (libre y en matriz)	1
Fundición de hierro gris	6
Fundición maleable	1
Fundición de acero	3
Fundición no ferrosa	3
Fundición de precisión	1
Estampado	5
Recalcado	3
Usinado	7
Montaje (incluyendo pintura y embalaje)	7
Tratamiento térmico	4
Construcciones metálicas (soldadura)	2
Total	53

/Para cada

Para cada resource element se determinan en términos físicos la maquinaria y equipos y los metros cuadrados de edificación correspondientes a una dada capacidad anual de fabricación, tamaño de serie y peso máximo de la pieza trabajada. Al mismo tiempo, se especifican, también en términos físicos, los insumos en mano de obra, energía y combustibles, materias primas y materiales diversos requeridos por tonelada de producción del resource element. En el cuadro 1 se presenta un ejemplo ilustrativo del tipo de información que se ofrece para cada variante.

El número de variantes o resource elements que se estudian en cada procedimiento se distinguen entre sí en la escala de operación (capacidad promedia anual de fabricación a régimen normal de trabajo), tamaño de las series y peso máximo de las piezas trabajadas. En cada una de estas variantes se encuentran asociados una serie de productos típicos para los cuales el resource element sería representativo, esto es, la maquinaria y los insumos que se especifican en cada variante podrían producir con igual eficiencia las partes correspondientes a cualquiera de los productos que se han asignado a ella. De esta manera, puede decirse que cada variante o resource element corresponde a lo que podría denominarse un "taller tipo" el cual, dada una cierta composición y cantidad fija de equipos e insumos, estaría capacitado para fabricar las partes integrantes de una gran variedad de productos finales, que corresponden al proceso que realiza este "taller" dentro de un cierto tamaño de serie, pero máximo de las piezas y volumen de producción anual. Así por ejemplo, el resource element que se indica en el cuadro 1 estaría en condiciones de abastecer todos los forjados que entran en la fabricación de máquinas-herramientas, embarcaciones livianas y vagones que no pesen más de 70 kilogramos, que correspondan al tipo de los producidos por este resource element, es decir de forja libre, en unidades y series pequeñas, y hasta una cantidad de 875 toneladas anuales.

/En la

En la segunda parte de este trabajo se determinan los insumos correspondientes a 33 productos finales[2] conforme la proporción en que cada una de estas variantes o resource elements participan en la fabricación de ellos. En el Anexo L se señalan los insumos que de esta manera se establecieron para las máquinas-herramientas tanto en lo que respecta a coeficientes técnicos de producción (mano de obra, energía, materiales, etc.) como a los de capital, expresados por mil toneladas de producto final. En la matriz B se presentan los primeros y en la C los segundos. En esta última, las cifras que se indican representan el porcentaje de la capacidad mensual del resource element correspondiente que se requiere para atender a las necesidades del producto final en el proceso a que se refiere.

b) Los diversos trabajos que H. Markowitz y colaboradores han preparado sobre esta materia no fueron presentados en la reunión de expertos; sin embargo, se consideró conveniente tomarlos en cuenta en razón de que el enfoque de la Universidad de North Carolina descrito anteriormente, se estimó poco adecuado para analizar los problemas de sustitución de capital por mano de obra, aspecto para el cual sería más apropiada la metodología de Markowitz presentada principalmente en dos de sus trabajos.[3]

2/ Máquinas-herramientas corrientes (livianas y medianas): automáticas y especiales; máquinas-herramientas pesadas; de precisión; todas las máquinas-herramientas en su conjunto; calderas de alta presión; motores diesel (livianos, medios y pesados); motores a gasolina; prensas pesadas, martillos pesados; compresores (medios y pesados); tractores (con y sin motor); excavadoras; puente-grúa; torre-grúa; grúa giratoria; montacargas, guinches; autoelevadores; bombas de cemento; apizonadoras de caminos; maquinaria gráfica; maquinaria pesada para minería; camiones; automóviles de pasajeros; camiones remolques; carros-tanque para ferrocarriles; carros refrigerados para ferrocarriles; otros carros para transporte ferroviario y todos los carros de carga para ferrocarriles.

3/ Process analysis of the metal-working industries, 12 May 1953, en colaboración con M. Hoffenberg, A. Rowe y Melvin Salveson; An analysis of machine-tool substitution possibilities, H. Markowitz and A.J. Rowe, 30 June 1955.

/Esta metodología

Esta metodología fue desarrollada teniendo como objetivo encontrar una respuesta al problema de determinar la cantidad de recursos que son necesarios para fabricar cantidades dadas de productos finales, o inversamente, los productos finales que pueden obtenerse con ciertos recursos determinados.

En su planteamiento del problema, señala la inconveniencia de adoptar con este objeto las matrices de insumo-producto, en vista de que en ellas no se manifiestan las diversas alternativas tecnológicas que se encuentran disponibles para la fabricación de un producto dado, e invoca además que los flujos inter-industriales no son constantes. Rechaza también el concepto de capacidad industrial como apropiado para este tipo de análisis, aduciendo para ello que la industria es flexible o convertible en el sentido de que las máquinas empleadas en las industrias de transformación de metales son por lo general comunes a la fabricación de diversos productos, y no específicas para un producto en particular, resaltando además el hecho de que las máquinas son sustituíbles entre sí en la ejecución de una misma tarea. En esta forma, concluye que para predecir las necesidades y la capacidad o potencialidad productiva del sector de transformación de metales, se debe trabajar más bien en términos de tipos de máquinas y necesidades de tales equipos, que de capacidad industrial o de flujos interindustriales.

Dos cuadros básicos constituyen el elemento central de su análisis en el trabajo Process analysis of the metal working industries. Uno comprende las estimaciones de las cantidades de diversas máquinas que se requieren para la fabricación de una unidad de producto final de diversas ramas industriales, y en el otro se hace una apreciación del grado y dentro de qué límites las máquinas pueden sustituirse entre sí. No se establecen en este trabajo los insumos de mano de obra y otros recursos de fabricación. A diferencia de la metodología anteriormente descrita de la Universidad de North Carolina que determina los insumos de los productos finales a través de los procesos que intervienen en su fabricación, el trabajo de Markowitz que aquí se describe se caracteriza por establecer directamente los insumos finales sin pasar por la etapa de integración de procesos.

/Los coeficientes

Los coeficientes determinados para el primer cuadro se refieren a dólares de equipo que son necesarios para producir 1 000 dólares de producto final. Los equipos considerados comprenden diversos tipos de máquinas-herramientas, de maquinaria para fundición, forja, soldadura, remachadura, transportes internos, etc., totalizando 25 tipos básicos, y se refieren únicamente a la maquinaria empleada en la fabricación, excluyendo mantención y reparación. Por su parte, los productos se han agrupado en 51 categorías (las mismas adoptadas en la matriz norteamericana de insumo-producto de 1947 para las industrias de transformación de metales), de manera que dentro de cada una de ellas se encuentran productos muy diferentes desde el punto de vista de los equipos requeridos para su fabricación. En el cuadro 2 pueden apreciarse las necesidades de equipos que se han determinado para el sector de máquinas-herramientas. Los valores indicados corresponden a dólares de 1947.

En cuanto al segundo cuadro, que se refiere a las posibilidades de sustitución de diversas máquinas para la realización de una misma tarea, sólo se presentan algunos casos ilustrativos, debido a que en esa fecha este cuadro se encontraba aún en preparación.

En el último de los documentos citados, se trata con mayor detalle el problema de la sustitución de maquinarias para el caso específico de trabajos ejecutados con máquinas-herramientas con arranque de viruta.

c) El trabajo preparado por la División de Desarrollo Industrial de CEPAL sobre la fabricación de equipos básicos en el Brasil,[4/] tenía como objetivos: 1) estimar las necesidades futuras de maquinarias provenientes de la realización de programas sectoriales de desarrollo bien definidos; 2) comparar tales necesidades con la capacidad de fabricación existente en la industria mecánica; 3) analizar los problemas de orden institucional que limitan la fabricación de equipos industriales pesados; 4) sugerir algunas acciones prácticas que podrían adoptarse en relación con esta fabricación.

Para determinar las necesidades de equipos de los diversos sectores estudiados (petróleo, energía eléctrica, siderurgia, cemento, papel y celulosa) se proyectó en primer lugar la demanda de los productos finales correspondientes a cada sector en términos físicos, la cual se tradujo en equipos mediante el empleo de coeficientes que fueron determinados para cada caso.

4/ Estudio sobre a fabricaçao de equipamentos de base no Brasil. (E/CN.12/619).

/Cuadro 1

Cuadro 1

FORJA. "RESOURCE ELEMENT"3. UNIDADES Y SERIES PEQUEÑAS

Productos típicos: máquinas-herramientas, embarcaciones livianas, vagones

Capacidad: 875 toneladas anuales

Forjado más pesado: 70 kilogramos

	Designación	Número de unidades
I. Maquinaria y equipos		
1. Espacio cubierto	1 008 m^2 a/	
2. Equipos		
A. Básicos		
1. Martillo de forja vapor-aire	1 ton	1
2. Martillo pneumático	0.5 ton	1
3. Martillo pneumático	0.15 ton	1
b. Hornos		
4. Horno	1.26 m^2	1
5. Horno	0.96 m^2	1
6. Horno	0.48 m^2	2
c. Elevación y transporte		
7. Puente grúa	2 ton	1
8. Montacargas manual colgante trocha angosta		1
	Unidad	**Cantidad**
II. Insumos por tonelada de producción del Resource Element 3		
A. Mano de obra		
1. Producción	Hombres-hora	70.4
2. Auxiliar	Hombres-hora	14.1
3. Técnicos e ingenieros	Hombres-hora	11.0
4. Administración y oficina	Hombres-hora	5.9
5. Servicios	Hombres-hora	3.8
6. Total	Hombres-hora	105.2
B. Energía y combustibles		
7. Electricidad	kWh	235.8
8. Combustibles	kg	575.0
9. Vapor	ton	4.6
10. Aire comprimido	1 000 m^3	11.7
C. Metal		
11. Acero laminado	tons	1.2
12. Lingote	tons	...
D. Otros materiales		
13. Agua	m^3	9.5
14. Acido	kg	16.0
15. Cal	kg	2.0
16. Lubricantes	kg	2.5
17. Matrices	kg	...

a/ Incluye el departamento de tratamiento térmico cuyos equipos no se discriminan.

/Cuadro 2

Cuadro 2

VALOR DE LOS EQUIPOS REQUERIDOS PARA LA FABRICACIÓN DE 1 000 DOLARES ANUALES DE PRODUCTO FINAL

	Sector de máquinas-herramientas de corte y de deformación
1. Fundición - ferrosa	15
2. a) Fundición - no ferrosa	2
b) Fundición a presión	-
3. a) Forja - regular	1
b) Forja - grande	-
4. a) Mandriladora - regular	12
b) Mandriladora - grande	-
c) "Wig boring" - regular	-
d) "Wig boring" - grande	-
5. a) Taladro - regular	0.5
b) Taladro - grande	6
6. a) Cortadora de engranaje - regular	6
b) Cortadora de engranaje - grande	-
7. Rectificadora	7
8. a) Torno paralelo y revólver - regular	18
b) Torno paralelo y revólver - grande	4
9. Torno automático y tornillero	2
10. a) Fresadora - regular	18
b) Fresadora - grande	4
c) Fresadora - perfil	-
11. Cepilladora de mesa	8
12. Cepilladora limadora	2.5
13. Brochadora	0.7
14. a) Dobladora y formadora - pequeña	5
b) Dobladora y formadora - grande	10
15. Tratamiento térmico y hornos industriales	3
16. Acabado de superficie	0.7
17. a) Soldadora - gas	-
b) Soldadora - eléctrica	1.5
c) Soldadora - resistencia	0.6
18. Doblado y corte de tubos	-
19. Bruñidoras y pulidoras	1.5
20. Máquinas para cortar	0.1
21. Remachadora	0.1
22. Montacarga	2
23. a) Grúas y transportadoras - regular	7
b) Grúas y transportadoras - grande	3
24. Camiones industriales	1
25. Equipo especial	-

/Estos coeficientes

Estos coeficientes se prepararon a partir de proyectos concretos de fabricación de estos productos que se habían realizado en el país en los últimos años o que estaban en vías de realizarse,[5] e interpretaban el valor en dólares de los diversos tipos de maquinarias necesarias para fabricar una unidad física de producto final. Posteriormente, estos valores en dólares de equipos se transformaron en toneladas adoptando un determinado valor por kilogramo para los diversos tipos o conjuntos de máquinas y equipos considerados.

El método seguido en este trabajo responde más bien a la finalidad de satisfacer los objetivos propios del estudio más que a la de establecer un procedimiento que pueda ser generalizado a otros sectores o industrias. Los coeficientes y demás valores que expresan las relaciones entre maquinaria y producto final fueron relativamente simples de determinar tanto por las características especiales de los sectores estudiados como por las exigencias mismas del trabajo, que sólo perseguía una evaluación que permitiera conocer el orden de magnitud de los problemas considerados.

En el estudio sobre máquinas-herramientas[6] hubo necesidad de modificar esta metodología por la dificultad de llegar a establecer en este sector los coeficientes que permitieran traducir la demanda de productos finales en necesidades de máquinas-herramientas. Diferencia entre las industrias de processing frente a las industrias mecánicas, como se señaló al comienzo de estas líneas.

En este caso - después de estudiar diversas alternativas metodológicas - se adoptó un esquema de análisis que se encuadrara dentro de las posibilidades prácticas de ser ejecutado en un período de tiempo relativamente limitado conforme los elementos disponibles en el país para ello, y que al mismo tiempo rindiera las informaciones en una forma satisfactoria a los fines del estudio. De esta manera, las necesidades de máquinas-

---

5/ La única excepción fue la siderurgia, en que se emplearon coeficientes generales con las modificaciones del caso.

6/ La industria de máquinas-herramientas del Brasil: elementos para la programación de su desarrollo (E/CN.12/633).

/herramientas se

herramientas se determinaron del modo siguiente: 1) inventario de las máquinas-herramientas existentes en 1960 en las industrias de transformación de metales subdivididas en 20 agrupaciones principales; 2) proyección del crecimiento de cada una de estas agrupaciones teniendo en vista el probable aumento del producto interno bruto y la participación en él de las industrias de transformación de metales; 3) traducción de estas perspectivas de desarrollo en necesidades de máquinas-herramientas. Para esto se admitió una relación directa entre el número de máquinas en uso y el personal ocupado total, manteniendo en el tiempo la misma composición porcentual de los diversos tipos de máquinas; 4) modificación de la estructura del parque de máquinas en el fin del período, con el objeto de interpretar los cambios que pueden esperarse en el uso de determinadas máquinas (sustitución de tornos paralelos por revólver y de éstos a su vez por automáticos; sustitución de cepilladoras por máquinas fresadoras, etc.) como consecuencia de nuevas tecnologías, mayores series de fabricación y otras causas. Aquí se adoptó directamente una estructura que correspondiera a la magnitud del parque nacional de máquinas-herramientas y al nivel de sus industrias de transformación, de acuerdo con las tendencias observadas en otros países a través de su proceso de industrialización.

/III. LAS METODOLOGIAS

III. LAS METODOLOGIAS DE LA UNIVERSIDAD DE NORTH CAROLINA Y DE MARKOWITZ-ROWE EN ESTUDIO, DE LAS MAQUINAS-HERRAMIENTAS Y OTROS EQUIPOS EN EL BRASIL

Ante todo, es conveniente señalar que estos métodos de análisis no han sido concebidos con la finalidad de establecer coeficientes de inversión y de insumos para ser aplicados en otros países o bajo condiciones distintas para las cuales fueron determinados. El propósito es otro bien diferente, como lo expone claramente Markowitz en uno de sus trabajos: "el propósito del process analysis es el de formular un modelo matemático de las relaciones productivas de una industria, grupo de industrias o economía, y de usar este modelo para responder a asuntos relacionados con la capacidad o potencialidad del sector analizado".

Por otra parte, cabe destacar que estas metodologías no se encuentran desarrolladas en una forma amplia y completa que permita su aplicación directa en un caso concreto como los estudios en referencia. Ambas requerirían, en mayor o menor grado, de un trabajo de investigación previo tendiente a ampliar y definir las condiciones bajo las cuales los índices o coeficientes fueron determinados, de manera de facilitar su interpretación conforme las características del estudio y de la región en que se deseen aplicar.

El primer problema que surge y que es común para los dos trabajos, es el referente a la aplicabilidad de los coeficientes de insumo determinados para Rusia y los Estados Unidos, a las condiciones particulares de las industrias de transformación de metales del Brasil. Las informaciones básicas presentadas en ambos estudios no permiten introducir ajustes o factores de corrección que interpreten las diferencias entre estos países en cuanto a procesos tecnológicos, volúmenes de fabricación, tamaño de las series y, por último, las distintas estructuras del sector en cuanto a grado de integración y composición y caracterísiticas de los productos fabricados, ya que ellos no indican claramente a qué condiciones se refieren. Aunque en este aspecto el trabajo de la Universidad de North Carolina es más explícita y parecería ofrecer ciertas ventajas frente al de Markowitz-Rowe por el hecho de determinar los diversos insumos en

/unidades físicas

unidades físicas (lo que facilita su traducción a las condiciones locales), y por efectuar el análisis a través de procesos (lo que permitiría introducir correcciones respecto a tecnologías, tamaños de series, grado de integración, etc.), el limitado número de resource elements estudiados no permite hacer interpolaciones entre ellos para introducir ajustes de este tipo, además de que algunos de ellos, como usinado y montaje son de difícil aplicación por las unidades adoptadas para su valoración, como ser máquinas-hora y metros cuadrados de superficie cubierta, respectivamente.

El trabajo de Markowitz-Rowe, por su parte, ofrece una mayor sencillez de aplicación al establecer los insumos directamente para los productos finales, pero al mismo tiempo es menos flexible a la aplicación de factores correctivos, particularmente en lo que se refiere al tamaño de las operaciones, ya que los insumos se expresan por 1 000 dólares de producto final, lo que equivale a admitir una proporcionalidad directa entre ambos factores, y que no existen economías de escala.

En el estudio de las máquinas-herramientas realizado en el Brasil, estas metodologías presentaban dos campos principales de aplicación: en primer término, para determinar el parque existente de máquinas-herramientas y las necesidades futuras y, en segundo término, para estimar los insumos correspondientes al programa mismo de fabricación de las máquinas.

Para el primer punto, el esquema de la Universidad de North Carolina exigía conocer el volumen físico de la producción de las industrias de transformación de metales para cada uno de los productos por ella fabricados, las proyecciones correspondientes para el período de diez años considerado en el trabajo y la descomposición de cada uno de ellos en los diversos procedimientos que entran en su fabricación. No era posible trabajar aquí directamente en base de los insumos de los productos finales por cuanto la lista de los productos estudiados en el documento mencionado no era suficiente para cubrir toda esta actividad manufacturera. Además, para aplicar el resource element adecuado (sin considerar si su estructura se ajusta o no a los condiciones del país), se requería conocer el volumen medio de fabricación por empresa y el tamaño medio de las series. La aplicación de este procedimiento de análisis habría demandado el empleo

/de recursos

de recursos humanos y de equipos electrónicos de cálculo totalmente fuera de las posibilidades previstas para este trabajo, aparte que la recolección de las informaciones técnicas necesarias hubiera exigido un tiempo mucho mayor que el presupuestado.

Por su parte, la aplicación de la metodología de Markowitz-Rowe demandaba en primer lugar el conocimiento del valor de la producción en dólares para las diversas agrupaciones de productos consideradas en esta metodología (adoptada de la matriz de insumo-producto de 1947 de los Estados Unidos) y las proyecciones correspondientes sobre las cuales se aplicarían los coeficientes determinados por él para conocer el valor de las máquinas que interesan (en este caso particular las máquinas-herramientas), el que se traduciría posteriormente en unidades mediante la adopción de un precio unitario. Aun aceptando aquí la no existencia de economías de escala como ya se ha señalado, se presenta en este tipo de índice de valor otro problema que es preciso conocer previamente, cual es la política de amortización que se ha adoptado para la maquinaria. Introducir en este esquema factores correctivos que aproximen los coeficientes a las condiciones del país significaría prácticamente la elaboración de nuevos coeficientes. Entrar en la segunda fase de la metodología, esto es, trabajar en base de "tareas", tomando en cuenta las posibles alternativas que ofrecen las máquinas-herramientas de sustituirse unas por otras en la ejecución de una determinada operación, significaba una tarea de tal magnitud que lógicamente quedaba fuera de las posibilidades prácticas de realizarla dentro de los medios disponibles para el trabajo brasileño.

Limitándose sólo a la primera etapa de esta metodología, los coeficientes calculados ofrecen una cierta desventaja para su aplicación práctica en la forma como ellos se presentan, cual es la de expresar los insumos en términos de valor. Aparte que la relación entre el precio del producto final y el valor de la maquinaria empleada es para el Brasil con toda seguridad diferente de la que existe en los Estados Unidos donde fueron calculados estos coeficientes (distinta tasa de amortización, costo de capital, valor de los materiales, costo de la mano de obra, etc.), es

/difícil, partiendo

difícil, partiendo de la descripción de los equipos, establecer un valor medio para ellos de modo de transformar los valores totales en cantidades físicas. Todo esto, unido al hecho de no poder introducir las correcciones para adaptar estos índices a las condiciones brasileñas, constituyó un serio inconveniente para aplicar esta metodología al estudio de las máquinas-herramientas en la primera fase del estudio, relativa a la estimación de las necesidades futuras.

Con respecto a la segunda etapa, es decir, la determinación de los insumos correspondientes al programa de fabricación de máquinas-herramientas, las limitaciones de estas metodologías son las mismas antes señaladas, agregándose en esta oportunidad otra no menos importante, o sea que una buena parte de los volúmenes de fabricación que deberán alcanzarse en el período en estudio corresponden a ampliaciones de las fábricas existentes. Ambos esquemas de análisis no consideran este aspecto, limitándose sólo a indicar los insumos correspondientes a nuevas fabricaciones.

El inconveniente más serio que presentan estos coeficientes es quizás el que se refiere a las diferencias tecnológicas entre estos países y el Brasil. Tanto los resource elements de la Universidad de North Carolina como los coeficientes de Markowitz-Rowe presentan una estructura y una composición de las maquinarias de producción como también de los equipos para mantención y transportes internos, que está muy lejos del promedio observado en las fábricas brasileñas o de lo que podría observarse en un país en desarrollo. Este hecho puede verificarse en el Anexo II en que se presenta la composición de algunos resource elements que se consideran en la industria rusa de máquinas-herramientas para la fabricación de máquinas corrientes de tamaños pequeños y mediano, y el número de máquinas-herramientas de los fabricantes brasileños. Debe advertirse que para la fabricación de estas máquinas de tamaño pequeño y mediano se suponen en el estudio de North Carolina un peso medio de 3 toneladas por unidad, frente a sólo 1 tonelada que es el promedio de la fabricación brasileña. En consecuencia, esta diferencia en el peso unitario de los productos finales lógicamente tiene que reflejarse en las máquinas que

/los producen.

los producen. Estas cifras de los resource elements y las brasileñas no son directamente comparables, ya que las primeras debieran ponderarse por los factores correspondientes conforme su participación en la producción del bien final. Para el caso ruso, como puede apreciarse en el Anexo I, estos resource elements participan en 108.57 y 169.33 por ciento, respectivamente, de su capacidad mensual por 1 000 toneladas de máquinas-herramientas.7/ No obstante de la observación de ellas se desprenden algunas conclusiones interesantes. La composición de los resource elements tanto en lo que se refiere a los tipos de máquinas como a sus características de peso indica que se trata de una tecnología muy distinta de aquella del Brasil. Las relaciones entre máquinas (mayor cantidad de fresadoras, rectificadoras y mandriladoras frente a los tornos y cepilladoras para los resource elements que para el Brasil) refuerzan también esta conclusión, y en cierta medida dan la impresión de estar sobredimensionadas para las condiciones brasileñas. En efecto, el peso medio de las máquinas-herramientas incluidas en estos resource elements que se indican es de 4.8 y 5.2 toneladas respectivamente, frente a sólo 1.5 o 2.0 toneladas que se estiman para el Brasil. En esta forma, de haber aplicado estos coeficientes, se habría encontrado una composición y una estructura del parque muy diferente, aparte que para su volumen de producción (algo más de 1 000 toneladas mensuales) se habría llegado a un menor número de máquinas. Esto último, debido a tecnologías distintas y a la eficiencia implícita en los resource elements como también a que prácticamente con dos "talleres tipos" se cubriría el total de la producción brasileña en que participan más de un ciento de fabricantes. Debería considerarse asimismo el hecho que la capacidad de estos resource elements está referida a 16 horas de trabajo

7/ Para una producción de 1 000 toneladas que se ha establecido para expresar los insumos, las necesidades de trabajo de usinado del tipo proporcionado por los resource elements 3 y 4 sobrepasan sus respectivas capacidades mensuales. De esta manera se requiere en el primer caso otro resource element 3 del cual sólo se empleará un 8.57 por ciento de su capacidad mensual y en el segundo un 69.33 por ciento de otro resource element 4 para completar las necesidades derivadas de la fabricación de 1 000 toneladas del producto final.

/y en

y en consecuencia se tendría que introducir un factor de correción a este respecto ya que en el Brasil el promedio de trabajo en el sector de máquinas-herramientas fluctúa entre 1 y 1.5 turnos de 8 horas.

También en el Anexo II se han tabulado los resultados que se habrían obtenido aplicado el coeficiente de Markowitz-Rowe. Para ello se multiplicaron las cifras del cuadro 2 referidas a 1 000 dólares de producto final por el valor de la producción brasileña de 26.5 millones de dólares, y se adoptaron valores unitarios para las diferentes máquinas de modo de tener los valores expresados en unidades. Esta estimación se basó en informaciones sobre los precios de las máquinas norteamericanas adoptándose un precio medio para cada una. Los valores así obtenidos son en consecuencia muy aproximados y deben tomarse con la debida reserva. No obstante, el margen de error no debe ser de un orden de magnitud demasiado grande como para desvirtuar la conclusión que se desprende de la observación de estas cifras. Como en el caso de los resource elements, los resultados que se obtienen con este índice distan mucho de los valores reales que presenta la industria de máquinas-herramientas brasileña y la composición por tipos de máquinas es también muy diferente. En primer término la cantidad de máquinas que arroja el índice de Markowitz-Rowe es aproximadamente la décima parte de las máquinas efectivamente instaladas en la industria brasileña. Diversas razones podrían invocarse para explicar esta diferencia todas ellas ya citadas en el transcurso de este trabajo como ser la mayor productividad, eficiencia y grado de automatización de los procesos manufactureros de los Estados Unidos, o la gran diseminación de la producción en el Brasil entre numerosas firmas pequeñas y en consecuencia con una escala muy baja de fabricación, etc. Sin embargo, dado que las estadísticas sobre este sector son muy escasas y hetereogéneas y que las informaciones disponibles sobre las características operacionales no son muy claras al respecto y a veces contradictorias - incluso en los Estados Unidos - resulta difícil cuantificar hasta qué punto cada una de estas causas serían responsables por esta diferencia

/encontrada.[8] Por

encontrada.[8] Por último debería pensarse en un ajuste en razón a los períodos de tiempo distintos en que estas máquinas ejecutan la producción en ambos países. Suponiendo que en los Estados Unidos estas cifras se refieren a 16 horas diarias de trabajo y en el Brasil, a 8 horas, a lo más podría pensarse en una corrección de los valores de Markowitz-Rowe en esta relación de las horas trabajadas, es decir, de dos veces, pero aún así la situación no cambiaría mayormente.

En segundo término la distinta composición del parque de maquinaria es notoria entre los dos países como consecuencia de los niveles tecnológicos diferentes. El coeficiente de Markowitz-Rowe da en consecuencia un porcentaje mayor para las máquinas de producción como por ejemplo mandriladoras (6.1 por ciento Estados Unidos; 2.6 por ciento Brasil); brochadoras (1.2 por ciento Estados Unidos; 0.2 por ciento Brasil); fresadoras (23.2 por ciento Estados Unidos; 9.2 por ciento Brasil); rectificadoras (6.9 por ciento Estados Unidos; 5.5. por ciento Brasil) y máquinas para engranajes (4.1 por ciento Estados Unidos; 2.2 por ciento Brasil) porcentajes inferiores en máquinas de tipo universal y más simples como tornos (33.3 por ciento Estados Unidos; 36.2 por ciento Brasil); taladros (9.8 por ciento Estados Unidos; 18.6 por ciento Brasil); cepilladoras (10.6 por ciento Estados Unidos; 15.3 por ciento Brasil) y sierras (1.6 por ciento Estados Unidos; 6.4 por ciento Brasil).

Desde un punto de vista teórico, una metodología que entre tan a fondo en el problema llegando a considerar las "tareas" que puedan desempeñar estas máquinas o los procedimientos mismos de fabricación es evidente que rendirá los resultados más exactos. La aplicación de un esquema de análisis con este grado de detalle en un trabajo de programación industrial encontraría, sin embargo, serias dificultades de orden práctico por la enorme cantidad de trabajo y de tiempo que ello demandaría y por el gran volumen de informaciones básicas requeridas, tarea que además sólo podría realizarse mediante el empleo de modernas máquinas de cálculo.

8/ Aun aplicando estos coeficientes al propio caso de los Estados Unidos parecen existir diferencias importantes en cuanto al número de máquinas instaladas en el sector de máquinas-herramientas. No obstante, esta discrepancia no sería de la magnitud encontrada en el Brasil sino menor, siendo inferior la calculada en dos o tres veces a la efectivamente asignada a esta industria.

/IV. CONCLUSIONES

IV. CONCLUSIONS

En resumen, la imposibilidad de realizar una evaluación práctica de estas dos técnicas de análisis aprovechando el estudio de las máquinas-herramientas en el Brasil, deriva por una parte del hecho de que ellas no se encuentran en un estado tal de elaboración como para ser empleadas directamente en un estudio de esta naturaleza y, por otra, a que los elementos y coeficientes que se señalan no son lo suficientemente explícitos como para introducir en ellos las correcciones - aun de manera aproximada - que permitan traducirlos a las condiciones del país o del lugar en que se desean aplicar.

Ambas metodologías presentan sus ventajas y desventajas según el campo en que se pretenda actuar y la finalidad o los objetivos que se desea alcanzar, como también respecto a la mayor o menor flexibilidad de ellas para ser adaptadas a condiciones diferentes del lugar para el que fueron establecidas.

Para el estudio del Brasil habría sido útil haber podido disponer de un cuadro de insumos del tipo que presenta Markowitz en su trabajo, a fin de determinar las máquinas existentes en cada uno de los sectores de las industrias de transformación de metales. Con ello se habría llegado a resultados más rápidos y se habría evitado el inventario que fue necesario realizar en este sector. Los principales obstáculos que se encontraron para su empleo y que no fue posible superar, se refieren a los precios relativos de las máquinas y de los productos finales; a la tecnología y escala de operaciones y tamaño de las series y, por último, a la diferente composición de los productos incluídos en las agrupaciones por él consideradas y las correspondientes del Brasil.

La metodología de la Universidad de North Carolina no ofrecía para este trabajo un camino muy directo para llegar a las estimaciones requeridas; o se trabajaba con los insumos determinados para los productos finales, o se tenía que actuar sobre los procedimientos de fabricación y emplear los <u>resource elements</u> para cada producto en particular. Esta última alternativa fue desechada por el enorme trabajo que significaba su aplicación. En cuanto a la primera, trabajar en función de cada uno de

/los bienes

los bienes finales fabricados en el país en el sector de transformación de metales, no era tampoco una tarea fácil pero se podría haber hecho el esfuerzo de experimentarla, si se hubiera contado con una gama mayor de productos. En este sentido, los productos estudiados por la Universidad de North Carolina son muy limitados. Aún así, subsistía el inconveniente de que los insumos, no obstante ser determinados en unidades físicas, correspondían a las condiciones particulares del país para el cual fueron calculados y por consiguiente sujetos a las mismas dificultades de adaptación a las condiciones brasileñas.

Para la segunda parte del estudio, referente a la evaluación de las posibilidades de desarrollo del sector de fabricación de máquinas-herramientas en el país, aun tratándose en este caso de un campo más restringido de aplicación, las dificultades que se presentaron de usar estas metodologías fueron las mismas ya señaladas, sumándose en esta oportunidad otra no menos importante, como era la de determinar las necesidades futuras de un grupo de industrias ya establecidas en el que la mayor parte de su expansión se realizaría a través de ampliaciones de las instalaciones existentes y para lo cual ninguna de las dos metodologías podían dar una respuesta satisfactoria.

De todo lo señalado anteriormente, se desprende cuan difícil es establecer coeficientes de insumos para el sector de máquinas-herramientas que permitan su estudio y evaluación bajo las condiciones tan diversas en que este sector puede operar, tanto desde el punto de vista de su producción enormemente diversificada y compleja donde la incidencia de factores tales como la calidad tienen una influencia tan marcada, como del de las condiciones mismas de fabricación que pueden variar desde el nivel del artesanado hasta la producción en grandes series. Aparte todo esto, este sector se caracteriza, en particular, por los continuos cambios y adelantos técnicos que se van introduciendo en las máquinas a fin de mejorar sus características operativas y satisfacer las exigencias crecientes de parte de los usuarios, los otros sectores de las industrias de transformación de metales. En esta forma, cualquiera esquema o coeficiente que se determine para este sector, además de interpretar las diversas

/variables y

variables y modalidades propias de él, exigiría revisiones periódicas que lo mantuvieran actualizado conforme las nuevas técnicas que se vayan incorporando.

En todo caso, las metodologías y los coeficientes que se desarrollen para el sector de máquinas-herramientas para que tengan un valor práctico y permitan su fácil aplicación bajo diversas condiciones operativas, deberán ser lo más explícitos y detallados posible en cuanto a lo que ellos representan, con el fin de poder introducir las correccciones del caso con respecto a tecnologías alternativas, materias primas, tamaños de las series o de los volúmenes fabricados, calidad de los productos finales, grado de integración del sector, sustitución de capital por mano de obra, etc.

Estas observaciones que se han hecho sobre la aplicabilidad de estas metodologías o mejor dicho de los índices o coeficientes derivados de ellas, a la luz de la experiencia de los trabajos efectuados en el Brasil, pueden hacerse extensivas a los otros países latinoamericanos y a los países subdesarrollados en general, más aún con el agravante de que posiblemente en estos países el sector de construcción de equipos y maquinarias se encuentre en un estado más atrasado de evolución y por lo tanto las diferencias que se han hecho presentes en el Brasil serán aún mas profundas en ellos, estableciendose discrepancias mayores entre los resultados obtenidos por la aplicación de estos coeficientes y la realidad.

De todo esto queda en evidencia la extrema cautela que se debe tener para aplicar en general coeficientes indiscriminadamente y cuan necesario es que estos indiquen claramente lo que representan y que permitan su ajuste, aunque aproximado, a diversas condiciones ambientales. En caso contrario se corre el riesgo de llegar a resultados ajenos a la realidad y con esto entrar a derivar consecuencias y establecer las metas para la evolución o programación de determinado sector industrial sobre bases erradas con todas las consecuencias prácticas que ello implicaría.

/Anexo I

Anexo I

INSUMOS DE PROCESO Y DE CAPITAL POR 1 000 TONELADAS DE PRODUCTO

(Excluye los insumos correspondientes a las partes no procesadas)

Símbolo	Tipo de insumo	Unidad de medida	Proceso que lo origina a/	Máquinas-herramienta corrientes: pequeñas y medianas	Máquinas-herramientas de precisión	Máquinas-herramientas automáticas especiales, especializadas y accesorios	Máquinas-herramientas grandes y pesadas	Máquinas herramientas todos los tipos
	Mano de obra	Matriz B (procesos)						
b_1	Para la producción de forjados	Hombre-hora	F	3 069	7 512	8 310	1 764	4 343
b_2	Para la producción de estampados	H-H	S	3 249	3 420	2 565	1 710	2 668
b_3	Para la producción de recalcados	H-H	U	914	3 474	914	783	972
b_4	Para la producción de fundidos	H-H	C	42 893	61 099	65 515	59 337	53 949
b_5	Para el tratamiento térmico	H-H	H	8 360	8 734	7 081	5 361	7 260
b_6	Para usinado	H-H	M	164 803	386 019	211 236	157 341	182 967
b_7	Para armadurías	H-H	A	65 924	193 010	126 742	102 272	64 252
b_8	Para soldadura	H-H	W	-	-	295	708	260
b_{29}	Mano de obra auxiliar	H-H	Todos	136 842	255 335	162 131	151 042	142 200
b_{30}	Personal técnico e ingenieros	H-H	Todos	46 884	96 626	55 737	45 378	48 743
b_{31}	Personal oficina y administrativo	H-H	Todos	20 843	43 447	27 936	23 159	22 989
b_{32}	Personal de servicios	H-H	Todos	10 671	21 000	14 269	11 879	11 855
b_{38}	Total mano de obra	H-H	Todos	504 465	1 079 676	682 731	560 734	542 458
b_{39}	**Energía y comb.** Electricidad	kWh	todos	1 383 113	2 289 981	2 179 122	2 327 904	1 884 498
b_{40}	" Combustibles	kg	F S U C H W	868 719	1 043 248	1 236 670	1 437 553	1 083 947
b_{41}	" Vapor	kg	F S U M H W	268 320	541 203	384 203	460 402	357 371
b_{42}	" Aire comprimido	m3	F S U M H	1 491 192	2 611 421	2 371 111	1 856 804	1 895 537
b_{54}	**Metal** Lingotes para forja	ton(métrica)	F H C	96	128	120	84	100
b_{55}	" Productos de laminación	Ton	F	283	278	224	183	242
b_{56}	" Arrabio	Ton	C	703	716	736	746	723
b_{57}	" Cobre y aleaciones	Ton	C	3	3	3	4	3
b_{63}	" Chatarra de acero	Ton		421	419	487	575	477
b_{64}	" " metales no ferroso	Ton	C	3	4	4	5	5
b_{65}	" Aleaciones para agregar	Ton	C	27	28	30	30	30
	Otros materiales							
b_{96}	Agua	m3	F S U M H	6 374	9 125	6 357	4 899	6 082
b_{97}	Compuestos químicos	kg	F H	24 120	25 659	21 044	15 831	5 154
b_{98}	Lubricantes	kg	F S U	5 161	9 897	6 512	4 296	5 472
b_{99}	Refrigerantes (concentrados)	kg	M	3 662	7 630	3 840	2 415	3 424
b_{100}	Matrices	kg	F S U	943	455	405	397	641
b_{101}	Herramientas de corte	kg	S U M	7 730	14 741	7 032	4 228	6 879
b_{102}	Herramientas de medición	kg	M	756	1 461	686	423	675
b_{103}	Mordazas y dispositivos	kg	M	4 991	7 736	3 674	1 491	3 820
b_{104}	Dispositivos p. trat. térmicos	kg	H	1 467	1 530	1 240	939	1 473
b_{105}	Arena y arcilla	kg	C	979	1 077 000	1 172 000	1 216 000	1 096 000
b_{106}	Aglutinantes de arena	kg	C	37 388	39 221	41 855	28 839	36 541
b_{107}	Parafina	kg	C	342	390	294	-	247
b_{108}	Escorias	kg	C	127 319	135 847	160 828	173 032	148 470
b_{109}	Refractarios	kg	C H	70 728	72 825	117 250	146 318	102 842
b_{110}	Electrodos	kg	C W	1 333	1 445	3 861	4 987	2 964
b_{111}	Fundentes	kg	C W	-	-	41	60	26
b_{112}	CO_2	m3	W	-	-	2	3	1
b_{113}	Acetileno	m3	W	-	-	-	1	-
b_{114}	Oxígeno	m3	W	-	-	8	18	6
b_{115}	Pintura	Ton	A	14	7	4	3	21
b_{116}	Solvente p. pintura	Ton	A	8	4	2	2	12
b_{117}	Madera (embalaje)	Ton	A	300	150	100	80	480

a/ F = forja; S = estampado; U = recalcado; C = fundición; H = tratamiento térmico; M = usinado; A = armadurías; W = soldadura.

/Anexo I (Conclusión)

Anexo I (conclusión)

	Tipo de capital	Número y símbolo del resource element	Capacidad mensual normal del resource element: Unidad	Capacidad mensual normal del resource element: Cantidad	Máquinas-herramientas corrientes pequeñas y medianas a/	Máquinas-herramientas de precisión a/	Máquinas-herramientas automáticas especiales, especializadas y accesorios a/	Máquinas-herramientas grandes y pesadas a/	Máquinas-herramientas todos los tipos a/
		Matriz C (capital)							
C_3	Forja libre	F3	Ton	72.92	-	146.32	-	-	4.66
C_4	" "	F4	Ton	200.00	15.90	-	50.00	-	20.90
C_5	" "	F5	Ton	816.67	-	-	-	8.57	2.15
C_9	Forja con matriz	F9	Ton	2 291.67	1.94	-	-	-	0.85
C_{23}	Estampado	S3	Ton	166.67	11.40	12.00	9.00	6.00	9.35
C_{31}	Recalcado	U1	Ton	116.67	-	12.86	-	-	0.43
C_{32}	Recalcado	U2	Ton	791.67	-	-	-	1.89	0.47
C_{33}	Recalcado	U3	Ton	1 150.00	1.30	-	1.30	-	0.93
C_{39}	Fundición: hierro gris	C4	Ton	2 083.33	34.77	-	-	-	14.60
C_{40}	" hierro gris	C5	Ton	750.00	41.39	138.48	135.24	-	60.24
C_{41}	" hierro gris	C6	Ton	1 500.00	-	-	-	66.67	16.80
C_{43}	" acero	C8	Ton	666.67	0.13	0.85	16.06	-	4.57
C_{45}	" acero	C10	Ton	2 000.0	-	-	-	10.72	2.70
C_{46}	" aleaciones de cobre	C11	Ton	83.33	6.96	-	-	-	3.00
C_{47}	Fundición: aleaciónes de cobre	C12	Ton	100.00	-	6.70	6.70	8.30	4.20
C_{49}	Fundición de precisión	C14	Ton	83.33	4.32	4.92	3.72	-	3.12
C_{58}	Usinado	M3	Máq.-hora efct.	52 500.00	108.57	579.04	-	-	65.98
C_{59}	"	M4	Máq.-hora	52 500.00	169.33	-	-	-	74.00
C_{61}	"	M6	Máq.-hora	52 500.00	-	-	228.57	-	63.77
C_{62}	"	M7	Máq.-hora	55 000.00	-	-	-	125.45	31.61
C_{71}	Tratamiento térmico	H1	Ton	3 583.33	4.54	4.75	3.86	2.92	3.95
C_{72}	" "	H2	Ton	691.67	2.64	2.70	2.13	1.61	2.24
C_{81}		W1	Ton	2 500.00	-	-	-	0.47	0.12
C_{82}	" "	W2	Ton	3 333.33	-	-	0.18	-	-.04
C_{88}	Armado, pintado, embalaje	A3	m^2 al mes b/	6 650.00	27.14	202.66	-	-	23.09
C_{89}	" " "	A4	m^2 al mes b/	6 580.00	42.33	-	-	-	18.50
C_{91}	" " "	A6	m^2 al mes b/	13 850.00	-	-	80.00	-	22.32
C_{92}	" " "	A7	m^2 al mes b/	26 200.00	-	-	-	50.18	12.64

a/ Las cifras se refieren al porcentaje del resource element respectivo expresado sobre su capacidad mensual que se requiere por 1 000 toneladas de producto.

b/ Metros cuadrados de superficie de armadurfa.

/Anexo II

Anexo II

COMPARACION ENTRE LOS RESOURCE ELEMENT , EL INDICE DE MARKOWITZ-ROWE Y LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL BRASIL

Equipo	Producción típica	Usinado resource element N°3 Series pequeñas y medianas. Máquinas-herramientas, equipo para trabajar madera, máquinas diesel pequeñas y medianas, bombas, compresores, equipos gráficos, equipo industrial liviano			Usinado resource element N°4 Grandes series Bombas, compresores, motores, máquinas-herramientas pequeñas y medianas		Brasil Parque fabricantes de máquinas-herramienta			Markowitz-Rowe para producir US$ 26 500 000		
	Capacidad anual:	630 000 máqs-hora			630 000 máqs-hora							
	Peso máx. de la pieza:	2 tons			2 tons							
	Superficie edificada	6 650 m2			6 580 m2							
A. Producción	Tamaño	Peso unitario (ton)	Número de unidades	Totales a/	Número de unidades	Totales a/		Número de máquinas	Porcentaje sobre total máqs.	Maquinaria dolares	Cantidad	Porcentaje sobre total maquinarias
1. Torno paralelo	Pequeño	0.75	15		8							
2. " "	Mediano	3.0	55		28							
3. " "	Grande	12.0	8		4							
4. " multiherramienta	Mediano	3.5	-		4							
5. " revólver	Mediano	2.5	20		36							
6. " automático	Mediano	1.5	-		2							33.3
7. " "	Grande	8.0	-	101	1	86	Tornos	893	36.2	583 000	82	33.3
8. Mandriladora vertical	Mediano	10.0	8		5							
9. " "	Grande	35.0	2		1							
10. " horizontal	Pequeño	1.0	3		1							
11. " "	Mediano	12.0	10		4							
12. " "	Grande	50.00	1	24	1	12	Mandriladoras	63	2.6	318 000	15	6.1
13. Taladro vertical	Pequeño	0.75	4		6							
14. " "	Mediano	2.5	6		11							
15. " radial	Pequeño	2.0	5		6							
16. " "	Mediano	6.0	7		7							
17. " "	Grande	40.0	2	26	2	34	Taladros	459	18.6	172 250	24	9.8
18. Cepilladora de mesa	Mediano	20.0	5		2							
19 " " "	Grande	50.0	1		1							
20 " limadora	Pequeño	1.5	-		1							
21. " "	Mediano	3.5	2		2							
22. " " vertical (slotter)	Pequeño	2.5	1		-							
23 " " "	Mediano	6.0	3	13	1	8	Cepilladoras	377	15.3	278.250	26	10.6
24. Brochadora	Mediano	3.0	-		1	1	Brochadoras	5	.0.2	18 550	3	1.2
25. Fresadora-cepilladora	Mediano	20.0	2		2							
26. " "	Grande	50.0	-		1							
27. " univerasl	Pequeño	1.0	3		3							
28 " "	Mediano	3.0	13		16							
29. " "	Grande	12.0	1		1							
30. " para ranuras y roscas	Pequeño	1.0	-		1							
31. " " " "	Mediano	3.0	1	21	2	27	Fresadoras	225	9.2	583 000	57	23.2

a/ Incluye las máquinas de reparación y mantención.

/Anexo II (conclusión)

Anexo II (conclusión)

	Producción típica		Usinado resource element Nº3 Series pequeñas y medianas. Máquinas-herramienta, equipo para trabajar madera, máquinas diesel pequeñas y medianas, bombas, compresores, equipos gráficos, equipo industrial liviano		Usinado resource element Nº4 Grandes series Bombas, compresores, motores, maquinas-herramientas pequeñas y medianas		Brasil Parque fabricantes de máquinas-herramientas			Markowitz-Rowe para producir US$ 26 500 000		
	Tamaño	Peso unitario (ton)	Número de unidades	Totales	Número de unidades	Totales		Número de máquinas	Porcentaje sobre total máqs.	Máquinaria dólares	Cantidad	Porcentaje sobre total maquinarias
32. Rectificadora de superficie	Pequeño	2.0	1		1							
33. " " "	Mediano	10.0	2		2							
34. " circular	Pequeño	2.0	1		1							
35. " "	Mediano	10.0	4		4							
36. " "	Grande	30.0	1		1							
37. " de interiores	Pequeño	2.0	-		2							
38. " " "	Mediano	10.0	1	11	3	15	Rectificadoras	136	5.5	105 500	17	6.9
39. Máquina para acabado	Mediano	3.5	-	-	2	2						
40. " " engrenajes	Pequeño	1.0	2		2							
41 " " "	Mediano	4.5	4		7							
42. " " "	Grande	15.0	-	6	1	10	Máq. p. engranajes	55	2.2	159 000	10	4.1
43. " especiales	Mediano	3.0	-		4							
44. " "	Grande	15.0	-	-	2	6	Roscadoras	18	0.7	53 000	8	3.2
45. Otras máquinas	Mediano	3.0	6	6	7	7	Sierras	158	6.4	2 650	4	1.6
B. Reparación y mantención												
46. Torno roscador	Mediano	3.0	3		3							
47. Taladro vertical	Mediano	2.5	1		1							
48. " radial	Pequeño	2.0	1		1							
49. Cepilladora limadora	Mediano	3.5	1		1							
50. Fresadora universal	Mediano	3.0	1		1							
51. Rectificadora circular	Mediano	10.0	1		1							
C. Auxiliar												
52. Afiladora de herramienta	Mediano	1.0	8	8	10	10	Afiladora	77	3.1	-	-	-
53. Preparación de refrigerante	-	-	1		1							
54. Rompedor de viruta	20 kW	5.5	1		1							
55. Centrifugadora de viruta	8 kW	1.3	1		1		Total	2 466	100.0	Total	246	100.0
56. Briquetadora de viruta	-	-	1		1							
D. Grúas y transportadores												
57. Puente grúa	5 ton	18.5	6		4							
58. Grúa monoriel	2 ton	3.9	3		2							
59. Grúa pescante	0.1 ton	-	-		16							
60. " "	1 ton	-	9		12							
61. " " "	2 ton	-	2		1							
62. Vía decauville (metros)	-	-	60		60							
63. Transportador de rodillos (Mts)	-	-	-		192							
64. Grúa de horquilla motorizada	2 ton	1.5	-		2							

a/ Incluye las máquinas de reparación y mantención.