

BID
Banco Interamericano
de Desarrollo

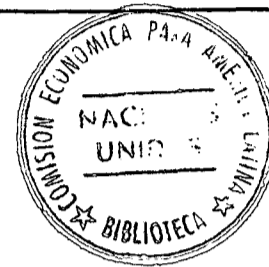
CEPAL
Comisión Económica
para América Latina

CIID
Centro Internacional de
Investigaciones para el Desarrollo

PNUD
Programa de las Naciones Unidas
para el Desarrollo

Programa de Investigaciones sobre
Desarrollo Científico y Tecnológico
en América Latina

Monografía de Trabajo N° 57



EL CAMBIO TECNOLOGICO EN UNA
EMPRESA MEXICANA PRODUCTORA DE
MAQUINAS PARA EL VIDRIO Y EL PLASTICO

Alfonso Mercado
Patricia Toledo

Distribución:
RESTRINGIDA
Septiembre 1982
ORIGINAL: ESPAÑOL

Alfonso Mercado es Licenciado en Economía (Universidad de Nuevo León, México) y Maestro en Economía (University of Sussex -M.A. Development Economics- y El Colegio de México). Es Investigador de Tiempo Completo en El Colegio de México. Patricia Toledo es Licenciada en Economía (Universidad Autónoma Metropolitana) y Asistente de Investigación del Lic. Alfonso Mercado, como Investigadora de Tiempo Completo.

Los autores desean expresar su agradecimiento al personal directivo y empleados de la empresa, por su atenta y valiosa cooperación en este estudio. Agradecen también los valiosos comentarios y sugerencias del Dr. Jorge Katz, Director del mencionado Programa. También agradecen el apoyo recibido del Sr. Víctor L. Urquidí, Presidente de El Colegio De México, para llevar a cabo este estudio de caso.

Los puntos de vista contenidos en esta monografía expresan exclusivamente la opinión de los autores.

Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD
Oficina de la CEPAL en Buenos Aires
Callao 67, 3er. piso
1022, Buenos Aires, Argentina

INDICE

<u>Capítulo</u>	<u>Página</u>
I. INTRODUCCION	1
II. ORIGEN, TRAYECTORIA Y SITUACION PRESENTE DE LA EMPRESA Y SU TECNOLOGIA	7
1. Origen y evolución de la empresa	7
2. Mezcla de productos fabricados por la empresa	12
3. La organización de la empresa	16
4. El proceso productivo	21
III. EL DESARROLLO DE LA FIRMA Y DE SU TECNOLOGIA POR ETAPAS	27
1. Análisis del desempeño económico de la empresa	27
2. El cambio tecnológico por etapas	33
2.1. Etapa de taller reparador de máquinas y productor de partes, 1943-1949	33
2.2. Etapa inicial de fabricación de máquinas, 1950-1970	34
2.3. Etapa industrial madura, 1971-1982	37
2.4. Conclusión	41
IV. APLICACION DE SISTEMAS MANUFACTUREROS DE GRUPOS TECNOLOGICOS (GT) Y SU IMPACTO EN LA ECONOMIA DE LA EMPRESA	45
1. Generalidades	45
2. Tipo de GT utilizado en el maquinado de partes para máquinas formadoras	47
3. El proceso de aplicación de GT	47
4. Algunos efectos del uso de GT	49
REFERENCIAS	51

10-11-19

10-11-19

10-11-19

I. INTRODUCCION

1. Naturaleza del estudio de caso

Aquí analizamos el desarrollo de una empresa metalmecánica mexicana que inició operaciones en 1943. En los años cuarenta era un taller que reconstruía máquinas para la industria vidriera y maquinaba piezas e implementos utilizados en el ramo. Ha formado parte de un grupo corporativo desde su origen. Hoy este grupo es líder en la industria mexicana del vidrio, tiene 70 empresas, ocupa 30.000 personas y tiene participación en el capital de fábricas vidrieras de Guatemala, Costa Rica y Brasil. En 1950 la empresa estudiada empezó a fabricar máquinas formadoras de envases, con tecnología extranjera. Pronto, en esa década, adaptó diseños y generó innovaciones que patentó. Creció y empezó a exportar. En los setentas cambió su proceso hacia una mayor continuidad y mayor automatización. Hoy es una empresa que ocupa más de 2000 personas, tiene incorporados equipos avanzados, incluyendo el control numérico computarizado (CNC) y el diseño con ayuda de computadora (DAC), ha exportado a 20 países y tiene cerca de 100 patentes.

El caso presenta características de indudable interés analítico. Se trata de una empresa metalmecánica que ha madurado y ha logrado éxito en un país en vías de desarrollo como es México y en mercados internacionales donde empresas multinacionales son competidores poderosos.

El caso estudiado se ubica en un escenario tecnológico mundial dinámico, con cambios notables en técnicas de diseño y procesos metalmecánicos, aplicando los avances en la microelectrónica y mejorando la racionalidad de los 'lay-outs' cada vez más en línea 1/ mediante la aplicación de sistemas fabriles de 'grupos tecnológicos' 2/.

1/ J. Katz, Cambio tecnológico en la industria metalmecánica latinoamericana, Programa de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Monografía de Trabajo N° 51, julio 1982. Capítulos I y II.

2/ E. A. Arn, Group Technology, Springer-Verlag, Berlin, 1975, cap. I y II. En el capítulo IV del presente estudio de caso se explican conceptos e ideas sobre grupos tecnológicos.

2. Definición de conceptos

El presente trabajo gira en torno a la tecnología y su cambio en el tiempo. Es preciso, por lo tanto, explicar estos conceptos básicos. Entendemos por tecnología un conjunto de elementos del conocimiento técnico ^{3/}, información técnica ^{4/}, el estado del arte o el conjunto de conocimientos ^{5/} destinados a utilizarse en la producción de bienes y servicios en una economía. Este conjunto de conocimientos técnicos puede agruparse en dos tipos: tecnología de producto y tecnología de proceso.

La 'tecnología de producto' se refiere a la información que sirve para determinar los atributos y las características físicas del producto. Los atributos de productos metalmeccánicos son las cualidades de las máquinas, equipos y bienes metálicos, tales como rapidez, potencia, agilidad, precisión, etc. Las características físicas de tales bienes se asocian a su tamaño, forma, dimensiones, grupo de materiales y otras especificaciones de diseño. Comprende información sobre diseño, desarrollo de productos, preparación de prototipos, standarización de productos, etc. La tecnología de productos puede tener una función económica si mediante ella la empresa diferencia sus productos, genera patentes y crea monopolios.

La 'tecnología de proceso' consta de conocimientos o información técnica acerca de cómo se transforma el material, desde la materia prima hasta el producto, cómo se maneja la maquinaria y el equipo y cómo se organiza el trabajo en la secuencia de transformación. En el sector metalmeccánico, comprende conocimientos de ingeniería mecánica (matricería, maquinado, ensamble, tolerancia de materiales), ingeniería metalúrgica (fundición), ingeniería industrial (estudios de tiempos y movimientos), técnicas de control de calidad, técnicas de tratamiento químico de metales (tratamientos térmicos), etc. La tecnología de proceso puede ser vista como un bien económico con un valor de uso, ya que ella permite a una empresa generar bienes y servicios a costos unitarios inferiores al precio del mercado de tal manera que puede lograr un margen de ganancias.

Otro concepto clave en este estudio es el referido al 'cambio tecnológico'. Jorge Katz lo define como cualquier modificación ocurrida en la tecnología de producto o de proceso de una empresa, independientemente de si

^{3/} Ch. Cooper y F. Sercovich, The channels and mechanisms for the transfer of technology from developed to developing countries, Ginebra, UNCTAD, TD/AC 11/5, 1971.

^{4/} S. Teitel, "Tecnología, empresa e información", El Trimestre Económico, México, D.F., vol. 45 (2), abril-junio, 1978.

^{5/} A. Castaño, J. Katz y F. Navajas, Etapas históricas y conductas tecnológicas en una planta argentina de máquinas-herramienta, Programa de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Monografía de Trabajo N° 38, Buenos Aires, 1981.

tal cambio es o no novedoso en el ámbito nacional o internacional 6/. Aquí adoptamos esta definición porque nos parece operacionalmente adecuada.

3. Temas de estudio ('issues')

Con la revisión de la evidencia del presente caso, interesa abordar cuatro temas de análisis sobre el cambio tecnológico de la empresa estudiada.

3.1. Procesos secuenciales del cambio tecnológico

Este enfoque distingue dos sendas tecnológicas: una se compone de tres etapas, siendo la primera receptiva, de adquisición de tecnología; la segunda, adaptativa; y la tercera, creativa. La otra secuencia la referimos a dos etapas del cambio tecnológico. En la primera fase, se efectúan cambios en la tecnología de producto, y en la segunda hay modificaciones en la tecnología de proceso. El orden del primer tipo de secuencia es el esperado en un proceso de aprendizaje de una empresa en un país en desarrollo. Pero en la segunda secuencia el orden no necesariamente es el apuntado. Puede suceder que se den cambios simultáneos en una y otra fase o que se empiecen a hacer ajustes en el proceso. Ello depende de la influencia de factores económicos y no económicos. Se han postulado como principales factores determinantes del orden secuencial la estructura del mercado, la protección externa y la formación de cierto tipo de habilidades tecnológicas o recursos humanos (técnicos en proceso vs. diseñadores, por ejemplo). El hecho de que se hagan cambios en la tecnología de proceso, en vez de mejorar la tecnología de producto, tiene repercusiones de bienestar económico, las cuales son diferentes a las derivadas del caso contrario.

En la historia de la industria sustitutiva de importaciones latinoamericana, la protección externa y los mercados monopólicos y oligopólicos han dado lugar a que se inicien esfuerzos ingenieriles en el área del producto. Conforme estas variables cambian sus características (más competencia o menor protección), la firma inicia modificaciones en el área del proceso 7/. En particular, dado que la protección y las imperfecciones de los mercados cautivos no ejercen presiones en los costos de las firmas locales, las mismas tienden a no canalizar esfuerzos técnicos al área del proceso y a la vez son guiadas por estas señales a dedicar tales recursos hacia la búsqueda de 'mejoras' en los productos que permitan extender la duración del monopolio u oligopolio. La etapa de cambio tecnológico en el producto puede ser relativamente larga. De esta conducta tecnológica se derivan efectos

6/ J. Katz (1981), op. cit., pág. 2.

7/ J. Katz (1981), op. cit. y J. Katz, A list of 'main issues' emerging from recent research on science and technology in the framework of the IDB/ECLA/IDRC/UNDP programme, Feb. 1982 (mimeo).

adversos para el bienestar de la economía local y los beneficios del cambio tecnológico, así como los del proteccionismo, se concentran en los accionistas de la firma en cuestión. Pero a medida que se reduce la protección, se obliga a las empresas locales a mejorar su proceso para bajar costos unitarios, lo cual beneficia al consumidor.

3.2. Impacto de la aplicación de GT sobre la economía de la empresa

Este enfoque se relaciona con las condiciones competitivas de un gran número de talleres metalmeccánicos en países subdesarrollados. Su tamaño de lote generalmente es pequeño o mediano y ello plantea niveles de costos unitarios relativamente altos 8/. Pero si tales talleres adoptan medidas para crear familias de partes similares en cuanto a dimensiones, formas y requerimientos de maquinado, los lotes podrán aumentar. Esta es la idea original del grupo tecnológico 9/, lo cual significa una mejor oportunidad de ganar economías de escala. Aunque su aplicación no es simple, el GT puede tener por lo menos tres repercusiones favorables a los talleres mencionados: (a) puede aumentar la competitividad de los talleres, reducir sus costos unitarios y, en suma, mejorar su situación económica 10/; (b) constituye un canal de transición entre un taller con organización funcional (discontinua) y una planta de producción en línea. De tal manera que si el establecimiento va creciendo y mejorando su estandarización -como resultado en buena medida del uso de GT- su proceso racionalmente tenderá a ser cada vez más en línea 11/, lo cual implica reforzar el efecto mencionado primeramente; (c) finalmente, al crecer el lote y al aumentar la homogeneización de diseños y tipos de maquinados, se crea una mayor posibilidad de incorporar mayores niveles de automatización 12/.

3.3. La reducción de la brecha tecnológica entre algunas plantas metalmeccánicas de países en desarrollo y las de países desarrollados

Dentro del espectro de diferentes plantas metalmeccánicas que existen en países subdesarrollados, hay algunas, a diferencia de otras, que tienden a parecerse a las plantas líderes de países avanzados. De tales plantas se pueden distinguir dos tipos. Uno está formado por plantas nuevas y otro por plantas maduras. En el caso de las plantas maduras, ellas han tendido a

8/ J. Katz (julio 1982), op. cit., capítulos II y III.

9/ E. A. Arn, op. cit., capítulos I y II.

10/ Ibid.

11/ Ibid.

12/ Ibid. También J. Katz (julio 1982), op. cit., capítulo II.

seguir un patrón de crecimiento y de cambio tecnológico que las ha transformado, acercándolas a la 'frontera', como resultado de varios factores. Entre estos, hay tres importantes: (a) Uno se refiere al mercado donde las firmas referidas dominan. El contenido (tipo y calidad), tamaño y dinámica del vector de demanda por ciertos bienes metalmeccánicos tiende a ser similar al de países avanzados. (b) Estas firmas tienden a competir en el exterior, en los mismos mercados de empresas exitosas de países desarrollados. (c) Han surgido cada vez mayores y mejores canales de información y acceso a innovaciones que ocurren en el mundo en materia de organización y automatización de procesos, diseños, etc.

Las tendencias de las plantas mencionadas significan una mayor racionalización de diseños, 'lay-out', procesos, etc., que permite ganar economías de escala y ofrecer menores precios que antes. En consecuencia, las repercusiones de este patrón evolutivo son positivas para la economía de la empresa en cuestión y el balance de efectos para la economía del país puede ser favorable. Con respecto a este punto, se pueden plantear algunos efectos en el bienestar económico del país: (a) Los usuarios podrían tener acceso a productos metalmeccánicos relativamente más baratos y posiblemente de mejor calidad o de mejores atributos a medida que la firma sigue el proceso señalado. (b) La relación mano de obra calificada por mano de obra no calificada irá en aumento, así como la contratación de ingenieros, técnicos, programadores, etc., generando mayores requerimientos de capacitación y educación de personal. Posiblemente el impacto en la tasa de crecimiento del trabajo no calificado no sea favorable. Pero la calidad del trabajo, en cuanto a sus ingresos monetarios, su psicología y su sociología, tenderá a aumentar. (c) Se podrán generar una serie de externalidades en el resto de la economía, puesto que el proceso de maduración de firmas como las referidas estimula la creación de escuelas técnicas, carreras de ingeniería, la producción de insumos básicos e incluso servicios de consultoría.

3.4. La influencia de la estructura del mercado y la protección externa sobre la conducta tecnológica de la firma

Este tópico plantea que en países como México las empresas que surgieron en los cuarentas pasaron por un largo período de protección y se desempeñaron en un mercado monopólico local. En estas condiciones, las fuerzas de la oferta local (los propios retos de expansión o de exportación que la empresa misma se fije) pueden tener un mayor impacto que las fuerzas de la demanda sobre el tipo y el ritmo del cambio tecnológico que se lleve a cabo. Pero conforme las imperfecciones del mercado o la protección sean menores, la demanda tendrá un rol más activo en inducir innovaciones 13/.

13/ J. Katz (feb. 1982), op. cit.

4. Método

Los temas de estudios que acabamos de presentar serán tratados a la luz del presente estudio de caso, correspondiente a la historia de una empresa productora de maquinaria para envases de vidrio y de plástico que ha logrado éxito económico y ha pasado por cambios tecnológicos interesantes de analizar, como el referido a los grupos tecnológicos.

Examinaremos el caso a tres niveles: (a) a nivel histórico, con base en información estadística, folletos y entrevistas grabadas; (b) a nivel del desempeño económico de la firma, con el uso de indicadores sobre su tamaño, productividad, participación en la producción de maquinaria industrial y su tasa de exportaciones con respecto a las ventas; y (c) a nivel tecnológico, analizando particularmente sus principales cambios en tecnología de producto y tecnología de proceso, sus causas y sus efectos en la economía de la firma, con base en el examen de datos referentes a los recursos destinados a estos campos, la revisión de folletos y otros documentos referidos al contenido de tales innovaciones y la asociación de los cambios en la 'performance' de la empresa con los cambios tecnológicos observados.

Para esto, tuvimos que compilar información proveniente básicamente de la misma empresa, a través de solicitar a sus directivos un número de cuadros estadísticos, entrevistas, recorridos en la planta e informes de su historia, sus productos y su tecnología impresos en folletos y catálogos. Para fines de la estimación de indicadores y para vincular el caso con el ambiente macroeconómico, también consultamos otras fuentes, como anuarios, censos, artículos técnicos, etc.

5. Contenido

El estudio se compone de cuatro capítulos. En el capítulo primero se resumen los principales hallazgos y se plantean las conclusiones globales del caso. El capítulo II trata de brindar un marco de referencia concreto para los capítulos siguientes, examinando el origen de la empresa y de su tecnología, presentando los grandes rasgos de su desarrollo económico y tecnológico y describiendo la tecnología presente de la firma, así como determinando su importancia relativa en la industria local de maquinaria industrial. En el capítulo III se describe y analiza la historia de la firma y de su tecnología por etapas, abordando, a lo largo de la misma, casi todos los temas de estudio enumerados anteriormente. Finalmente, el capítulo IV se dedica al análisis de la aplicación de sistemas manufactureros de GT en la firma.

II. ORIGEN, TRAYECTORIA Y SITUACION PRESENTE DE LA EMPRESA Y SU TECNOLOGIA

En este capítulo se presentan los principales rasgos de la evolución de la firma. Se dedica una atención especial al origen de la tecnología y sus principales cambios, y se describe con cierto detalle su naturaleza en el presente. El propósito del capítulo es básicamente brindar un marco de referencia específico para el análisis del cambio tecnológico en esta empresa metalmeccánica.

1. Origen y evolución de la empresa

La firma tuvo su origen en 1943, cuando una familia propietaria de varias fábricas de vidrio, organizadas en un 'holding' ^{14/} decidió comprar un taller mecánico ya establecido, que se había dedicado al maquinado de piezas, para máquinas procesadoras de vidrio. Al hacer tal adquisición, el grupo industrial de esta familia tuvo la idea de contar con su propio taller para la reparación de máquinas usadas y, de ser posible, para la fabricación de sus equipos. Esta decisión se tomó durante la II Guerra Mundial, cuando no se podía importar maquinaria ni refacciones requeridas por las vidrieras locales. En 1943, al efectuarse la compra del taller, se constituyó la empresa legalmente en el Registro Público de la Propiedad Industrial con un capital social de 900.000 pesos, y con ello podía obtener créditos bancarios. El taller contaba con un terreno de 13.000 metros cuadrados, 40 máquinas-herramienta y 180 personas ocupadas. El equipo era universal. El taller ha estado localizado en la ciudad de Monterrey, N. L.

El párrafo anterior contiene al menos tres rasgos importantes acerca del origen de la empresa estudiada. Primero, ella se creó por la decisión de un 'holding' o grupo industrial nacional, propiedad de una familia y dedicado a la industrialización y comercialización del vidrio. Aunque no se trata de una firma familiar creada por un empresario individual (técnico inmigrante europeo), a diferencia de algunas que surgieron con tal característica en

^{14/} La familia fundó su primera vidriera en 1909 y fue abriendo otras posteriormente y en 1936 formalizó un grupo industrial corporativo ('holding'). El corporativo creó fábricas de materias primas para el vidrio y fundó la empresa estudiada.

América Latina 15/; el hecho de que el grupo estuviese controlado por una familia daba lugar a que ésta pudiera influir en las decisiones de la empresa estudiada. La familia del corporativo podría explicar, en parte, decisiones 'peculiares' sobre el proceso, la gama de productos, las ingenierías, el tamaño, la relación con subcontratistas, la propensión a exportar, etc., de la firma. El segundo rasgo en torno al origen de la empresa se refiere a que surge precisamente como parte del 'holding' referido. Se puede considerar que comenzó como una empresa 'corporativa'. El rol del corporativo en el posterior desarrollo de la empresa pudo ser importante y podía explicar en alguna medida su conducta tecnológica. El tercer aspecto sobresaliente del inicio de actividades es el hecho de que se trató de un taller grande con características formales, en cuanto a su vinculación con el mercado financiero y su estructura organizativa. No es la historia de un pequeño taller artesanal e informal que llega a progresar. Ello sugiere que no se puede hablar de un patrón generalizado sobre el tamaño inicial de plantas metal-mecánicas que logran cierto éxito 16/.

Las primeras actividades de la empresa fueron la reconstrucción de maquinaria para el vidrio, incluyendo el maquinado de piezas, y la fabricación de moldes para envases de vidrio y cristalería (excluye vidrio plano). Pero pronto tomó medidas para iniciar la manufactura de máquinas formadoras de envases de vidrio. En efecto, en 1945 solicitó asistencia técnica para ello a una empresa norteamericana líder en el ramo a nivel mundial. La empresa estudiada comenzó a recibir dibujos y especificaciones de modelos, vaciados y maquinados. También, en ese año, abrió su propia escuela de aprendices, porque en ese tiempo no había ni obreros calificados ni técnicos suficientes. Las clases se comenzaron a impartir durante las horas de trabajo. Los cursos duraban seis meses.

15/ Por ejemplo, el caso de un productor de maquinaria para molinos en México, otro en Brasil y el de un fabricante de tornos en Argentina. Véase A. Mercado y L. Lombó, Un estudio sobre el cambio tecnológico de una empresa mexicana productora de maquinaria para molinos, El Colegio de México, México, D.F., 1982 (mimeo); A. Castaño, J. Katz y F. Navajas, Etapas históricas y conductas tecnológicas en una planta argentina de máquinas-herramienta, Monografía de trabajo 38, Programa de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Buenos Aires, 1981; y H. Nogueira, Evolución tecnológica no sector de máquinas de procesar cereales -un estudio de caso, Monografía de Trabajo 39, Programa de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Buenos Aires, 1981.

16/ Con relación a esta observación y comparando este caso con otros, se pueden mencionar algunos, como el pequeño taller que llegó a ser el fabricante de tornos líder en Argentino o el que llegó a dominar el mercado mexicano de equipo para molinos en México. Véanse A. Castaño, J. Katz y F. Navajas, op. cit. y A. Mercado y L. Lombó, op. cit.. También se pueden citar otros, como el taller grande, adquirido también por un grupo corporativo nacional, que llegó a ser uno de los principales fabricantes de equipo de proceso en México. Véase A. Mercado y J. Aristy, Etapas históricas y cambio tecnológico de una empresa mexicana fabricante de equipo de proceso, El Colegio de México, México, D.F., 1982 (mimeo).

Debido a las dificultades que afrontó la firma para adquirir pequeñas órdenes de material fundido y forjas (generalmente ordenes de 500 kgs.), de aleaciones especiales, decidió producir ella misma tales materias primas ^{17/}. En 1947, la planta empezó a hacer fundiciones y forjas, con equipo muy rudimentario.

Fue en 1949 cuando la empresa logró fabricar su primera máquina. Se trató de una máquina automática, para la elaboración de botellas de vidrio. Este tipo de máquina suplantó a las semiautomáticas que importaban las vidrieras locales, principalmente de Estados Unidos.

De lo mencionado en los párrafos previos, se puede derivar que la empresa pasó por un período de reconstrucción de maquinaria, como lo han tenido otras plantas metalmeccánicas latinoamericanas ^{18/}. En tales casos la reconstrucción significó un aprendizaje tecnológico básico e importante tanto en el área de producto como en el de proceso (al ensayar la reproducción de piezas rotas). Pero, por la brevedad de la reconstrucción en el presente caso, y por el hecho de haber recibido tecnología externa muy pronto, tales tareas no parecieron constituir una fuente tecnológica tan importante como en las otras plantas referidas. De tal manera que la importación de tecnología pareció haber sido la fuente técnica importante para la fabricación de máquinas en esta empresa. Se plantea aquí que la planta estudiada tuvo un mayor aprendizaje de la tecnología importada que de la reconstrucción relativamente breve de máquinas.

A partir de estos años iniciales, la firma tuvo varios cambios. Resumiremos los principales a continuación (véanse mayores detalles en el siguiente capítulo).

En la década de los cincuentas, la empresa amplió su 'mix' de productos, debido a que la demanda de maquinaria para el vidrio era muy cíclica. Los productos nuevos abarcaron máquinas para hacer focos, máquinas-herramienta, bombas y maquinaria para la fabricación de plástico. Esta mezcla, junto con los productos iniciales, se mantuvo durante los sesentas. Para la fabricación de cada línea nueva de productos, la empresa contrató personal técnico especializado básicamente en diseño.

Desde mediados de los cincuentas, la empresa empezó a exportar. Por estos años, el grupo corporativo decidió impulsar la capacidad ingenieril de producto de la empresa estudiada. Mantuvo, desde entonces, investigaciones sobre el proceso de vidrio. Algunos resultados de éstas fueron patentados, sobre todo en los años sesentas. En este sentido, la firma pasó de recibir

^{17/} En esos años ya existían fundidoras mexicanas importantes, como la Fundidora Monterrey S.A. y Altos Hornos de México S.A. Pero ellas no producían las fundiciones requeridas por la firma estudiada y no se interesaban en hacerlo para volúmenes de producción tan pequeños.

^{18/} Véanse A. Mercado y L. Lombó, op. cit., A. Castaño, J. Katz y F. Navajas, op. cit., H. Nogueira, op. cit. y A. Mercado y J. Arísty, op. cit.

tecnología de producto a mediados de los cuarentas, a generar diseños propios y patentables 10 ó 15 años después. En el siguiente capítulo abordaremos con mayor detenimiento este proceso.

El tamaño de la planta fue creciendo y se fueron adquiriendo terrenos aledaños a su local. También se fueron haciendo inversiones en maquinaria y equipo cada vez más modernos. En 1969 adquirió por primera vez máquinas de control numérico. Es decir, después de 25 años, y luego de que sus cargas de trabajo en la planta aumentaron, el proceso tendió a automatizarse.

Al empezar la década de los setentas la empresa decidió reducir su mezcla de productos, por razones de competencia y con el fin de aumentar su eficiencia. El nuevo mix se compuso finalmente por máquinas formadoras de vidrio, moldes, máquinas inyectoras de plástico y productos de forja y fundición. La empresa decidió continuar haciendo fundiciones y forjas para su propio uso y para su venta a otros. Excepto las máquinas inyectoras de plástico, los otros productos son con los que la planta había arrancado.

Este cambio en el área del producto se vio acompañado por la adopción de una nueva organización fabril, la de grupos tecnológicos. La empresa decidió hacer este cambio con los siguientes propósitos: aumentar la productividad, mejorar el control de la producción y reducir costos. También empezó a trabajar con maquiladores, llegando a contar con 200 maquiladores aproximadamente. Este nuevo sistema trajo consigo cambios en la administración de la empresa, que pasó de una administración a nivel 'staff' a una división total de la empresa por línea de producto, manejándose cada uno de manera independiente. Por otro lado, a partir de estos años (1970-1971), la empresa decidió incrementar su exportación. La participación de sus exportaciones en el total de ventas ha sido variable, oscilando entre 4% (1980) y 17% (1977).

A finales de los setentas realizó una modernización masiva en sus instalaciones, tanto en edificios construídos como en maquinaria y equipo. En 1979 adquirió centros de maquinado y equipo moderno de forja y fundición. Paralelo a esto, su organización en grupos tecnológicos se fue sofisticando cada vez más.

Como productor de maquinaria para hacer envases de vidrio, la empresa se ha mantenido como único productor local, además de contar con una protección del 50% de aranceles ad valorem en la importación de estos equipos. No ocurre lo mismo con los moldes ni con las máquinas inyectoras de plástico. Hay algunos talleres locales que hacen moldes a pedido y en lotes pequeños. Además, hay importaciones importantes de moldes, sobretodo los procedentes de Estados Unidos e Italia. Pero a nivel local, la firma parece cubrir una gran proporción de la demanda. Con respecto a las inyectoras de plástico, existe otro productor local, el cual utiliza licencia extranjera y las importaciones parecen ser cuantiosas, casi sin aranceles, por convenios que se hacen en el marco de la ALALC.

A mediados de los setentas, la empresa se separó de la mayoría de los productores locales de bienes de capital, en cuanto a su tamaño. El cuadro 1 indica que ocupó trabajadores por el equivalente a casi cinco veces el personal promedio de las siete firmas más grandes de este sector en 1975. Su integración vertical es elevada, puesto que como ya se mencionó, su proceso

Cuadro 1. Empleo y grado de reintegración vertical de la empresa estudiada y de productores locales de cierta maquinaria industrial, 1975.

Concepto	Número de empresas	Empleo promedio por empresa (índice) <u>e/</u>	Razón entre valor agregado y producción bruta
Total de fábricas de bienes de capital específicos <u>a/</u>	208	10	0,65
A. Empresas pequeñas <u>b/</u>	158	3	0,67
B. Empresas medianas <u>c/</u>	43	23	0,70
C. Empresas grandes <u>d/</u>	7	100	0,60
D. La empresa estudiada	1	479	0,69

a/ No incluye los equipos eléctricos, la maquinaria, implementos y tractores agropecuarios; máquinas herramienta y equipo para trabajar madera, metales y otros materiales; máquinas de oficina; maquinaria y equipo de uso común a varias industrias; maquinaria y equipo para la industria alimentaria; máquinas y equipo para la construcción.

b/ Con una producción bruta, con valor de 5.000.000 pesos o menos.

c/ Cuya producción bruta tiene un valor de entre 5.000.100 pesos y 50.000.000 pesos.

d/ Cuya producción bruta tiene un valor mayor de 50.000.000 pesos.

e/ La base del índice es el empleo del estrato de las empresas grandes.

Fuente: Dirección General de Estadística, Censo industrial 1976, Resumen General, tomo I, México D.F., 1979 y datos proporcionados por la empresa.

incluye fundición y forja, además del maquinado, ensamble y acabado. Se puede afirmar que la empresa estudiada es hoy una de las más grandes de la industria metalmeccánica mexicana.

En 1980 la empresa tuvo volúmenes totales de ventas mayores a 1.500 millones de pesos (más de 60 millones de dólares a un tipo de cambio de 25 pesos por dólar). Ocupó más de 2.400 personas, de las cuales el 12% eran directivos, ingenieros o técnicos; 31% obreros calificados; 37% obreros no calificados; y 20% otros empleados. Tuvo activos totales superiores a 2.000 millones de pesos, más de 400 máquinas-herramienta y una superficie total del terreno de 70.000 metros cuadrados. Ha exportado a 20 países y cuenta con más de 100 patentes registradas. Finalmente, diremos que hoy la empresa produce para stock piezas fundidas y forjadas, así como piezas para refacción de máquinas. Produce a pedido, sobre catálogo, moldes y máquinas.

2. Mezcla de productos fabricados por la firma

Como se dijo en la sección anterior, la empresa produjo, desde sus inicios en los años cuarentas, moldes y máquinas formadoras de envases de vidrio. Con el correr del tiempo, estos productos tuvieron diseños cada vez más complejos. También se amplió y posteriormente se volvió a reducir la gama de productos hechos por la empresa. Así, con el fin de resumir estos cambios en los productos observados en la historia de la firma, elaboramos el cuadro 2. Podemos examinar este cuadro de manera preliminar, ya que el análisis de la adaptación y generación de la tecnología de producto será tratado explícitamente en el capítulo III.

En el cuadro 2 se aprecia que en los primeros años la firma pasó de hacer moldes e insumos básicos a fabricar máquinas; y que los diseños, en un principio 'artesanales' con base en las ideas de los usuarios, fueron siendo después más formales, con tecnología extranjera. También se aprecia la rápida producción de máquinas automáticas. Esto se debe a que el procesamiento de botellas y otros envases de vidrio ha sido automático en México, desde los mismos años cincuentas y ha correspondido a volúmenes de producción grandes. Además, se empezaron a fabricar otros equipos periféricos al proceso de producción de envases de vidrio, tales como dosificadores, decoradores, templadoras, hornos de recocido y decorado, etc.

En el período de 1950 a 1970 se amplió el 'mix' de productos a otras áreas nuevas, como bombas y equipo agrícola. Algunos de tales productos nuevos no tuvieron éxito comercial. En otros casos, se logró éxito pero, con el paso del tiempo finalmente se abandonaron. El nuevo 'mix' amplio de la empresa refleja dos hechos históricos de la época. Primero, que surgieron oportunidades de producción local de ciertos productos, propiciados por una política estatal de protección y de estímulos a las industrias 'nuevas y necesarias'. Segundo, que la demanda de maquinaria y moldes para envases de vidrio fue cíclica; de tal manera que en los ciclos de contracción la empresa buscaba producir algo más para mantener ocupada a su mano de obra y sus instalaciones.

Durante los sesentas, las máquinas formadoras de envases de vidrio

Cuadro 2. Productos elaborados por la empresa estudiada. 1949 - 1980

Año	Producto	Observaciones
1949	Moldes para envases de vidrio, losa y cristal. Forja y fundición	Con diseño de los clientes
1950	Máquina formadora automática. 2 secciones.	Con tecnología (dibujos) de empresa de EUA
1952	Dosificador automático.	Con tecnología extranjera. Configura equipo complementario de máquinas.
1954	Máquina decoradora Templadora Hornos de recosido y decorado Máquinas para los procesos fríos de art. de vidrio	
1955	Máquina formadora automática. 4 secciones.	Diseño original de empresa de EUA
1958	Máquina formadora automática. 5 secciones.	
1950	Máquina formadora automática. 6 secciones. Máquina para hacer vidrio empastado.	Esta máquina cuenta con un proceso para quitar la costura de los vasos y es desarrollo de la empresa.
1950/70	Automóvil.	Se fabricó uno. Se probó pero no se comercializó. Proyecto abandonado.
1950/70	Bombas (pumping docks)	Comercializadas. Terminó.
1950/70	Máquinas para hacer pozos.	Comercializadas. Producto abandonado
1950/70	Equipo agrícola	Comercializadas. Ya no se producen.
1950/70	Máquinas herramienta (principalmente copiadoras)	Para uso interno. Máquinas para automatizar la producción de coronas que llevan los envases. Más barato hacerlas que comprarlas.
1950/70	Máquinas de estirado vertical	Comercializadas. Ya no se producen.
1970	Máquina formadora automática. 8 secciones. Máquinas inyectoras de plástico con transmisión hidráulica.	Con tecnología de empresa de EUA. Con tecnología de empresa japonesa. Máquinas compactas (con pequeña capacidad de moldeo) y grandes.
1974	Moldes para envases de plástico. Máquinas inyectoras de plástico. Hidráulica modelo FS-75; FS-150; FS-250; FS-350 y FS-500. Moldes de vidrio, cristal y plástico.	Con tecnología de empresa japonesa Con diseños de la empresa.
1980	Máquina formadora automática. 10 secciones.	Con diseños en parte de otra empresa.
1980	Máquina formadora automática: 6, 8 ó 10; SC, AC ó TC; transmisión mecánica o transmisión eléctrica; centro mecánico o control eléctrico.	Tipo 'E' o tipo 'F', con tecnología de la empresa. Tipo 'E' o tipo 'F', con tecnología de una empresa norteamericana.

Fuente: Elaboración propia, con datos proporcionados por la empresa.

mostraron tendencias cada vez más complejas, según se aprecia en el cuadro 2. Pero el rasgo más sobresaliente de tal época es el lanzamiento de máquinas nuevas con diseños de la empresa misma, lo cual empezó a ocurrir en 1960, cuando la firma comenzó a comercializar el modelo '660' para hacer vidrio empastado.

Los datos del cuadro 2 también indican otras dos fases importantes con relación a la mezcla de productos hechos por la empresa. Además de que en 1970 se tomaron varias medidas trascendentes, entre las cuales una se refería al abandono de unos productos (para más detalles véase el siguiente capítulo). Entonces la mezcla de productos quedó finalmente definida, por las máquinas e implementos de metal que se utilizan en la elaboración de artículos de vidrio (envases, cristalería, loza) y se inició de manera definitiva la producción de equipos inyectoras de plástico con diseños japoneses. Esta es la primera fase de las señaladas. En los setentas, los modelos de las máquinas inyectoras tendieron a ser cada vez más complejos. La segunda fase se refiere a la incorporación de la microelectrónica en las máquinas formadoras de envases de vidrio en 1980. Hasta ese año la gama de productos ofrecidos es amplia. Hay más de 20 modelos de máquinas formadoras de envases de vidrio, con diversos grados de complejidad y aditamentos, con mandos mecánicos, eléctricos y electrónicos. También hay un gran número de inyectoras de plástico por ofrecer. Además, existe un espectro de moldes, equipos y aditamentos que se utilizan en el procesamiento de productos de vidrio, cristal, loza y plástico. La empresa también produce insumos básicos, que son fundiciones y forjas. En 1980 fabricó casi 3.000 toneladas de piezas forjadas y 5.000 toneladas de piezas fundidas y vaciadas. Produce estos insumos para uso propio y para la venta a otras empresas.

De acuerdo a lo anterior, la mezcla de productos de la firma se puede agrupar en cinco grupos: insumos básicos, moldes, máquinas formadoras de envases de vidrio, máquinas inyectoras de plástico y equipos especiales (principalmente es el equipo periférico en el proceso del vidrio).

La participación de los moldes y máquinas para el vidrio en la estructura de ventas de la firma fue el 100% de 1944 a 1959 y declinó después de 1960; pero aún en 1980 representaba cuatro quintos de las ventas totales.

Aunque estas cifras estén muy agregadas, revelan que el principal negocio de la firma es la venta de moldes y bienes de capital para el vidrio. A nivel de productos específicos, sólo disponemos de información correspondiente a 1976, según la cual la participación de piezas fundidas y las forjadas en las ventas fue 19%, la de los moldes 32%, la de máquinas formadoras de envases de vidrio 7%, la de inyectoras de plástico 7%, la de decoradoras (uno de los equipos 'periféricos') 15% y el 20% restante se repartió entre diversas máquinas periféricas, refacciones, reparaciones, etc. En términos del número de máquinas producidas, en 1980 se fabricaron principalmente máquinas inyectoras de plástico y equipos periféricos en el proceso del vidrio (véase el cuadro 3). Casi la totalidad de los moldes producidos en dicho año correspondió a los destinados a los envases de vidrio (cuadro 4).

Con estos productos, para fabricantes de artículos de vidrio y plásticos, se cubren los siguientes mercados:

Cuadro 3. Estructura de la producción de máquinas
por la empresa en 1980 a/

<u>Producto</u>	<u>% de unidades producidas</u>
Máquinas formadoras de envases de vidrio	7
Máquinas inyectoras de plástico	48
Equipos periféricos en el proceso del vidrio (diversos tipos)	45
TOTAL	100

a/ Excluye equipo 'opcional' consistente básicamente en accesorios y aditamentos especiales.

Fuente: Elaboración propia, con base en datos proporcionados por la empresa.

Cuadro 4. Estructura de la producción de moldes por
la empresa en 1980

<u>Producto</u>	<u>% de toneladas producidas</u>
Moldes para envases de vidrio	91,98
Moldes para cristalería	7,97
Moldes para plásticos	0,05
TOTAL	100,00

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos otorgados por la empresa.

a) En el caso de envases de vidrio, las fábricas de envases de alimentos, refrescos, cervezas, cosméticos, medicinas, artículos de limpieza, etc., que usan procesos de soplo-soplo o prensa-soplo.

b) Con respecto a la cristalería, las fábricas de vasos, vajillas, artículos decorativos e industriales que utilizan procesos de molde empastado o de prensas automáticas.

c) En relación a los plásticos, los fabricantes de envases plásticos, juguetes, artículos decorativos, partes industriales, componentes electrónicos, autopartes, vajillas, muebles, partes eléctricas y farmacéuticas, que emplean procesos de soplo o inyección de termofijos, termoplásticos o elastómeros.

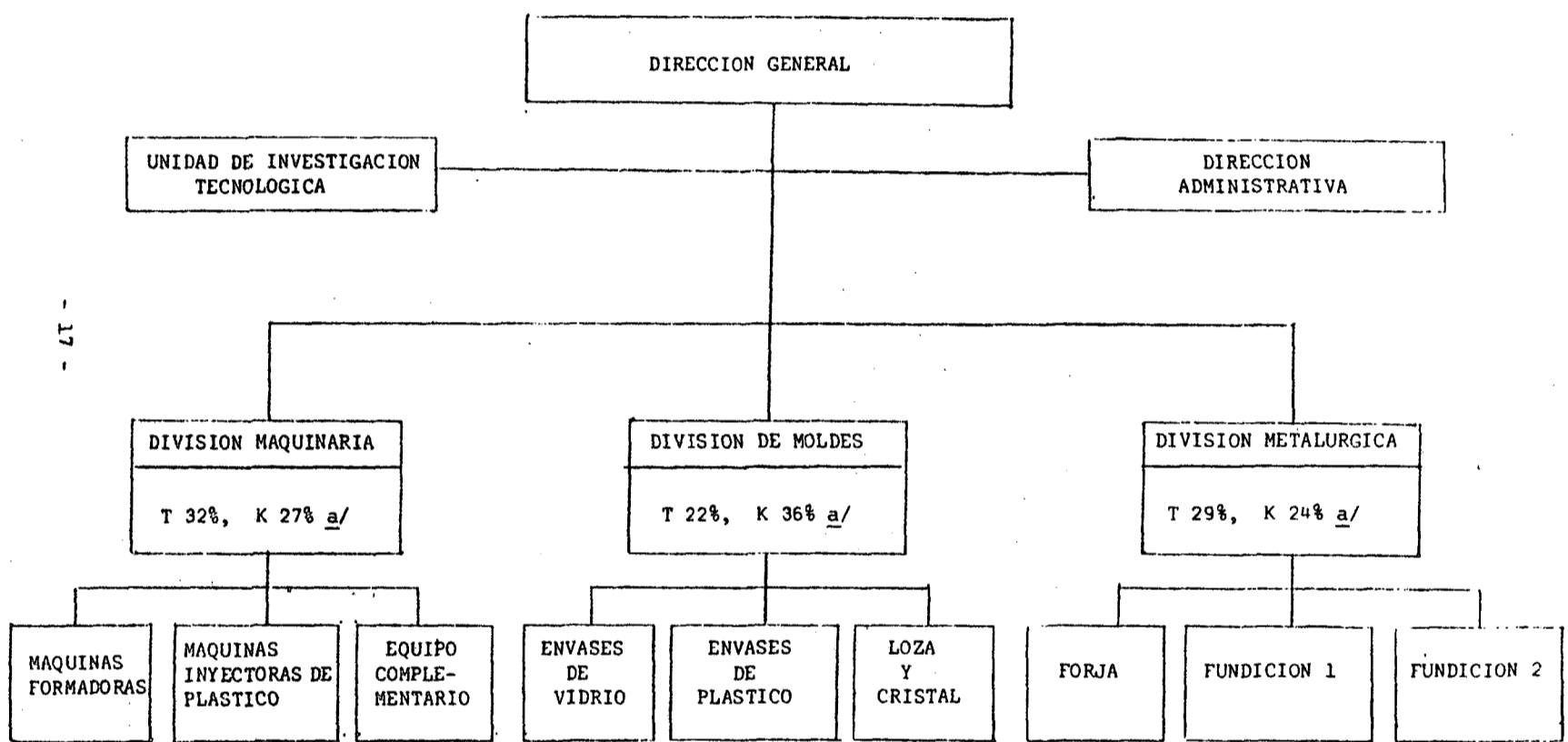
3. La organización de la empresa

En la medida en que la empresa fue creada al interior de un grupo corporativo de empresas, gran parte de sus tomas de decisión han dependido de los enfoques y perspectivas de desarrollo del grupo mismo como un todo. Además de las implicaciones que ello plantea para las políticas financieras, de inversión y de ingeniería de la firma estudiada, también da lugar a cambios en el personal directivo. La empresa originalmente fue dirigida por el actual presidente del Consejo Administrativo del grupo corporativo. Algunos directores de la firma han pasado a manejar otra empresa del grupo y viceversa, y ha habido otros que han ocupado cargos directivos a nivel del corporativo.

Es obvio que con las transformaciones que la firma ha tenido durante 40 años, su organización ha cambiado. En el período de 1950 a 1970, cuando la mezcla de productos era muy amplia, la empresa contaba con direcciones y departamentos generales, excepto el departamento de diseño, que estaba formado de personal contratado especialmente para el desarrollo de cada producto nuevo. Después de 1971, se fue conformando la organización que existe hoy en día. La gama de productos se redujo y quedó definida, como ya se explicó en la sección anterior. Además, el tamaño de la empresa había aumentado. Estas fueron las principales circunstancias que obligaron a efectuar una reorganización.

La organización de las ingenierías también ha cambiado. Por ejemplo, en los sesentas, la ingeniería de producto se concentraba en un centro de investigación y desarrollo que tenía una administración autónoma y su rol corporativo era perfeccionar el proceso productivo del vidrio y derivar diseños de máquinas. Dicho centro se vinculaba con las fábricas vidrieras del grupo, así como con la empresa estudiada. Cada empresa del corporativo aportaba una proporción de sus ventas al mantenimiento del centro IDE. La tecnología de proceso, en cambio, era controlada por la firma estudiada y evidentemente se vinculaba más a sus requerimientos ingenieriles específicos. Hoy, aún existe el centro de IDE referido, pero además la firma estudiada cuenta con una 'unidad de investigación tecnológica' que se ocupa de la ingeniería de producto (a nivel básico) y con estrecha relación con las ingenierías de productos de varias subdirecciones; también está a cargo a nivel 'staff' de la tecnología de proceso y de la organización industrial por grupos tecnológicos. Esta unidad ocupa como 50 personas calificadas (véase diagrama 1).

Diagrama 1. Organigrama global de la empresa estudiada, 1981



- 17 -

a/ T significa la proporción de trabajadores ocupados en cada división. K es la proporción del valor presente del stock de capital en 1981.

Fuente: Elaboración propia, con datos proporcionados por la empresa, incluyendo el valor presente de la maquinaria y equipo.

La empresa se compone de tres divisiones, además de la unidad tecnológica mencionada. Cada división se maneja independientemente, estando a cargo de sus propios productos. Las divisiones se refieren a los distintas clases de productos hechos por la empresa. Así, una es la división de metalurgia, que es responsable de la forja y la fundición. Otra es la de moldes y la tercera es la de maquinaria. La última se divide en tres subdivisiones (así como cada una de las dos divisiones restantes): una está a cargo de las máquinas formadoras de envases de vidrio, otra a cargo de las inyectoras de plástico y la última de equipo complementario en el proceso del vidrio. A cada una de las nueve subdivisiones de toda la empresa se le llama 'negocio', con la idea de que tiene la responsabilidad integral de la administración, ingeniería, manufactura, comercialización, etc., de su respectivo conjunto de productos (véase el diagrama 1). La organización está aún cambiando, con una tendencia al manejo integral de grupos de productos. Así, hasta 1982, el departamento de compras estaba manejándose a nivel de toda la empresa (nivel 'staff'). Pero ya se aprobaron planes para que este departamento global sea sustituido por una serie de departamentos a cargo de grupos de productos.

En términos de las ventas, la principal división es la de maquinaria, que en 1976 generó alrededor de 48% de las ventas totales. La división de moldes tiene una importancia relativamente secundaria, desde el punto de vista de sus ventas, habiendo participado con el 32% en el total. La división de moldes tuvo ventas por 20%. Los datos de personas ocupadas en 1981 confirman este orden jerárquico de importancia -aunque se efectuaron inversiones relativamente elevadas en la división de moldes (véase la distribución de la ocupación y las inversiones por división en el diagrama 1).

A nivel de 'negocio', ya mencionamos que cada uno tiende a adoptar una organización integral. Cada 'negocio' está dirigido por una gerencia. Por ejemplo, el de máquinas formadoras de envases de vidrio tiene una estructura organizativa completa, como se puede observar en el diagrama 2. Cuenta con departamentos de administración (incluyendo contabilidad), ventas, ingeniería de producto, fabricación, ensamble y aseguramiento de calidad. Puede verse como si fuera una empresa completa. Ocupa casi 400 personas y un stock de capital con un valor cercano a 150 millones de pesos en 1981 (6 millones de dólares). La ingeniería de producto se genera en el departamento con dicho nombre y tiene un vínculo estrecho con el de ventas para captar información de los requerimientos de los usuarios. Además, está vinculado con la Unidad de Investigación Tecnológica que opera a nivel de 'staff', de la cual ya hablamos anteriormente. También tiene nexos con el departamento de control de calidad, particularmente para modificar parámetros de análisis de calidad cuando hay cambios en los diseños. Finalmente, está relacionado con la manufactura a través del departamento de administración, el cual tiene un área de control de producción. Esta área se vincula con otros dos departamentos, el de fabricación y de ensamble. Este nexo existe con el fin de organizar las órdenes de producción concretas, aunque la mayor responsabilidad en la determinación de cargos de trabajo, diagramas de recorrido, standarización de tiempos, etc., recae en los dos departamentos de manufactura mencionados (véase el diagrama 3).

Diagrama 2. Organigrama del negocio de máquinas formadoras de vidrio, noviembre 1981

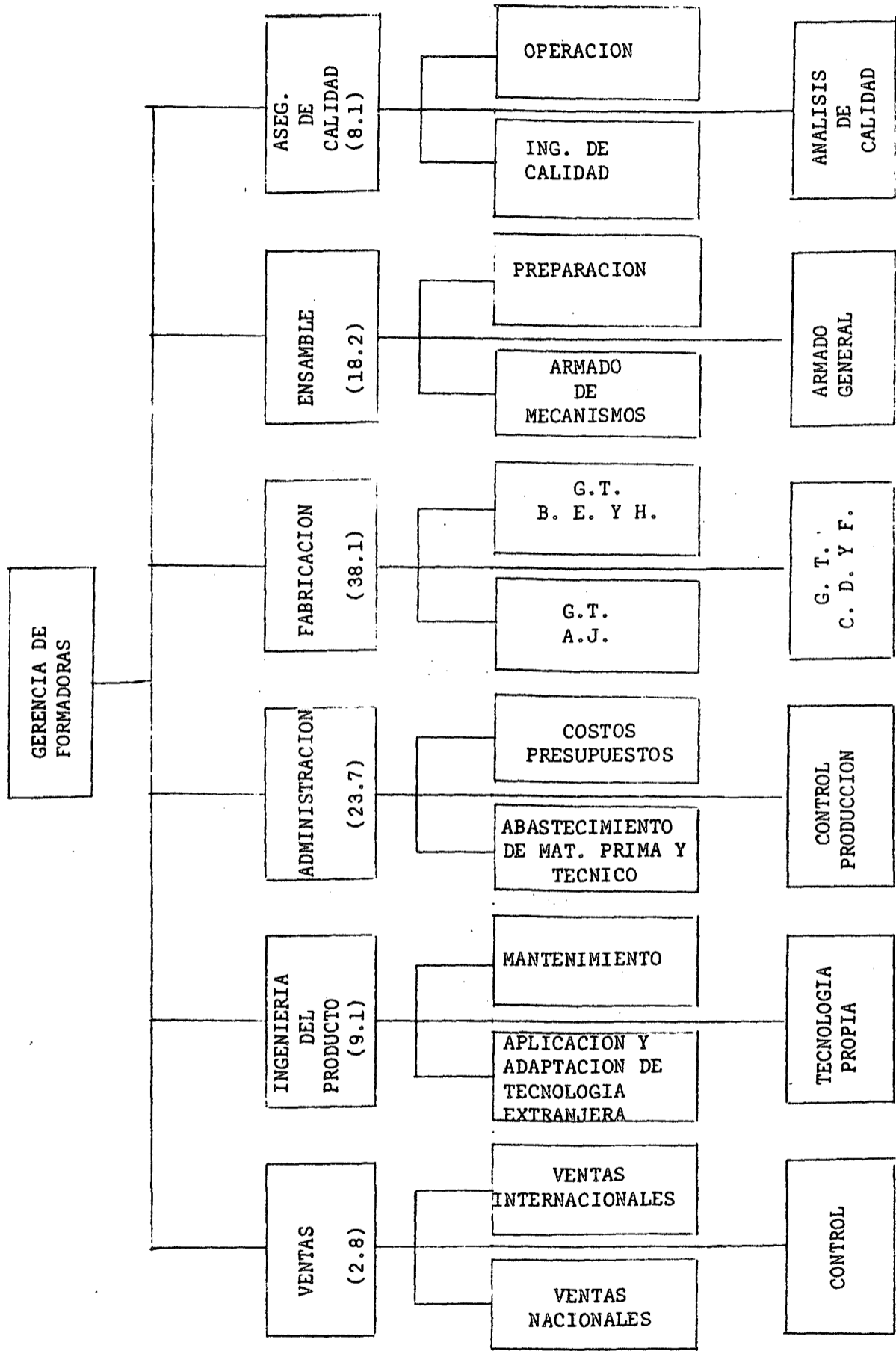
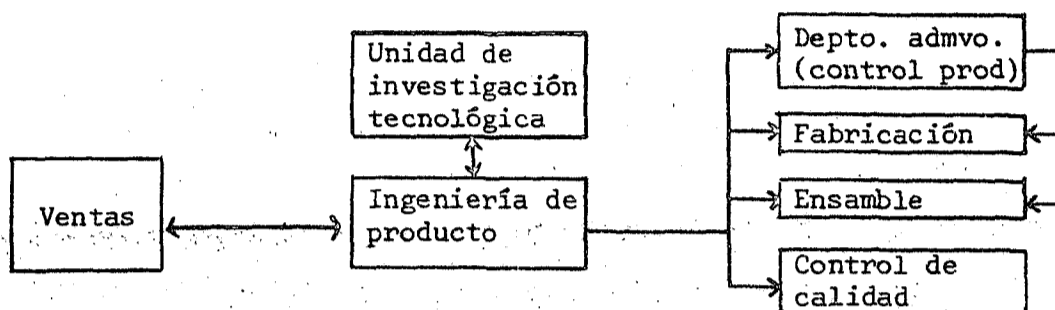


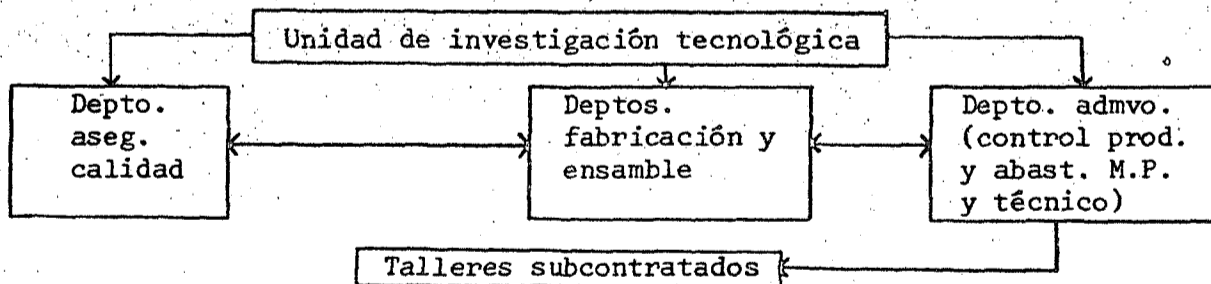
Diagrama 3. Flujo de información sobre tecnología de producto en el negocio de formadores, 1981



Fuente: Elaboración propia, a partir de información proporcionada por la empresa.

La tecnología de proceso es dictada en términos básicos por la unidad de investigación tecnológica de la empresa y es desarrollada en detalle y aplicada a nivel de 'negocio' por los departamentos de fabricación, ensamble, control de calidad y administrativo (área de control de producción) y área de abastecimiento de materias primas y técnico, tal como se ilustra en el diagrama 4. Estos dos últimos tienen mayores responsabilidades relativas en materia de organización industrial, en tanto que los dos primeros ponen un énfasis mayor en el proceso metalmeccánico propiamente dicho. En particular, el área de abastecimiento del departamento administrativo, además de obtener insumos básicos, se encarga de hacer las órdenes de subcontratación. Las piezas subcontratadas, una vez recibidas son inspeccionadas, luego se almacenan en bodega y finalmente las semiterminadas pasan al departamento de fabricación; y las terminadas al departamento de ensamble.

Diagrama 4. Flujo principal de información sobre tecnología de proceso en el negocio de formadoras, 1981.



Fuente: Elaboración propia, con base en información proporcionada por la empresa.

4. El proceso productivo

A continuación se describen las principales características de los diversos procesos que se utilizan actualmente en la firma, referidos a la fundición y forja de piezas, así como el maquinado, inspección y ensamble de máquinas y moldes. En la medida que la información recolectada lo permita, se determinarán niveles de automatización, tipo de organización manufacturera, clase de 'skills' y conocimientos metalmecánicos, y las relaciones insumo-producto existentes entre los diversos lugares de trabajo de cada proceso. Los procesos de fundición y forja se describirán brevemente, en tanto que los de fabricación de moldes y máquinas (particularmente las formadoras de vidrio) se explicarán con mayor detalle, ya que son los principales objetos de estudio (por ser los procesos de mayor antigüedad y de mayor importancia tecnológica relativa para la planta misma). El diagrama 5 presenta el proceso global de la planta.

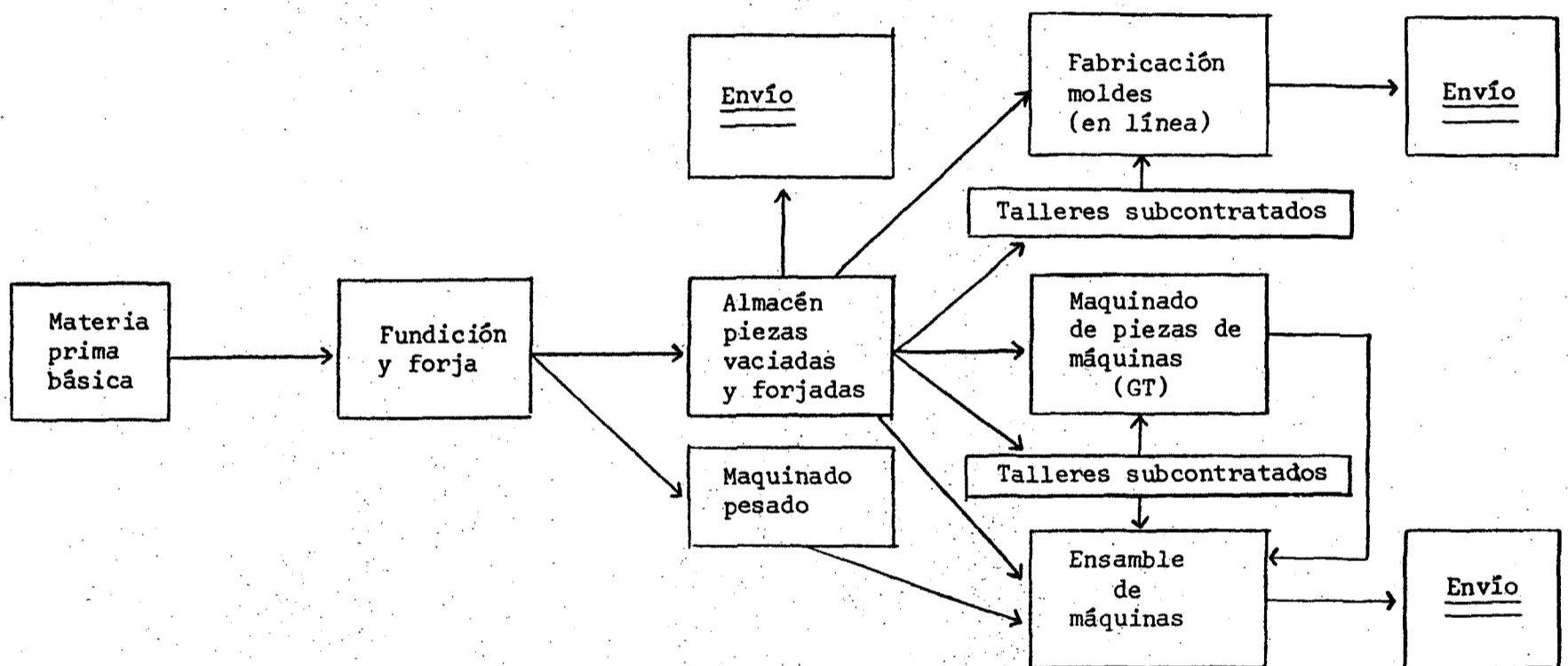
4.1. El proceso de fundición

A partir de lingotes de acero, aluminio, bronce, fierro gris y otros metales (comprados localmente e importados) se funde en hornos de inducción, se efectúa un vaciado continuo y se hacen moldes de tapa y de fondo. Se dispone de un taller de modelos y un laboratorio para asegurar la calidad de la fundición, el vaciado y los moldes. En el proceso intervienen los hornos de reducción mencionados, máquinas de moldeo para alta producción, otras para lotes chicos, máquinas para hacer corazones de cascarón y se aplican sistemas automáticos para el movimiento de arenas. Se producen piezas de diversa complejidad geométrica, cuyo peso fluctúa entre 0,5 kg. y 8.000 kg. Se inspecciona la composición química del metal con un espectómetro computarizado. De acuerdo a estos datos, el proceso es de diverso grado de continuidad y de automatización. Se puede hablar de un proceso continuo (vaciado continuo y moldeo de alta producción, por ejemplo) y de otro discontinuo (moldeo para lotes pequeños). La maquinaria en general es moderna, desde los hornos hasta la remoción de arenas e inspección. El producto se destina a la forja, al maquinado pesado y a un almacén de la empresa que a su vez las envía a clientes externos, a talleres subcontratados, a la fabricación de moldes y al maquinado de piezas livianas. El tipo de maquinaria que se aplica en este proceso es fundamentalmente metalúrgica.

4.2. El proceso de forja

La producción de forjas utiliza principalmente barras fundidas por la misma empresa. Tiene básicamente dos áreas de trabajo. Un taller de 'dados' (matricería) y otro de forja propiamente dicha. En el taller de dados se cuenta con equipo moderno, particularmente máquinas copiadoras automáticas y equipo electroerosionador. Los diseños de las matrices están definidos por la propia empresa y determinados con la ayuda de computadora. En el taller de forja se cuenta con martillos neumáticos y de vapor relativamente modernos. El nivel de mecanización del equipamiento, por lo tanto, es de los más elevados del país, superior al de otras plantas de forja que producen autopartes, por ejemplo. Los productos forjados tienen destinos similares a los de las piezas

Diagrama 5. Flujo del proceso manufacturero básico de la planta estudiada, 1981



Fuente: Elaboración propia, con base en información proporcionada por la empresa.

fundidas, excepto que no se envían a maquinado pesado. En el proceso se aplican conocimientos de diseño, maquinado, tratamiento de metales y manejo de algunas máquinas automáticas.

4.3. El proceso productivo de moldes

El proceso de moldes se presenta esquemáticamente en el diagrama 6. La producción de moldes comienza con tablas de diseño, ayudado por computadora, después de recibido el pedido con su dibujo correspondiente. En base a los resultados computados, se hace un patrón de plexiglass y después se construyen modelos de madera para fundir las piezas básicas de los moldes. Estos son vaciados en las máquinas del moldeo (en mesa giratoria) con arena y fierro vaciado. Al mismo tiempo se hacen pruebas metalográficas de composición química y de dureza, con un espectrómetro computarizado. Al recibir las piezas de fundición, éstas pasan por una inspección, para después recibir el primer maquinado, con máquinas-herramienta de CN (torneado exterior, rebanado, etc.). Después se realiza una inspección de calidad y luego se efectúa un segundo maquinado con máquinas-herramienta CN y CNC, con las cuales se les da forma a las piezas, particularmente sus interiores. El acabado y el pulido son manuales. Finalmente, los moldes son inspeccionados de nuevo y se empaquetan para el envío. En el segundo maquinado es en donde se ocupan talleres subcontratados, además de las instalaciones de la planta, porque involucra operaciones y tareas sencillas que se pueden subcontratar a menor costo.

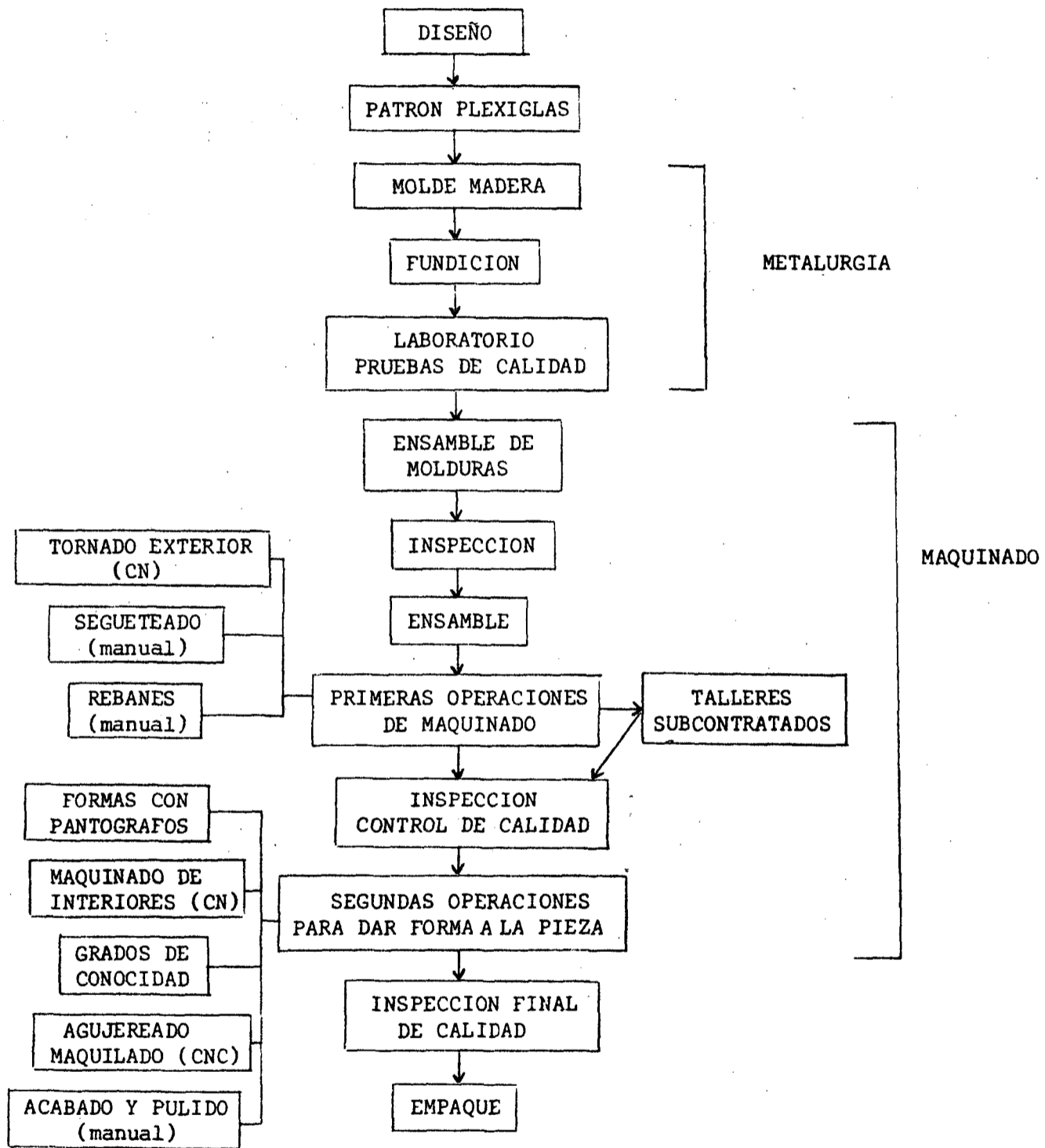
De acuerdo a lo anterior, se pueden distinguir tramos en el proceso productivo de moldes. Se refieren al diseño, la fundición de piezas, ensamble, tareas de maquinado, inspección y empaque. El diseño se efectúa en el área de ingeniería de producto. La fundición de piezas se lleva a cabo en la planta de fundición, cuyo proceso fue explicado en el inciso 4.1. Los otros tramos del proceso están localizados en instalaciones exclusivas de la manufactura propia de moldes. En particular, el ensamble y el maquinado están organizados en línea. Hay dos líneas de manufactura, una de moldes para envases de vidrio y otra para otros moldes (plásticos, loza y cristales).

En cada línea se ejecutan el ensamble, el primer maquinado y el segundo maquinado. El nivel de automatización del proceso es relativamente alto y se asocia a un coeficiente de inversión en maquinaria y equipo por trabajador elevado, el mayor de las tres divisiones de la planta (\$ 962.000 por persona ocupada, frente a \$ 473.000/trabajador en la división de maquinaria y \$ 454.000/trabajador en la división de metalurgia). Esta división tiene la mayor participación en las inversiones en maquinaria y equipo (36%). El proceso requiere de diversas ingenierías y 'skills'. En particular, utiliza conocimientos de diseño, ingeniería metalúrgica, ingeniería mecánica, control de calidad, ingeniería industrial y manejo de maquinarias de CN y CNC. Hay también tareas de pulido, acabado, rebanado, etc. que dependen principalmente de la habilidad manual del obrero.

4.4. El proceso de fabricación de maquinaria

El diagrama 5 nos indica que los insumos para la producción de máquinas van primero al maquinado de partes (también son maquinadas por talleres

Diagrama 6. Flujo del proceso productivo de moldes. 1981.



Fuente: elaboración propia, con datos proporcionados por la empresa.

subcontratados). Una vez maquinadas las partes, se envían al área de ensamble. Se estima que en promedio el 70% de las piezas utilizadas en el ensamble son maquinadas en la planta misma, el 25% son partes maquinadas por talleres subcontratados, el 3% se compra a proveedores nacionales y el 2% se importa. De manera similar al ensamble, el maquinado es abastecido en su mayoría por piezas vaciadas y forjadas en la propia planta. Esta situación se observó en 1981.

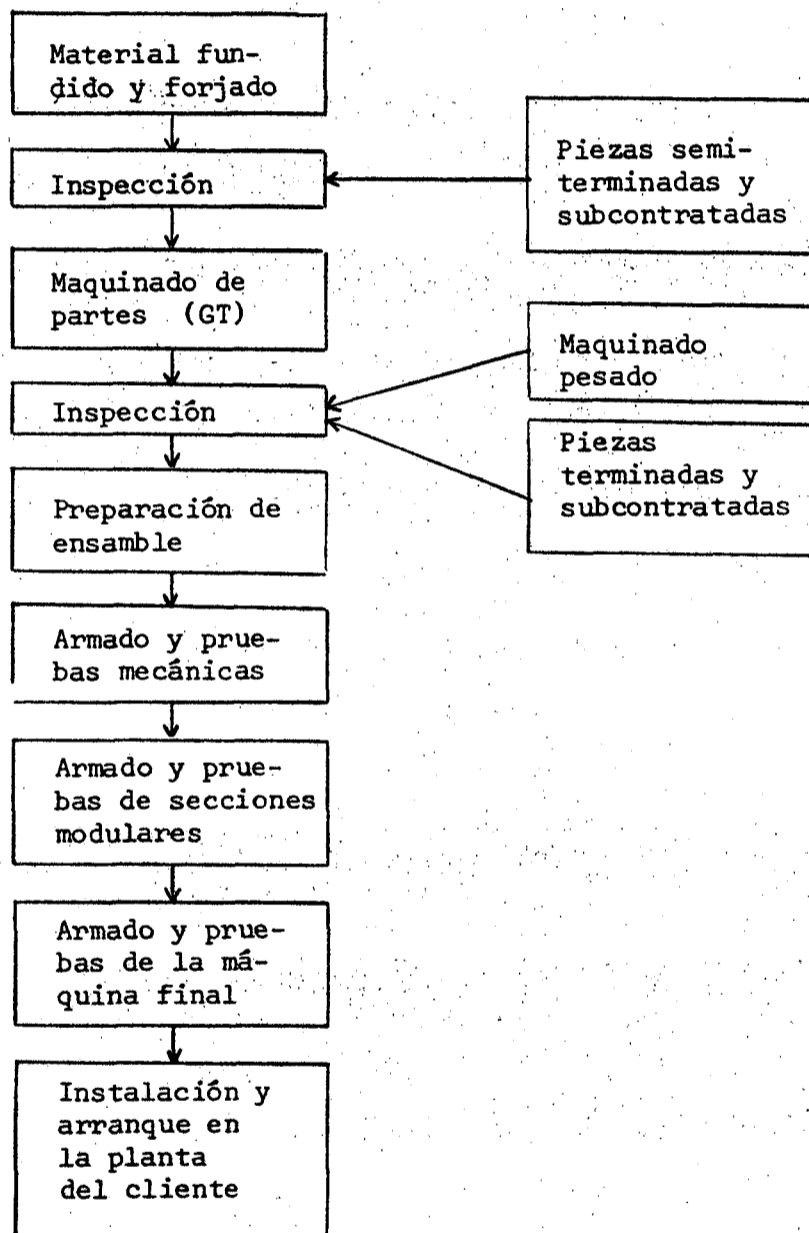
Hay un local destinado al maquinado y un conjunto de naves de ensamble. Dicho local y las naves están climatizados a 23°C. El maquinado de piezas está organizado por grupos tecnológicos (GT). En el ensamble hay líneas de máquinas (formadoras, inyectoras y periféricas). Los GT del maquinado de piezas, a su vez, están distribuidos en tres 'negocios', como ya se mencionó en la sección 3. Veamos a continuación las características del proceso productivo de máquinas formadoras que es el 'negocio' más importante de la división de maquinaria. El diagrama 7 lo ilustra.

En el maquinado de las formadoras se procesan 27.000 partes que componen una máquina de este tipo y de las cuales 2.700 son piezas muy diferentes. Después de recibir el material, se inspeccionan y se canalizan a cada uno de los tres responsables de GTs. En el 'negocio' de formadoras se ocupan siete GT y en estos trabaja el 37% del personal del 'negocio' referido. Los GT están agrupados por familia de piezas. Cada uno de estos tiene una organización muy cercana a la lineal. Cuentan con unas 100 máquinas-herramienta, entre las cuales hay siete centros de maquinado, un torno programable con cambio automático de herramientas y 17 máquinas de control numérico. Entre el resto de máquinas hay universales y semi-automáticas.

Una vez maquinadas las piezas, son inspeccionadas y se preparan para el ensamble. Hay una línea de ensamble de formadoras que comprende tres fases. La primera se refiere al armado de mecanismos mecánicos; el segundo, al armado de secciones modulares, y el tercero, al armado final de la máquina. En cada fase se hacen pruebas. Finalmente, las máquinas son instaladas y puestas en marcha en la planta del cliente.

De acuerdo a lo mencionado hasta aquí, se puede considerar que la fabricación de máquinas comprende, por un lado, un proceso de maquinado con niveles diversos de automatización (incluyendo CN y CNC) y que aplica un sistema manufacturero de GT y, por otro lado, un proceso de ensamble lineal. El tipo de conocimientos técnicos que se utilizan en estos procesos son de diseño, ingeniería mecánica, ingeniería industrial, ingeniería de proyectos (diseño e instalación de plantas vidrieras o secciones) y manejo de una diversidad de máquinas. Las inspecciones son hechas por un laboratorio de aseguramiento de calidad, el cual cuenta con equipo de análisis químico y metalográfico, comparador óptico, rugosímetro y equipo de medición en tres coordenadas.

Diagrama 7. Flujo del proceso productivo de máquinas formadoras de envases de vidrio. 1981.



Fuente: Elaboración propia, a partir de información proporcionada por la empresa

III. EL DESARROLLO DE LA FIRMA Y DE SU TECNOLOGIA POR ETAPAS

En el capítulo anterior presentamos los principales cambios de la empresa y su tecnología en el transcurso del tiempo y describimos las características de la tecnología de producto y proceso. A partir de esta base, pretendemos en el presente capítulo analizar con mayor abundancia la historia de la firma, de tal manera que se entiendan las particularidades de sus cambios tecnológicos, los escenarios diferentes en que ocurrieron y el papel que jugaron en la situación económica global de la empresa y otras actividades vinculadas al proceso de maduración industrial en torno a la firma. El capítulo se divide en dos partes. Una se refiere al desempeño económico de la firma, incluyendo al papel que ha jugado la tecnología. En la segunda sección se estudia el cambio tecnológico por etapas históricas.

1. Análisis del desempeño económico de la empresa

A continuación, daremos una visión global del desarrollo de la firma a largo plazo, revisando indicadores de tamaño y productividad. Asimismo, se presentan algunas hipótesis sobre el rol de la tecnología en la 'performance' de la empresa.

El progreso de la empresa durante 40 años ha sido evidente. Cuando inició sus operaciones, tenía activos por \$ 3,8 millones, ventas por \$ 1,4 millones, 40 máquinas-herramienta, 180 personas ocupadas y un terreno de 13.000 metros cuadrados. Empezó a producir únicamente para el mercado interno. A fines de los setentas, sus activos eran de \$ 500 millones, sus ventas fueron mayores a \$ 500 millones, tenía más de 300 máquinas-herramienta, cerca de 2.000 personas ocupadas, un terreno con 70.000 metros cuadrados y vendía a 20 países de los cinco continentes, exportando el 10% de sus ventas. Desde 1944 hasta 1975, la empresa obtuvo utilidades netas (después de impuestos) anualmente. Sólo en 1976 registró pérdidas. De nuevo, de 1977 a 1980 logró utilidades anuales.

De 1944 a 1961, las ventas de la empresa siguieron tendencias crecientes casi anuales, según se aprecia en el cuadro 5. En particular, los mayores niveles de ventas se alcanzaron hacia la segunda mitad de los cincuentas, cuando la empresa producía una gran diversidad de productos, como bombas y maquinaria grícola, además de sus productos tradicionales. Por lo tanto, el crecimiento de la firma en los cincuentas se atribuye a la incorporación de nuevos productos en su mezcla (lo cual a su vez de debió a un mercado interno dinámico, sujeto a medidas fiscales de estímulo a la creación de producción industrial 'nuevo y necesaria').

Después de 1960, la empresa pasó por dos períodos. Uno, caracterizado por aumentos suaves en ventas y productividad laboral (estimada por las ventas reales per cápita), de 1961 a 1972. En el segundo período, de 1973 a 1980, crecen espectacularmente las inversiones, la productividad laboral y las ventas reales y se mantienen en niveles altos (véanse los cuadros 6, 7 y 8 y el gráfico 1). Entre uno y otro período, difieren el 'mix' de productos, la automatización de las máquinas utilizadas, la continuidad del proceso, la

Cuadro 5. Índice de ventas de la empresa,
a precios corrientes, 1944-1961. ^{a/}

AÑO	INDICE DE VENTAS
1944	100
1945	167
1946	283
1947	250
1948	350
1949	433
1950	733
1951	900
1952	967
1953	1433
1954	1883
1955	2633
1956	3717
1957	2617
1958	2800
1959	3083
1960	3083
1961	4417

^{a/} No se hizo la conversión a precios constantes por dificultades para obtener un índice implícito de precios del PIB, PNB, etc. para los años 1944-1959. Sólo se obtuvo la serie para el período 1960-1975 del Banco de México (y 1970-1980 de la Dirección General de Estadística) y datos sobre acervos y formación de capital 1940-1975. La serie de ventas reales 1960-1980 se presenta en el cuadro 8.

Fuente: Elaboración propia, sobre la base de datos otorgados por la empresa.

Cuadro 6. Índice de ocupación en la empresa, 1961-1980

AÑO	Índice de ocupación	Participación de directivos, ingenieros y técnicos (%)	Participación de la mano de obra directa. (%)
1961	100		
1962	113		
1963	122		
1964	141		
1965	156		
1966	132		
1967	122		
1968	123		
1969	144		
1970	134		
1971	129		
1972	121		
1973	126		
1974	114		
1975	107		
1976	101	13.6	69
1977	105	15.6	70
1978	118	14.9	73
1979	153	14.7	67
1980	184	12.6	68

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos proporcionados por la empresa.

Cuadro 7. Índice de inversión anual en maquinaria y equipo a precios
 constantes ^{a/}, 1943-1980
 (1960 = 100)

AÑO	INDICE	AÑO	INDICE
1943	14	1962	33
1944	17	1963	67
1945	7	1964	48
1946	30	1965	51
1947	0	1966	82
1948	5	1967	236
1949	0	1968	69
1950	0	1969	69
1951	14	1970	50
1952	6	1971	44
1953	15	1972	232
1954	15	1973	134
1955	2	1974	201
1956	61	1975	136
1957	3	1976	163
1958	9	1977	59
1959	15	1978	250
1960	100	1979	448
1961	52	1980	527

a/ Es el índice de la compra anual de maquinaria y equipo (valor de adquisición), deflactada de 1943 a 1975 por el índice implícito de precios de activos y formación de capital fijo (el rubro referido a maquinaria y equipo de operación) de la rama 37, correspondiente a la fabricación y ensamble de maquinaria y equipo no eléctrico. Oficina de Precios del Banco de México. De 1976 a 1980, se deflactó con el índice de precios implícitos del consumo intermedio del subgrupo 5182, referido a otra maquinaria y equipo no eléctrico. Dirección General de Estadística.

Fuente: Elaboración propia, con datos proporcionados por la empresa y deflactados con índices de precios del Banco de México y de la Dirección General de Estadística.

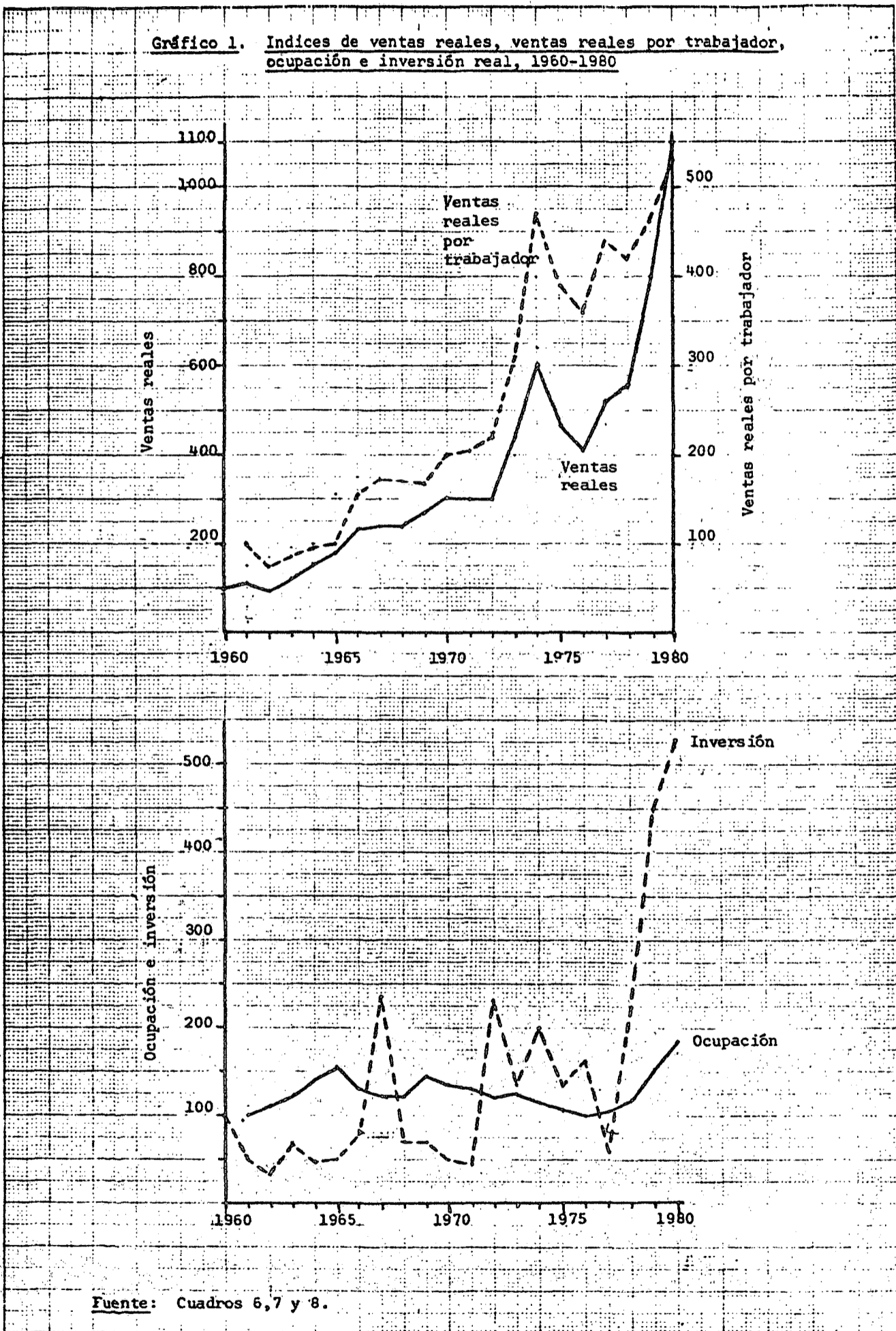
Cuadro 8. Índices de ventas a precios constantes y de ventas reales por trabajador, 1960-1980

AÑO	Índice de ventas reales a/	Índice de ventas reales por trabajador.
1960	100	
1961	113	100
1962	96	75
1963	119	86
1964	153	96
1965	177	100
1966	233	156
1967	238	172
1968	237	170
1969	272	167
1970	305	201
1971	299	205
1972	302	219
1973	443	311
1974	604	470
1975	466	387
1976	411	359
1977	522	439
1978	560	420
1979	798	463
1980	1 102	530

a/ El valor de las ventas se deflactó de 1960 a 1975 con el índice implícito de precios del producto interno bruto de la rama 37, referida a la fabricación y ensamble de maquinaria y equipo no eléctrico. Oficina de Precios. Banco de México. De 1976 a 1980 se utilizó el índice implícito de precios del producto interno bruto del subgrupo 5182, referido a otra maquinaria y equipo no eléctrico. Dirección General de Estadística

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos proporcionados por la empresa y de índices de precios del Banco de México y la Dirección General de Estadística.

Gráfico 1. Índices de ventas reales, ventas reales por trabajador, ocupación e inversión real, 1960-1980



Fuente: Cuadros 6, 7 y 8.

composición de la fuerza de trabajo y, fundamentalmente, la magnitud de los volúmenes de producción. En 1971 se redujo la gama de productos, especializándose en maquinaria e implementos para los procesos del vidrio y del plástico. En 1969 se empezaron a incorporar máquinas-herramienta de control numérico. La subcontratación de talleres se incrementó después de 1970. En los setentas se aplicaron sistemas manufactureros GT cada vez más cercanos a la línea. La adquisición de máquinas automáticas (incluyendo varias programables) y la organización del proceso en GT generó la incorporación de más ingenieros industriales, ingenieros en electrónica, programadores, etc. Los lotes de producción se incrementaron cada vez más. De tal manera que estos cambios parecieron haber sido determinantes en los aumentos en la productividad laboral observados después de 1972.

Lo que hemos dicho hasta aquí plantea que el rol del cambio tecnológico en el desempeño económico de la firma ha sido sin duda importante, particularmente en los últimos 10 años, y que el estudio de la historia de la firma debe distinguir etapas, básicamente la fase inicial, de taller reconstructor de máquinas y productor de piezas, de 1943 a 1949; una etapa intermedia, cuando se fabrican máquinas y una mezcla de productos amplia, de 1950 a 1970; y un período reciente, caracterizado por una gama particular de bienes y la incorporación de mayores niveles de automatización, así como de GT. En la siguiente sección trataremos estos temas.

2. El cambio tecnológico por etapas

El análisis de los cambios particulares en la tecnología de producto y en la de proceso que han ocurrido en las diversas etapas del desarrollo de la firma es el objetivo central de esta sección, tomando en cuenta los diferentes escenarios en que se realizaron.

2.1. Etapa de taller reparador de máquinas y productor de partes, 1943-1949

En el capítulo II se estableció que la creación de la firma estudiada fue una decisión de un grupo industrial, compuesto de empresas productoras de envases de vidrio, las cuales en su conjunto fabricaban casi la totalidad de envases en el país. También se dijo que la empresa comenzó siendo un taller relativamente grande, con máquinas universales de segunda mano, dedicado a reparar y reconstruir máquinas procesadoras de vidrio y maquinarias partes y moldes, según lo requerían principalmente las empresas vidrieras del grupo corporativo. En estas circunstancias, las decisiones fundamentales y la evolución de la nueva empresa estaban subordinadas al desarrollo del grupo referido. El tipo de trabajo que se estuvo haciendo en el taller permitió, no obstante, cierto aprendizaje. En efecto, puesto que reconstruía máquinas y maquinaba partes para repuesto, el personal técnico pudo conocer la composición de diversos modelos de máquinas, entender la lógica de sus mecanismos y saber, por lo menos intuitivamente las razones de las formas, dimensiones y materiales de las distintas partes. Esta experiencia fue siendo básica para una ulterior fabricación de máquinas. Pero en aquella época esto no era tan fácil como se puede pensar hoy. No había infraestructura industrial

en materia de obreros y metales de ciertos tipos de aleación, etc. De manera que la empresa se vio obligada, por necesidad, a crear unos cursos de capacitación de obreros mecánicos en 1944 y a instalar una planta de fundición para obtener casi todos los insumos requeridos, en 1945.

Puesto que la demanda de reconstrucciones había aumentado (véanse las ventas de la empresa en 1944-1949 en el cuadro 5) y las necesidades de máquinas nuevas eran cada vez mayores, el grupo corporativo decidió iniciar su fabricación en el taller estudiado y tramitó para ello la compra de tecnología de EUA a fines de los cuarentas.

2.2. Etapa inicial de fabricación de máquinas, 1950-1970

La empresa fabricó la primera máquina formadora de envases de vidrio en 1950. Pero la demanda interna fue relativamente escasa en los cincuentas, contrario a lo que habían esperado la empresa y el corporativo. La producción de envases tuvo tasas bajas de crecimiento. Sus ventas de 1947 a 1950 se habían triplicado y de 1950 a 1953 apenas se habían duplicado, cuando se esperaban incrementos mayores a los anteriores. Además la empresa contrajo un préstamo hipotecario en 1950. Por lo tanto, tuvo que buscar el máximo uso de la capacidad instalada y aumentar sus ingresos. Ello lo intentó involucrándose a principios de los cincuentas en la producción de bombas, maquinaria agrícola, máquinas-herramienta para hacer focos y otros bienes metalmeccánicos. También, y como otra reacción de la empresa de las dificultades que fue afrontando en los nuevos mercados, buscó exportar. Su primera exportación la logró hacer en 1956 a Estados Unidos. Posiblemente, el prestigio del oferente de tecnología (recuérdese que la empresa estaba utilizando tecnología de EUA), su recomendación y el precio ofrecido hicieron posible esta transacción. Cabe mencionar que el clima de la política pública hacia la industrialización era favorable en esta época, concediendo reducciones en pagos de impuestos, reservas de agua, electricidad, etc. a las industrias nuevas y necesarias y comenzando medidas de protección, hacia fines de los años cincuenta. Este clima pudo haber reforzado la decisión de la empresa sobre ampliar la gama de productos. En los sesentas, el mercado de maquinaria para envases tuvo un repunte; la producción de botellas y frascos crecía a tasas que casi duplicaban las de 1950-1958 ^{19/}. Las exportaciones prosiguieron en los sesentas, con destino a países latinoamericanos. Esta era brevemente el escenario en el que operó la firma en los cincuentas y los sesentas.

a) Cambios en la tecnología de producto

La fabricación de máquinas formadoras de envases y otros equipos complementarios arrancan con base en una tecnología de producto proporcionada por una empresa norteamericana. Aunque en la empresa estudiada ya se tenían ciertos conocimientos de las máquinas, la adquisición de diseños, instructivos

^{19/} De 1951 a 1958 la producción referida aumentó a tasas anuales de 7%, en tanto que de 1958 a 1965 creció a 12% anual, y de 1965 a 1969, 11% anual, según datos de la Dirección General de Estadística.

y asistencia técnica extranjeros que se inició en 1948 constituyó el origen medular de la tecnología de producto que comenzó a usar la firma.

Con el lanzamiento de otros bienes metalmecánicos, se creó un departamento de investigación y desarrollo dedicado al desarrollo de diseños referidos a tales productos nuevos. Se contrató para ello personal altamente calificado principalmente de origen extranjero, aunque también se incorporaron nacionales.

Un tercer tipo de actividad tecnológica que se inició en el área de los productos fue la investigación y desarrollo, en materia de los procesos del vidrio (envases, cristalería, vidrio plano, etc.), cuya doble función fue la de apoyar técnicamente los requerimientos de las vidrieras del corporativo y alimentar con ideas concretas de diseños a la empresa estudiada.

En esta época, la empresa logró integrar líneas o secciones de máquinas y a mediados de los sesentas era capaz de instalar una planta completa productora de envases de vidrio.

Pronto se empezaron a modificar diseños y a lanzar versiones propias debido al dominio que tenía la empresa en el proceso del vidrio y a la calidad del personal ingenieril contratado.

En 1951 la firma realizó una innovación en el diseño de las bombas. El cambio se refiere al modelo y diseño del cabezal de los barrenos, cucharas y otras herramientas utilizadas en la perforación de pozos profundos y con máquinas que trabajan a base de percusión. Este nuevo diseño facilitó el enganche o amarre de esas piezas con el cable de la máquina perforadora que la sujeta.

En 1952 la firma hizo una innovación en la máquina formadora de vidrio, en el molde y mecanismo para fabricar artículos de vidrio sin costura lateral y con alta calidad óptica 20/. Antes de este nuevo diseño, la máquina formadora era para fabricar artículos con costura lateral, ya sea prensados o prensasoplados. Con el diseño, el molde de soplo que da el acabado y la forma final al artículo sería de una sola pieza, a excepción del fondo, que a su vez sirve como rebotador.

En 1951, la firma patenta una nueva máquina para fabricar artículos de vidrio. Se diferencia de las demás en cuanto a que su construcción es seccional y estática, con punto común de carga para múltiples secciones, o independiente para cada una de ellas, con diferentes alimentadores de vidrio.

En 1952 la firma lanza al mercado una máquina cortadora de artículos de vidrio, cuya combinación de partes que la conforman permite una mayor precisión y rapidez en el cortado, que otro tipo de máquinas de este género.

20/ Los desarrollos hechos en esta máquina, que elimina la costura lateral de los vasos (denominada máquina de empastado), sirvieron al corporativo para hacer un intercambio tecnológico con una firma en Alemania.

Para 1966 la firma realizó una innovación en la máquina de estiramiento vertical, consistente en la introducción de una estructura inferior en la máquina de características tales que pueda soportar el golpe de las partículas de vidrio que se desprenden; libre de curvatura por lo cual presenta un cuerpo que absorbe calor uniformemente, a través de todo lo ancho de la hoja de vidrio.

También a finales de los sesenta la firma hace una mejora al distribuidor de gota en la máquina formadora.

b) Cambios en la tecnología del proceso.

El proceso de fabricación de máquinas arranca con bajos niveles de mecanización, dependiendo de las habilidades de los operarios y con una organización discontinua, funcional. Las máquinas-herramienta estaban agrupadas por tipo de operación y eran usadas. El área de ensamble tenía equipos rudimentarios y mal organizada. Con el tiempo, en los sesentas, fue un cuello de botella importante en el proceso porque era incapaz de armar las máquinas al ritmo que trabajaba la sección de maquinado. También se contaba con un taller de pailería.

Con la incorporación de nuevos productos, las áreas de trabajo se aumentaron. En 1954 se adquirió otro terreno anexo a la fábrica y se compraron máquinas nuevas.

Puesto que los niveles de producción dependían de la destreza de los obreros, y dada la escasez de este tipo de personal requerido, la empresa creó una escuela técnica formal en 1956.

En los sesentas, la empresa mejoró en sus pedidos y las instalaciones fueron ampliadas, primero de 1960 a 1963 y luego a fines de la década. En estas expansiones se adquirieron máquinas más modernas. Por ejemplo, se instalaron dos máquinas con sistema de control hidroneumático en la sección de producción de moldes. En 1966 se empezó a adquirir equipo de electrosesión para instalar en la fábrica una planta de forja. La empresa había tenido dificultades para abastecerse de forjas y como sus requerimientos eran grandes, decidió forjar a fines de los sesentas. En 1969 se empezaron a comprar máquinas-herramienta de control numérico. Por lo menos se adquirieron cinco, cuyo valor era el 30% del de la maquinaria en uso ese año.

Las expansiones y la automatización en el área de maquinado eran mayores que en la de ensamble. Además, en el maquinado se les ofrecían pagos a los operarios que produjeron más por tiempos determinados. Esta política generó mayores volúmenes de producción que sobrepasaban la capacidad de ensamble, de tal manera que se fueron creando 'stocks' de inventarios cada vez mayores.

Estos desbalances entre secciones y la falta de organización al interior de las mismas reclamaban un cambio importante que se daría en la etapa siguiente.

2.3. Etapa industrial madura, 1971-1982

En 1970 se presentaron dos tipos de circunstancias que ameritaron decisiones importantes en la vida de la empresa, las cuales fueron tomadas de común acuerdo entre los directivos de la firma y los del grupo corporativo en varias reuniones y en asambleas de accionistas. Las dos circunstancias mencionadas se refieren a la situación económica de la empresa y al mercado y ambiente macroeconómico en torno a la firma.

Con respecto a la economía de la empresa, en los años 1967-1969, su productividad laboral global se había estancado, se habían efectuado las inversiones más cuantiosas hasta estas fechas -sobre todo en 1967- (véase el diagrama 1) y se estaban pagando intereses de varios créditos que se habían adquirido en el curso de la década; de tal manera que el margen de utilidades parecía venir declinando (posiblemente tenía niveles bajos) y la situación financiera de la empresa parecía estar gravemente amenazada. Esta crisis se debió al fracaso de varios productos nuevos que había lanzado eventualmente la empresa en los últimos 15 años (que se debieron a su vez a falta de mercado) y por las expansiones desordenadas de la planta en los sesentas, principalmente. El fracaso de varios productos nuevos (como la maquinaria agrícola, máquinas para producir focos, incluso un automóvil) significó evidentemente pérdidas para la empresa. Con las expansiones que tuvo la planta, además de una política de incentivos a la productividad laboral en la sección de maquinaria, provocaron altos inventarios de partes, problemas de control de producción, exceso de áreas y de capacidad instalada y, en suma, altos costos de producción. Los ingresos derivados de las ventas de productos 'tradicionales' habían permitido reducir el impacto de estas adversidades.

El ambiente económico en 1970 era el siguiente: se habían instalado algunas empresas metalmeccánicas en el país produciendo maquinaria agrícola, bombas, etc. Es decir, los segmentos del mercado interno que la empresa pudiera cubrir no eran suficientes para la obtención de utilidades ni para la recuperación de inversiones. Además, no eran las áreas de especialización de la firma. Por otro lado, el mercado interno de máquinas para la producción de envases de vidrio había crecido notablemente. En 1970 existían ya más de 300 fabricantes de envases, usuarios de las formadoras. La empresa tenía protección arancelaria de 50% ad valorem y el monopolio local en esta área.

La conjunción de estos factores determinó que el corporativo y la firma decidieran cambiar paulatinamente el 'mix' de productos, el cual finalmente se restringió a la maquinaria, equipo e implementos usados en los procesos del vidrio y también en los del plástico, ya que sólo existía un productor local de máquinas inyectoras de plástico. La empresa tenía relaciones importantes con clientes potenciales, por ejemplo los que producían envases de vidrio para medicinas, jugos, etc. y que posteriormente los sustituyeron por envases de plástico.

También se decidió conservar el grado de integración vertical que había en la firma, pero se trataría de comercializar más la fundición y la forja, ofreciéndola en el mercado, con el fin de lograr mayores volúmenes de producción que redujeran la proporción de capacidad ociosa.

Se decidió racionalizar la organización fabril global y a nivel de

áreas de trabajo, para reducir inventarios, costos unitarios y tiempos de trabajo y elevar la productividad. También se acordó apoyar las inversiones requeridas para la elevación de la productividad de la planta.

Se acordó una política de exportaciones más activa y destinada a cubrir países industrializados.

Finalmente, se aprobó una nueva política de investigación y desarrollo, en el ámbito de un centro de IDE del corporativo. Esta política se encaminaba al dominio y perfeccionamiento del diseño y del proceso productivo de los bienes metalmeccánicos en los que la empresa estaba por especializarse. Después, en 1977 se determinó crear una unidad de IDE en el interior de la empresa estudiada que orientara su esfuerzo a los fines particulares de la misma y, por otro lado, seguirían funcionando el centro de IDE del grupo pero orientado a los requerimientos de las vidrieras.

Varios cambios se hicieron en la empresa en los setentas. Asociados a tales cambios, la planta tuvo grandes incrementos en la productividad laboral, sus ventas reales crecieron cada vez más, exportó a 20 países, incluyendo los de mayor desarrollo industrial y, si antes exportaba unos años y otros no, en la segunda mitad de los setentas exportó anualmente entre el 5 y el 15% de sus ventas. Su participación en el mercado interno aumentó. En 1980, cubría el 95% de la demanda de máquinas para procesar envases de vidrio, cristalería y loza; el 90% de la demanda de moldes y el 25% de su nuevo mercado de máquinas inyectoras de plástico. Su importancia relativa en la industria mexicana de bienes de capital (excluyendo equipo eléctrico) aumentó de 1970 a 1978. Las ventas reales de la firma aumentaron en 183% en ese lapso, en tanto que el producto interno bruto real de la industria referida creció en 104% en dicho período 21/. Su situación financiera mejoró, reinvertiendo sus utilidades y teniendo una razón de activos/pasivos superior a 1:5. Su principal mercado, el de envases de vidrio siguió creciendo anualmente con tasas promedio de 7% entre 1970 y 1979. Sólo hubo una reducción de la demanda local, en 1974, la cual la cubrió la empresa con exportaciones.

a) Cambios en la tecnología de producto

El paulatino abandono de varios productos redujo el personal de diseño, aproximadamente en 20%, de 1970 a 1976. Ello significó evidentemente la anulación de IDE en materia de los productos referidos.

Al iniciarse la producción de máquinas inyectoras de plástico en 1970, se recibieron diseños y especificaciones de una empresa japonesa. La empresa estudiada aún no ha modificado los diseños originales. En los setentas únicamente ha adquirido tecnología externa en este campo.

La principal actividad tecnológica de la empresa en el área del producto se dedicó a las máquinas que intervienen en el proceso del vidrio y a los moldes.

21/ Dirección General de Estadística, Cuentas Nacionales de Producción, SPP, México, D. F., 1981.

Por un lado se hicieron adaptaciones de diseños extranjeros tendientes a elevar el grado de automatización de máquinas formadoras con la incorporación de aditamentos electrónicos (lo cual exigía ajustar los diseños originales, pensados para otros mecanismos de mando). Esto fue hecho con personal de la empresa norteamericana. Por otro lado, se emprendieron trabajos destinados a generar diseños propios, algunos de los cuales fueron patentados. Estas actividades fueron una continuación de las que se habían iniciado en la época anterior (1950-1970), aunque luego estuvieron más especializados y con la novedad de haber iniciado tareas de asistencia en el diseño de moldes en 1973, con ayuda de la computadora y con la colaboración de los usuarios de moldes. Ellos acuden a la empresa para solicitarle asistencia técnica en pruebas, dibujos, determinación de parámetros para diseño de moldes específicos.

Hasta hoy, la empresa ha registrado 100 patentes aproximadamente, referidas a mejoras en sistemas de máquinas diversas (alimentadoras de vidrio, selectoras de masa fundida de vidrio, clasificadoras y transportadoras de vidrio laminado, etc.).

En 1979, la empresa estandarizó sus modelos de máquinas formadoras en cuatro versiones básicas: dos corresponden a diseños del oferente tecnológico estadounidense y los otros dos a la propia empresa. Aunque estén estandarizados (en relación a sus piezas componentes), pueden tener diversas modalidades en cuanto a capacidad o tamaño (número de 'secciones'), el tipo de transmisión y el tipo de control de operación. Esta estandarización respondió a los requerimientos derivados de la reorganización del proceso de fabricación tendiente a linearizarse, como se explicará en el punto siguiente.

En 1981, personal nacional de la firma empezó a mejorar un diseño estadounidense referido a un tambor electrónico (parte del sistema de control computarizado de máquinas formadoras automáticas). En el curso de 1982 se efectuó la prueba de un prototipo con resultados positivos y se estaba estudiando si su lanzamiento comercial debía ser como un aditamento opcional para los clientes o como parte integral de las máquinas formadoras correspondientes.

b) Cambios en la tecnología de proceso

La serie de medidas que fue tomando la empresa desde 1970 incluyeron modificaciones importantes en el proceso productivo y en la organización. En materia del proceso productivo, se efectuaron tres tipos de cambios: aumentó su nivel de automatización, su 'lay-out' tuvo por lo menos dos ajustes y se crearon relaciones de subcontratación con un número elevado de talleres pequeños.

En 1972 la empresa empezó a modernizar su proceso de fundición, con la asistencia técnica de un consultor local primero, y después con la incorporación paulatina de maquinaria y equipos modernos (por ejemplo, equipo de vaciado continuo, máquinas moldeadoras, máquina inyectora para arenas, etc.).

En 1975 la empresa inició la compra de máquinas-herramienta de control numérico, incluyendo centros de maquinado, para la fabricación de inyectoras de plástico y de máquinas procesadoras de vidrio, cristal y loza. Posteriormente, en 1978 y 1979 inició la construcción de nuevos edificios y la incorporación de máquinas automáticas en tres áreas: una de moldes, otra de maquinado de máquinas (para vidrio y para plástico) y otra de ensamble de dichas máquinas. Se

volvieron a adquirir entonces más máquinas de control numérico, centros de maquinado y ahora tornos con cambio automático de herramientas. Asimismo, se compraron equipos de análisis químicos y metalográfico, comparadores ópticos y equipo de medición sofisticado ('de tres coordenadas') para el laboratorio de control de calidad. También se instalaron extractores de polvos y se reguló la temperatura ambiente a 23°C. De acuerdo a los directivos de la empresa, sus equipos e instalaciones son comparables a las plantas estadounidenses y suizas del mismo ramo.

El proceso de automatización, por lo tanto, fue general en la empresa y respondió a una política destinada a mejorar la economía de la firma, elevando su productividad y poniéndola en condiciones de competir en el mercado mundial. Esta conducta fue alentada por el grupo corporativo al que pertenece la firma.

Los reajustes en el 'lay-out' también generaron requerimientos de mayor automatización. Al tornarse su proceso productivo cada vez menos funcional (o más lineal), aumentaron los tamaños de lote y los programas de carga de trabajo y se hizo factible económicamente la incorporación de una mayor automatización. Asimismo, al aumentar la estandarización de modelos de máquinas, se produjeron oportunidades de mayores cargas de trabajo y de un mayor uso de máquinas automáticas.

Con respecto a tales cambios en el 'lay-out', destaca el que ocurrió en el maquinado de las formadoras de envases. En 1970 se decidió racionalizar su sistema de manufactura y, en consecuencia, se determinó experimentar la aplicación de grupos tecnológicos (GT). Aunque dedicaremos el siguiente capítulo al análisis del uso de GT en esta sección manufacturera, aquí sólo diremos que su adopción requirió de estudios hechos por un grupo de ingenieros y una asesoría externa. Requirió de ajustes en el diseño del producto y en la estructura organizativa de la división correspondiente, y demandó inversiones en maquinaria, de control numérico.

La racionalización del 'lay-out' no sólo comprendió al maquinado de formadoras, sino que fue general en toda la planta. Fundición y forja se hicieron más continuas. Se reorganizaron las áreas de moldes y de ensamble de maquinaria por lo menos dos veces (una en la primera mitad de los setentas y la otra hacia fines de la década), tendiendo a ser en línea. Además, también en esta organización más racional se consideró la subcontratación de talleres metalmecánicos.

Para investigar y controlar a las maquiladoras con un grupo de personas especializadas, se formó en 1970 un departamento de abastecimiento técnico, el cual opera para las tres divisiones productivas. Dicho departamento se encargó de localizar y contratar a los talleres que pudiesen trabajar para la empresa. En un principio el conjunto de piezas obtenidas de la maquila estuvo configurado por piezas pequeñas. Más adelante se contactó con talleres más grandes que elaboraran piezas más grandes y de maquinados más elaborados. De esta manera las piezas maquiladas fueron aumentando, así como el número de subcontratistas hasta llegar a unos 200 aproximadamente (para toda la empresa). Por otra parte, la empresa dejó para producción interna las partes que por sus características físicas formasen parte de alguna familia de piezas y se fabricasen en algún GT o por su complejidad técnica se decidiera mantener su

producción dentro de la planta.

Algunos talleres surgieron de los mismos trabajadores de la empresa, que durante los años de reajuste de personal (1970-1976) fueron quedando sin ocupación. Ellos aceptaron la proposición de la empresa de hacer trabajos de subcontratación y comprar las máquinas que antes usaban. Estas las sustituyó la firma por otras de control numérico. Así, por ejemplo, el departamento de pailería dejó de funcionar en 1971 y pasó a ser subcontratado. La persona que antes manejaba dicho departamento en la empresa quedó como jefe del taller, compró gran parte de las máquinas existentes y se encargó de negociar el pago de los trabajos subcontratados. En la actualidad este taller es el principal proveedor de pailería.

Los demás maquiladores fueron talleres ya establecidos, a los cuales los técnicos de la empresa les impartieron entrenamiento especial para que pudieran trabajar las piezas según los requerimientos de fabricación de la empresa.

En ninguno de los talleres de subcontratación la empresa invirtió capital. Sólo le ha interesado mantener relaciones comerciales con ellos. Muchos trabajan casi exclusivamente para la empresa. Por otro lado, el departamento de abastecimiento técnico tiene la función de darle seguimiento adecuado a la fabricación de las máquinas, de tal manera que si algún GT se atrasa en la producción de las piezas, este departamento se encargaría de conseguir las en los mismos talleres de maquila.

Finalmente, los cambios en el 'mix' del producto y las modificaciones en el proceso estimularon cambios organizativos en la administración de la empresa. El organigrama cambió varias veces en los setentas. Su tendencia fue la de mantener un arreglo a nivel 'staff' o global, a adoptar un orden por área de producto y, aún más desagregado, por 'negocio' (subconjunto de producto). Los departamentos generales se desintegraron y se crearon departamentos similares pero a nivel de 'negocio' (véase más detalles en el capítulo II). Esta tendencia descentralizadora también se observó en la actividad de IDE. Después de que por años ésta se efectuaba en un centro del grupo corporativo, se creó en 1977 una 'unidad de investigación tecnológica', específica para la empresa estudiada, y hacia 1980-1981 se crearon departamentos de ingeniería de producto específicos a cada 'negocio' de la firma, sin que hubiera desaparecido -aún- la unidad de IDE referida.

2.4. Conclusión

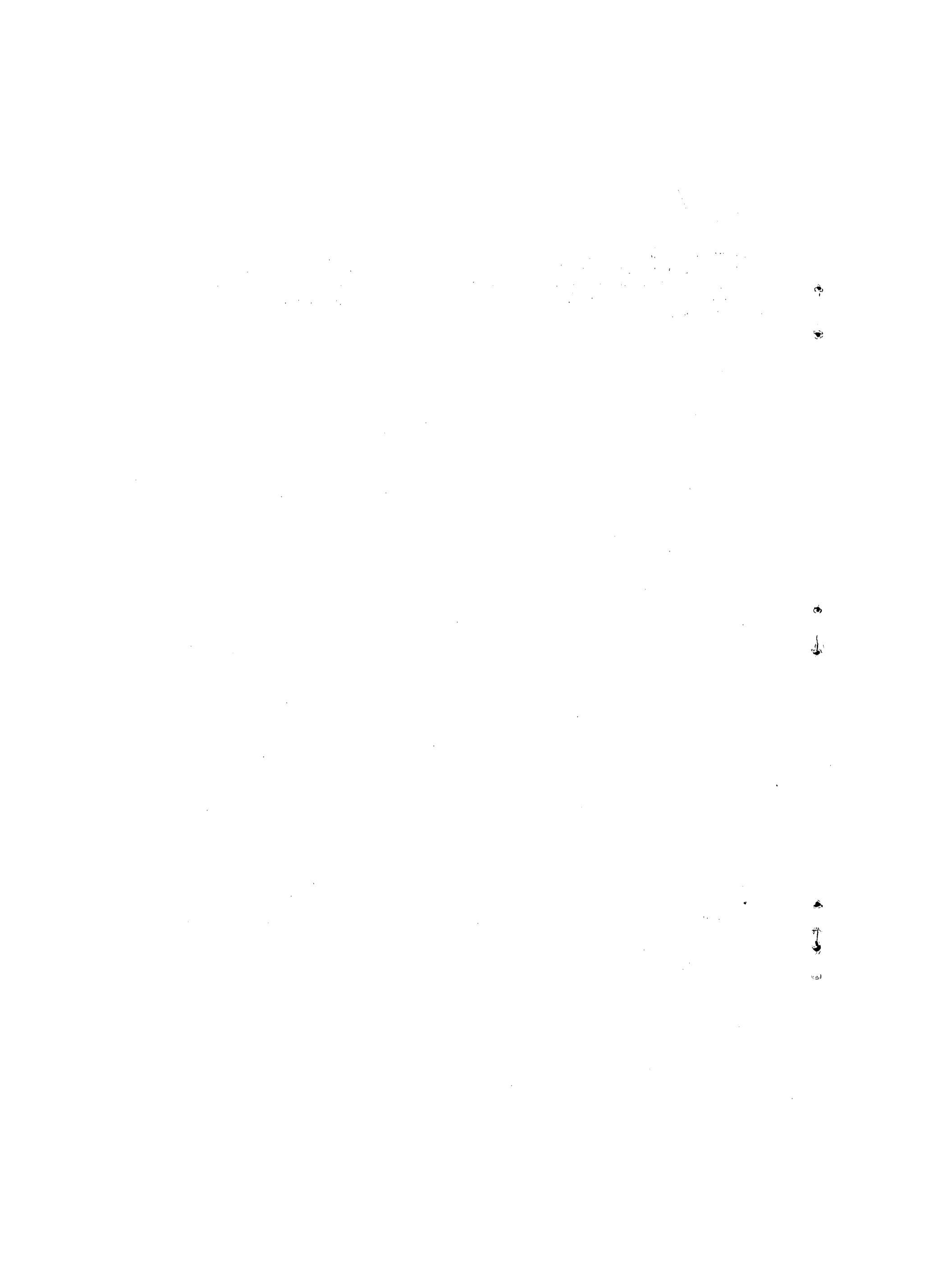
En las diversas etapas del desarrollo de la empresa, se aprecia que empezó recibiendo tecnología extranjera, luego hizo adaptaciones de diseños y finalmente generó diseños propios, que generalmente patentó. Esta es una senda evolutiva de aprendizaje, la cual no es una trayectoria natural, porque intervinieron factores ajenos a la empresa y ajenos al juego libre del mercado. Entre tales factores, se pueden mencionar una gran influencia del principal usuario de los productos, el grupo corporativo al que pertenece la empresa. Su apoyo financiero, su dominio de procesos del vidrio y su filosofía de expansión y proyección al mercado exterior, constituyeron los estímulos básicos para que la empresa dedicara recursos al aprendizaje de tecnología y tuviera grandes posibilidades de generar posteriormente innovaciones. Otro rasgo

del proceso de cambio tecnológico observado en la empresa estudiada es el de que primero se hicieron innovaciones de producto y posteriormente en los setentas se intensificaron cambios en la tecnología de proceso, aunque no se ignora que se efectuaron algunas modificaciones en el proceso en las décadas anteriores (principalmente de expansión del 'lay-out'), pero fueron relativamente poco intensas. En esta secuencia el rol del corporativo siguió siendo clave, particularmente en lo referente a su filosofía económica de liderazgo y de éxito en el mercado exterior. Esto implicaba que la empresa estudiada no sólo debía ofrecer productos de alta calidad y diferenciados sino también precios bajos. El reto surgido del corporativo con fines de ganar mercados era mejorar el proceso para reducir costos unitarios. Aquí, como se implica, también el rol de los mercados fue importante. En la etapa de innovaciones en el producto, el mercado de la empresa era el interno, protegido con aranceles del 50% ad-valorem y el de algunos países latinoamericanos donde el corporativo tenía inversiones mixtas en firmas vidrieras (Guatemala, Venezuela, Costa Rica). Después, en los setentas, la meta de conquistar otros mercados apuntaba hacia países industrializados, con un clima más competitivo. Lo anterior implica que las fuerzas de la oferta (los propios retos de expansión y de exportación) han tenido un mayor impacto en el proceso secuencial del cambio tecnológico de la firma que las fuerzas de la demanda.

En este proceso de maduración industrial y tecnológica, la empresa ha tendido a parecerse a plantas líderes de países avanzados. Además de los factores mencionados, existen otros dos que explican esta tendencia. Primero, la empresa ha dominado en el mercado interno por décadas, siendo un monopolio en su producto principal. Dado que el tamaño del mercado local ha crecido notablemente, la firma lo ha hecho también hasta llegar a ser una de las empresas metalmeccánicas más grandes del país. Además, los usuarios en su mayoría son plantas grandes y automatizadas, como en los países avanzados, de tal manera que las máquinas que demandan tienden a seguir un patrón similar al de la demanda en países desarrollados. Puesto que el vector de la demanda local se ha hecho similar al de los países industrializados, la empresa estudiada es la influencia que le ha planteado señales tendientes a seguir un camino parecido al de los fabricantes de maquinaria para vidrio del mundo desarrollado. Además, la orientación que la empresa tuvo desde 1970, de competir en los mercados de los países industrializados, refuerza estas observaciones. El segundo factor se refiere al surgimiento de cada vez más y mejores canales de información y acceso a innovaciones mundiales en materia de automatización, organización fabril, técnicas de diseño, etc. Este hecho ha facilitado la transformación de la empresa estudiada hacia la 'frontera' tecnológica.

El cambio tecnológico de la empresa ha permitido a la firma ganar economías de escala, diferenciar sus productos y ofrecer precios más competitivos en los mercados europeo, japonés y norteamericano. Las repercusiones de esta evolución han sido indudablemente positivas para la economía de la empresa. Pero habría que evaluar el impacto en el bienestar económico de los agentes económicos en torno a la empresa de este progreso particular. Los usuarios han tenido acceso a productos cada vez mejores. Pero no sabemos cómo ha cambiado la relación del precio ofrecido localmente con respecto al precio ofrecido en países avanzados. En su proceso de maduración industrial, la empresa fue generando una serie de externalidades, creando una escuela técnica, promoviendo directamente en universidades locales carreras de ingeniería, generando trabajo para un gran número de talleres maquiladores y usando

servicios de consultoría locales. En su interior, el ingreso monetario, la sociología y la psicología de la fuerza de trabajo de la firma han parecido haber mejorado en los últimos 10 años. El balance de efectos en el bienestar económico de la existencia y la evolución de esta empresa parece ser positivo.



IV. APLICACION DE SISTEMAS MANUFACTUREROS DE GRUPOS TECNOLOGICOS (GT) Y SU IMPACTO EN LA ECONOMIA DE LA EMPRESA

A continuación se analizará el cambio de organización fabril en la manufactura de partes para máquinas formadoras de envases de vidrio, el cual partió de un sistema funcional de taller a un sistema de GT, de 1970 a 1982. Aunque en ese período hubo una tendencia generalizada en las diversas secciones de toda la planta hacia una mayor continuidad de los procesos productivos, en la sección del maquinado que aquí se examinará fue la única en donde se aplicaron con rigor sistemas de GT.

Puesto que hay varios tipos de GT, los cuales implican diferentes efectos en la empresa, interesa determinar qué clase de GT se está aplicando en la actualidad, cuáles otros tipos de GT se han usado en la misma área de maquinado, cuáles son las tendencias que se prevén, en qué ha consistido la racionalidad de este proceso y qué efectos ha provocado al interior de la empresa. Como este es un tema relativamente nuevo en la literatura, el capítulo comienza presentando un marco de generalidades acerca de los conceptos y los alcances de los GT, y luego se revisará la evidencia del caso.

1. Generalidades 22/

En la literatura se define el GT como un método que conduce al análisis y arreglo de un espectro de partes y el proceso manufacturero relevante, de acuerdo a la similitud de diseño y maquinado, de tal manera que se pueda establecer una base de grupos y familias para racionalizar los procesos productivos en el área de lotes pequeños y medianos. Originalmente se le llamaba "Parts Family Manufacture".

El término 'sistemas manufactureros de GT' incluye no sólo la forma del 'lay-out' sino también todas las medidas necesarias para su organización integral; es decir, el diseño de partes, la planificación del proceso, el sistema de premios al trabajo, la inversión en maquinaria y equipo, el control de la producción, la estructura de salarios y los aspectos psicológicos y sociales del trabajo.

La idea del GT ha evolucionado sofisticándose cada vez más, de acuerdo a una gama de particularidades de las piezas, los productos finales, las áreas de trabajo, etc. Con la difusión del control numérico, la computación y la robotización, las opciones y alcances de los GT se incrementaron. Originalmente se intentaba aumentar el tamaño de lotes chicos y medianos, formando lotes 'aditivos' para plantas con un 'lay-out' funcional, agrupando familias de partes con características de maquinado similar y procesarlas en el mismo 'lay-out', con la asistencia de un departamento de control de producción. En mayores desarrollos de esta idea, el arreglo de familias de partes ha estado

22/ En esta sección se incluyen conceptos e ideas de E. A. Arn, Group Technology, Springer-Verlag, Berlín, 1975.

acompañado de cambios en el 'lay-out' originalmente funcional, siendo éstos cada vez más cercanos a los de línea. Además, se ha tendido a involucrar a un mayor número de departamentos y áreas de la empresa.

Se pueden agrupar tres tipos básicos de sistemas manufactureros de GT:

- el GT de centro;
- el GT de célula;
- el GT de línea.

Los tres sistemas se diferencian entre sí, principalmente por el grado de similitud de partes con respecto a su maquinado, por su 'lay-out' y por sus repercusiones económicas y tecnológicas.

El GT de centro es el que forma la familia de partes para procesarse en una sola máquina o una misma clase de máquinas (por ejemplo, tornos). Adopta un 'lay-out' funcional. Su área de aplicación es únicamente para un espectro de partes con una similitud en un tipo de operación. Se considera como el de menor grado de racionalización de los GT. Es adecuado para lotes 'aditivos' chicos.

El GT de célula es el que arregla la familia de partes para manufacturarse en varias máquinas diferentes (torno, fresadora, cepillo), que pueden estar ordenadas en secuencia. Adopta un 'lay-out' intermedio, entre el funcional (área de torneado, área de cepillado, etc.) y el de línea. Divide la sección de maquinado en grupos. En uno o en todos los grupos se efectúan varias operaciones de maquinado requeridas por una(s) fórmula(s) de partes. Permite una secuencia flexible y se le califica como el tipo de GT con un grado intermedio de racionalización. Es adecuado para lotes 'aditivos' medianos.

El GT de línea es el que agrupa la familia de partes para procesarse en varias máquinas diferentes que están ordenadas en una secuencia fija de operaciones. Permite arreglar el 'lay-out' en línea, cuando menos en los tramos donde se aplica este tipo de GT. Representa el mayor grado de racionalización de los diferentes GT. Es adecuado para lotes 'aditivos' grandes.

Para que la implementación de sistemas GT sea exitosa se deben tomar una serie de medidas en la empresa. Por ejemplo, se debe reducir la variedad de las partes en el diseño, incrementando la estandarización y elevando la repetición de piezas exactas o parecidas en el maquinado requerido entre varios modelos. Se debe vincular este trabajo de diseño con el de la planificación del 'lay-out' para que adopte una estructura más racional, tendiente a estandarizar las secuencias de las operaciones. Los resultados de estas actividades deben vincularse con el proceso de decisiones en materia de inversiones en maquinaria y equipo. También se deben tomar medidas laborales organizativas de compilación de datos, etc., para asegurar el mayor éxito posible de este sistema en la economía global de la firma.

En general se plantean dos tipos de efectos positivos de la aplicación de GT. Hay un efecto directo y efectos indirectos. El primero es el que se logra inmediatamente, al reducir los tiempos del maquinado del conjunto de piezas. Los efectos indirectos son los que se alcanzan a nivel de la economía de la empresa como un todo, tales como la reducción del ciclo completo del producto, la disminución de costos, el aumento en la productividad, la reducción

de los tiempos de entrega (y la mayor confiabilidad al respecto), la simplificación del control de producción, etc. Estos efectos serían de mayor importancia relativa para los GT de línea; serían de menor magnitud en los GT de célula y aún menores en el GT de centro, debido básicamente a que con lotes 'aditivos' mayores se pueden ganar obviamente mayores economías de escala y con 'lay-outs' más lineales se puede reducir más el tiempo de trabajo como el tamaño del área de trabajo 23/.

2. Tipo de GT utilizado en el maquinado de partes para máquinas formadoras

El tipo de GT que se tiene en esta sección es de célula. Consta de 10 GT que procesan diversas familias de partes y en cada uno se efectúan varios tipos de maquinado. Los 10 GT se localizan en tres áreas de trabajo, las cuales están separadas por pasillos, abarcando un área de 5.525 metros cuadrados. Cuentan con siete centros de maquinado y 17 máquinas-herramienta de control numérico, de 118 máquinas y equipos utilizados (el equipamiento se adquirió en 1979 y 1981). La relación del valor presente del stock de capital entre el número de personas ocupadas (incluyendo los supervisores) es superior en un 60% a la relación de toda la planta. Ocupa más de 150 personas. El programa de trabajo se hace semanalmente.

3. El proceso de aplicación de GT

En el presente caso, la aplicación de sistemas GT ha sido evolutivo. Antes de 1970, el maquinado de partes tenía un 'lay-out' funcional. A partir de las decisiones sobre nuevas medidas organizativas y de otro tipo que se tomaron en la empresa en 1970, se decidió fabricar más racionalmente las piezas, desde el punto de vista económico. En dicho año, consecuentemente, la empresa contrató un grupo de ingenieros y un asesor extranjero para llevar a cabo este objetivo.

Primeramente el grupo de especialistas se dio a la tarea de analizar las 27.000 piezas que componen una formadora (de las cuales 2.700 son definitivamente diferentes), con el fin de agrupar familias de partes con semejanzas físicas y del maquinado requerido. Después de haber organizado las familias, se hizo un estudio sobre los tipos de máquinas requeridas para el procesamiento de estas partes, dependiendo de los nuevos tamaños de los lotes 'aditivos', el grado de variación de herramientas en los maquinados, etc. Esto demandó la compra de nueva maquinaria, incluyendo algunas máquinas de control numérico y centros de maquinado, lo cual se hizo en 1971 y 1972, sobretodo en el segundo de tales años (la inversión de 1972 fue cinco veces superior a la de 1971). A partir de tal estudio de inversión, el grupo de expertos elaboró un nuevo 'lay-out' en 1971. En este año se empezó a adoptar el nuevo arreglo de máquinas con algunos que se habían usado y con

23/ Sobre los efectos en los tiempos y el área de trabajo, véase O.I.T., Introducción al estudio del trabajo, Ginebra, 1966, capítulo 9.

otros que se fueron adquiriendo. En 1972 empezaron a producir dos GT y en 1973 iniciaron operaciones todos los GT que se habían determinado. En ese entonces el grupo de especialistas había organizado siete GT de célula. Cada uno de estos estaba planificado para fabricar varias familias de piezas, en la siguiente forma:

GT-1: Para fabricar las piezas grandes o voluminosas, como los soportes, con pesas que oscilan entre 50 y 60 kg. Este GT estaba equipado con 3 máquinas-herramienta de CN básicas.

GT-2: Para fabricar piezas pequeñas con pesas que van de 10 a 15 kg., como soportes y tapas. El GT estaba equipado con 3 máquinas-herramienta de CN, pero más pequeñas que las anteriores.

GT-3: Para producir tornillos especiales, pernos y camas. Estaba equipado con algunas máquinas-herramienta de CN y 4 tornos.

GT-4: Para fabricar todo tipo de casquillos y engranes.

GT-5: Para la producción de vástagos y émbolos.

GT-6: Para fabricar piezas especiales: toberas, insertos, tenazas. El equipo se componía de fresadoras y taladradoras.

GT-7: Este equipo se formó para la fabricación de aditamentos especiales que lleva la máquina formadora de vidrio.

En el 'lay-out' correspondiente, los siete GT estaban agrupados en cuatro áreas de trabajo, separadas por pasillos. El área total cubierta por los GT era de 5.980 metros cuadrados. Cuando se determinó el tipo de máquinas a usar y se aprobaron los planes de inversión, en 1971, se impartieron cursos en la planta a los operarios que manejarían nuevas máquinas CN y centros de maquinado.

La organización de los GT también incluyó un plan de subcontratación de talleres. Se determinó subcontratar máquinas simples. La sección estudiada llegó a subcontratar hasta 80 talleres (la planta completa operaba con más de 200).

Además, se fueron tomando una serie de medidas, en parte por la adopción de sistemas GT y en parte por el clima global reorganizativo en empresa. Así, se creó en este 'negocio' un departamento de control de producción para los GT y uno de abastecimiento técnico para la compra de insumos y de partes subcontratadas. Se desarrolló un sistema de clasificación de piezas, operaciones y maquinaria. Se formó un departamento de ingeniería de producto, el cual, entre otras tareas, fue estandarizando los diversos modelos o formadores hasta tener cuatro versiones básicas, incluyendo partes más similares. Se ideó un sistema de medición de la producción por 'secciones modulares' (en promedio 8 de ellas corresponden a una formadora). Se implementaron estudios de psicología de grupos y de sociología del trabajo para mejorar las políticas laborales internas. Todo esto facilitó la aplicación de los GT.

Con los avances de estandarización de modelos y similitud de partes que se lograron en los diseños y debido a dificultades que se habían tenido

con los tiempos de entrega de varios talleres subcontratados, se decidió modificar los GT en 1979. El grupo de especialistas original hizo los estudios del caso y determinó incorporar parte del maquinado que se subcontrataba. El nuevo arreglo de familias era más integrado y permitía organizar varios GT por sistemas o 'mecanismos' (partes listas para sub-ensambles) que componen una máquina formadora. Se reordenaron los 10 GT que existen hoy y se compraron máquinas nuevas para el nuevo 'lay-out', en 1979 y 1981. En este 'lay-out' se agruparon más GT en menos áreas de trabajo (10 en tres áreas; antes eran siete en cuatro áreas) y el número de metros ocupados se redujo en 8%, aumentando el tamaño de los lotes 'aditivos' (por la incorporación de maquinados antes subcontratados y por el aumento de la similitud de partes). Se anexó cerca del área de los GT un departamento pequeño de soldadura y metalizado para hacer sub-ensambles. El nuevo tipo de GT es aún de 'célula', pero más cerca del lineal que el anterior.

4. Algunos efectos del uso de GT

Los efectos directos de la aplicación de GT han sido favorables. Antes, digamos en 1969, la fabricación de una formadora duraba entre 45 y 60 días. En 1978 se manufacturaba en 15 días. Entre los efectos indirectos, podemos decir que se simplificó el control de calidad y el control de la producción de formadoras. Se racionalizó más el diseño de estos productos, como se mencionó anteriormente. Se logró agilizar y simplificar tanto el abastecimiento de insumos como la entrega de los productos. Se pudo planificar mejor el ensamble. Con los nuevos GT (1979-81) se espera reducir aún más el ciclo del producto a siete o diez días.

Lo anterior significa que la adopción de GT en esta parte de la planta ha contribuido a mejorar la economía de la empresa. Reducir tiempos de maquinado y simplificar otros trabajos conexos (ensamble, control de calidad, etc.), ha implicado que ha disminuido costos unitarios en términos reales. Tanto la reducción de costos como la rapidez de entrega de los productos quizás explique buena parte de la captura de mercados extranjeros.

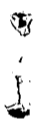
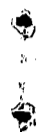
El impacto del GT en términos de las ventajas comparativas de la firma puede ser espectacular. Este aspecto y otros, como el costo involucrado en el proceso de organización y aplicación de GT, así como el respectivo aprendizaje que personal de la firma pudiera tener y la relación que este fenómeno innovativo tenga con el resto de la empresa, son temas que ameritan un análisis cuidadoso, el cual podrá ser motivo de otro artículo.

[The text in this section is extremely faint and illegible.]

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

REFERENCIAS

- Arn, E. A., Group technology, Springer-Verlag, Berlín, 1975.
- Castaño, A., Katz, J. y Navajas, F., Etapas históricas y conductas tecnológicas en una planta argentina de máquinas-herramienta, Programa de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Monografía de Trabajo N° 38, Buenos Aires, 1981.
- Cooper, Ch. y Sercovich, F., The channels and mechanisms for the transfer of technology from developed to developing countries, Ginebra, UNCTAD, TD/AC. ..5, 1971.
- Katz, J., A list of main issues emerging from recent research on science and technology in the framework of the IDB/ECLA/IDRC/UNDP Programme, Feb., 1982 (mimeo).
- Katz, J., Cambio tecnológico en la industria metalmeccánica latinoamericana, Programa de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Monografía de Trabajo N° 51, Buenos Aires, julio 1982.
- Mercado, A. y Lombó, L., Un estudio sobre el cambio tecnológico de una empresa mexicana productora de maquinaria para molinos, El Colegio de México, México, D.F., 1982 (mimeo).
- Nogueira, H., Evolução tecnológica no sector de máquinas de procesar cereais. Um estudo de caso, Programa de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina, Monografía de Trabajo N° 39, Buenos Aires, 1981.
- Oficina Internacional del Trabajo, Introducción al estudio del trabajo, Ginebra, 1966.
- Teitel, S., "Tecnología, empresa e información", El Trimestre Económico, México, D.F., vol. 45 (2), abril-junio, 1978.



Se terminó de imprimir el día
30 de Septiembre de 1982, en
CENTROCOP S.R.L.-
Cerrito 270 - Loc. 9-CAPITAL.-
QUEDA HECHO EL DEPOSITO
QUE MARCA LA LEY Nº 11.723.-

