

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 Nº38

ETAPAS HISTORICAS  
Y CONDUCTAS TECNOLOGICAS  
EN UNA PLANTA ARGENTINA  
DE MAQUINAS HERRAMIENTA

Angel Castaño  
Jorge Katz  
Fernando Navajas

Distribución:  
RESTRINGIDA  
Enero 1981  
ORIGINAL: ESPAÑOL

Jorge Katz es Director del Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina. Angel Castaño es ingeniero industrial y participó en el grupo de investigación del presente estudio. Fernando Navajas es Investigador del citado Programa.

Deseamos expresar nuestro agradecimiento a la Gerencia de la firma estudiada por haber accedido a colaborar en esta investigación. En especial, agradecemos el apoyo brindado por el Ing. Jorge D. Tessitore, el Sr. Atilio Biasotto y el Ing. Roberto Almaraz de la mencionada firma.

Al mismo tiempo hacemos extensivo nuestro agradecimiento al Ing. G. Batisti de otra firma de la industria por el material y entrevistas concedidas que nos permitieron elaborar el capítulo IV del presente trabajo.

Una versión preliminar de esta monografía fue presentada en la tercera reunión interagencial del Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina. Agradecemos los comentarios recibidos con motivo de dicha presentación de parte de los investigadores integrantes del Programa y de los miembros del Comité Asesor. En especial agradecemos los comentarios de los Sres. L. Westphal, G. Ranis, S. Teitel, R. Nelson, J. Berlinski y H. Nogueira da Cruz.

Las opiniones vertidas en este trabajo expresan exclusivamente el punto de vista de los autores y no el de las agencias patrocinantes del Programa de Investigaciones.

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

# I N D I C E

Capítulo	Pág.
INTRODUCCION . . . . .	1
I Orígenes de la firma estudiada, su ubicación relativa en la industria de máquinas-herramienta y las características de su tecnología de producción. . . . .	9
I.1 Origen, trayectoria y tamaño relativo de la firma . . . . .	9
I.2 Tipos de productos elaborados por la firma . . . . .	15
I.3 El proceso industrial de la firma . . . . .	17
I.4 La organización interna de la planta . . . . .	23
II Etapas históricas y conductas tecnológicas: evidencia y análisis de los cambios en el conocimiento tecnológico de la firma . . . . .	27
II.1 La performance global de la firma 1960-1976 . . . . .	27
II.2 Performance y conductas tecnológicas: análisis de las etapas . . . . .	31
Apéndices: A-I Sobre la medición del output, los factores productivos y la productividad . . . . .	61
A-2 La descomposición del incremento en la productividad laboral 1974/75-1978/79 entre las distintas secciones de la planta. . . . .	86
III Etapas históricas y conductas tecnológicas: un análisis interpretativo del caso . . . . .	95
III.1 Cambios en el área del producto: el ciclo de maduración de la capacidad interna de diseño . . . . .	95
III.1.1 Algunas conductas adicionales en el área del producto . . . . .	101
III.2 Cambios en el área del proceso: de cambios 'incorporados' en equipamiento hacia cambios 'desincorporados' o en actividades técnicas . . . . .	105
III.3 El producto como determinante de cambios en el proceso. . . . .	111
III.4 Los cambios tecnológicos y el papel de las ingenierías de producto y proceso en el tiempo . . . . .	113
III.5 Resumen . . . . .	119

//

Capítulo	Pág.
IV	La firma y sus competidores en el mercado de tornos . . . 121
IV.1	La firma y el mercado de tornos en el tiempo . . . . . 121
IV.2	El caso de la firma competidora . . . . . 124
IV.3	Performance y dinámica competitiva en líder y competidor . . . . . 131

## INTRODUCCION

El análisis socio-económico del desarrollo tecnológico de los países menos desarrollados (PMD) se halla aún en estado 'pre-teórico' y en franco proceso evolutivo, no existiendo todavía una teoría de la innovación y el cambio tecnológico que, por un lado, explique en forma satisfactoria la incorporación, adaptación y generación de conocimientos tecnológicos (especialmente en el sector manufacturero) y, por otro lado, relacione dichos fenómenos con el ritmo de crecimiento, el patrón de comercio exterior, etc. de este tipo de países.

El estudio de la variable tecnológica en los PMD ha dado origen a valiosos aportes que, desde ángulos diferentes y con metodologías discímiles, han ido describiendo facetas del fenómeno, y presentando descripciones de aspectos tales como la transferencia o importación de tecnología, la adaptación doméstica de tecnología, etc. Sin embargo todavía no se ha podido profundizar en la conceptualización del proceso implícito en el desarrollo de la capacidad tecnológica de los PMD y en los diferentes estadios o etapas evolutivas que dicho desarrollo supone.

Recientemente ha sido subrayada la necesidad de iniciar la exploración de esta temática a nivel de firma o unidad productiva, dado que la comprensión de las formas que adopta dicho proceso de desarrollo a nivel microeconómico puede servir de base para la elaboración de una teoría más general del fenómeno.<sup>1/</sup>

El presente trabajo -también de naturaleza microeconómica- examina la incorporación y generación local de conocimientos tecnológicos en una planta metalmeccánica argentina.

Tres tipos de consideraciones previas merecen ser destacadas en esta introducción en relación a las características del presente estudio. La primera se refiere a los conceptos de tecnología y cambio tecnológico que utilizaremos en el análisis. La segunda tiene que ver con los rasgos propios que, en materia tecnológica, posee la planta aquí estudiada, por pertenecer al sector metalmeccánico. La última se relaciona con el tipo particular de PMD al que pertenece la planta aquí estudiada. A continuación trataremos estos puntos.

### Tecnología y cambio tecnológico

La tecnología constituye el 'estado del arte' o el conjunto de conocimientos aplicados a una determinada actividad productiva. Por tratarse de conocimientos, la tecnología es básicamente información de carácter técnico.

A lo largo del presente estudio consideraremos a la tecnología de la firma como conformada por tres áreas básicas del conocimiento de la empresa:

---

<sup>1/</sup> Véase por ejemplo S. Teitel "Tecnología, empresa e información" El Trimestre Económico, Vol.45 (2), abril-junio 1978. J. Katz "Cambio tecnológico, desarrollo económico y las relaciones intra y extra regionales de la América Latina" Monografía de Trabajo N°30, Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina.

conocimientos asociados al área del producto, al área del proceso productivo y al tema de la organización de la producción.

El primer tipo de conocimientos incluye el diseño y desarrollo del producto, incluida la preparación de prototipos, y otras actividades asociadas con la ingeniería de producto. El segundo abarca el conjunto de métodos de producción, equipamiento, fuerza de trabajo, materias primas, ciclo del proceso, etc. Los estudios de métodos y tiempos, programación y control de la producción, control de calidad, etc. manejan los conocimientos de ingeniería propios de este campo. Por último, por organización de la producción entenderemos de manera general la forma en que se planifica el trabajo y funcionamiento de la misma, sus reglas de management, el organigrama de la firma, su grado de integración vertical y formas de descentralización, etc.

Llamaremos aquí "cambio tecnológico" a toda modificación en el conjunto de conocimientos que la firma posee en cada una de las tres áreas mencionadas -y que implica una modificación en el contenido de las reglas de ingeniería aplicadas- independientemente de si la misma constituye o no una novedad para la industria nacional o internacional. De este modo se incluyen en la definición aquí empleada conceptos tales como cambio tecnológico 'menor', 'localizado', 'adaptativo', etc. introducidos desde hace tiempo en la literatura sobre teoría de la innovación. 2/

Así, distinguiremos cambios tecnológicos en producto, de cambios en el proceso productivo y de cambios en la organización de la producción. Esta separación se explica por sí misma en función de los comentarios previos. Sin embargo, debe alertarse sobre las interdependencias existentes entre tales cambios, hecho que nos imposibilitará realizar una separación cuantitativa del impacto de cada cambio sobre el incremento en la eficiencia de la firma. Como se verá a lo largo del trabajo, cambios en el diseño del producto ocasionan cambios en el proceso productivo; a su vez ciertos cambios en el proceso cambian la calidad del producto y otros se asocian con cambios organizativos, etc. Si bien puede acudir a ciertos supuestos que permiten separar "las formas novedosas de producir bienes viejos de las formas viejas de producir novedades", 3/ evitaremos, en lo posible, dichos supuestos con el propósito de obtener una mayor riqueza descriptiva del proceso de acumulación de conocimientos nuevos de la firma y de la interdependencia entre distintos tipos de conocimientos tecnológicos.

---

2/ S. Hollander, en su libro "The sources of increased efficiency: A study of the Du Pont Rayon Plants", The MIT Press, Cambridge, 1965, un estudio considerado ya un clásico en la literatura sobre la microeconomía del cambio tecnológico, define cambio tecnológico como ... "toda modificación de la técnica de producción de una dada mercancía, puesta en práctica por una planta específica, con el objeto de reducir su costo unitario de producción". Ob.cit., pág.23. Aquí hemos modificado esta definición para incluir todos aquellos cambios en la tecnología -como por ejemplo cambios en el producto- que no necesariamente están asociados con una reducción de costos.

3/ M. Blang "A survey of the theory of process-innovations", Económica, febrero 1963.

Un punto central en el presente trabajo lo constituye nuestra descripción del proceso innovativo de la firma como un fenómeno secuencial. 4/

Dado nuestro interés por estudiar el proceso de maduración de la capacidad tecnológica de una firma en un PMD, hemos creído conveniente recalcar nuestra impresión de que el mismo constituye una secuencia evolutiva de acumulación de conocimientos en cada uno de los campos técnicos mencionados; es justamente dicho carácter secuencial lo que da origen a la existencia de diferentes estadios o etapas en el desarrollo tecnológico de una firma dada o de todo un sector productivo.

Rasgos tecnológicos de las industrias del sector metalmeccánico: tecnologías discontinuas vs. tecnologías continuas.

Nuestro estudio se refiere a una firma productora de máquinas-herramienta, la cual a su vez pertenece a aquellas industrias denominadas metalmeccánicas o 'de montaje'. Estas, a su vez, se distinguen de las llamadas industrias 'de proceso'. 5/

Las industrias metalmeccánicas poseen características propias entre las cuales debe mencionarse, por un lado, el hecho de que el producto final es la resultante de un elevado número de partes y componentes que pueden ser producidos de manera muy diferente; las plantas, a su vez, pueden producir gran cantidad de productos finales también diferentes entre sí. Este carácter multiproceso - multiproducto de la tecnología de las industrias de montaje no constituye el único elemento que nos permita, diferenciar a fondo el 'paquete' tecnológico usado por una firma metalmeccánica de aquél empleado por una firma de la industria de procesos. 6/ También debe reconocerse la diversidad de casos dentro de las industrias metalmeccánicas, entre las cuales se hallan industrias de características tecnológicas muy distintas.

---

4/ En los últimos años, diferentes investigaciones han enriquecido esta temática desde diferentes perspectivas teóricas. Véase por ejemplo N. Rosenberg "Perspectives on technology" Cambridge University Press, 1976. R. Nelson y S. Winter "In search of a useful theory of innovation" Research Policy, 1977. "Firm and industry response to changed market conditions: An evolutionary approach" Institution for Social and Policy Studies, Yale University, Working Paper N°788, Revised May 1979. W. Abernathy y J. Utterback "A dynamic model of process and product innovation", Omega, Vol.3, N°6, 1975. "Innovation and the evolving structure of the firm", Harvard Business School, Working Paper N°75, 1975.

5/ Para una caracterización de las diferencias entre ambos grupos puede consultarse por ejemplo L. Westphal "The methodology of investment planning in non-process industries", World Bank, mimeo, febrero 1976.

6/ Con ciertas diferencias de grado las firmas de la industria de proceso también utilizan varios procesos y fabrican varios productos. Véase por ejemplo J. Katz y otros, "Productividad, tecnología y esfuerzos locales de investigación y desarrollo", Monografía de Trabajo N°13, Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina; P. Maxwell, "Learning and technical change in the steelplant of Acindar S.A. in Rosario, Argentina", Monografía de Trabajo N°4, del mismo Programa.

Acudiremos aquí a un ordenamiento más general que se basa en el carácter 'continuo' o 'discontinuo' de la tecnología de la firma. Esta dicotomía está planteada en términos de un número importante de características entre las que se destacan a) el tipo de producto final elaborado, b) la cantidad de unidades producidas, c) el tipo y disposición del equipamiento utilizado, d) el nivel relativo de capacitación de los operarios, e) la duración del ciclo productivo, f) la organización general de la planta, etc.

Denominamos continua a aquella tecnología de producción masiva, donde el producto final está altamente normalizado o estandarizado, el tipo de equipo utilizado para realizar el trabajo es especializado y está dispuesto dentro de la planta de acuerdo con el producto (lay out ordenado por línea de producto), cambiando su posición rara vez. En estas condiciones y luego de una programación inicial bien detallada y completa en donde las tasas de output de las diferentes etapas del proceso son balanceadas (se recurre a técnicas denominadas de 'balanceo de línea'), el tiempo del ciclo normal de producción es corto (pocos días) y la cantidad de materiales en proceso es pequeña en relación con la producción. Asimismo, la habilidad del operario es escasa <sup>7/</sup> y una vez puesto en marcha el proceso, la programación y el control se vuelven tareas relativamente sencillas. Ejemplos de este tipo de tecnología pueden encontrarse en la casi totalidad de las industrias de proceso (refinación de petróleo, siderurgia, textil, etc.) y dentro de las industrias de montaje aquellas que alcanzan escalas elevadas de producción y alto grado de normalización y standarización (automotriz, artefactos electrodomésticos, etc.).

Por su parte, la tecnología discontinua se encuentra en aquellas actividades que trabajan bajo pedido o con pequeños stocks, donde el producto final no está estandarizado, el equipo empleado es universal (pudiendo realizar una amplitud de trabajos luego de una preparación adecuada) y su disposición es por 'taller' o secciones especializadas (job-shops) es decir que en cada sector se efectúa un tipo de transformación definida. En este tipo de planta industrial la programación inicial es relativamente menos compleja y más dificultosa luego de iniciada la producción dado el control individual de los operarios. El ciclo de producción es más extenso y la cantidad de material en transformación es elevada. La igualación de las tasas de output de las distintas etapas del proceso estarán ahora influenciadas por el carácter universal del equipo y por la posibilidad de subcontratar estas tareas parcialmente. Son ejemplos representativos de este caso las industrias metalmeccánicas de fabricación de bienes de capital.

Observando el paquete de conocimientos tecnológicos de ambas tecnologías podemos señalar sus diferencias en términos del grado de 'flexibilidad' y eficiencia que posee cada una. Mientras que la tecnología discontinua ha sido caracterizada como conformando un 'estado fluido' donde el grado de flexibilidad

---

<sup>7/</sup> La escasez en la habilidad del operario viene explicada por su elevada especialización en el puesto de trabajo: como la preparación de la máquina está fijada de antemano, no se requiere la misma calificación que cuando en el puesto de trabajo hay equipamiento universal y el operario debe preparar la máquina y producir una variedad de piezas. También existen soluciones intermedias cuando se recurre a un 'preparador' de máquinas.



en el manejo de la información técnica en producto, proceso y organización es elevado; en la tecnología continua se ha alcanzado un 'estado específico' o 'sistemático' en el cual la coordinación y eficiencia en el manejo de la información es elevada. 8/ Esta diferencia se manifiesta en diferentes niveles de eficiencia tecnológica, características de los factores productivos empleados, en los 'skills' técnicos y empresariales utilizados en cada una, en la escala de operaciones, etc.

En resumen, este estudio está referido al caso específico de una firma metalmeccánica que durante todo el período estudiado adopta una tecnología discontinua, tal como la misma se la define arriba. Los rasgos brevemente descritos antes, serán profundizados al comienzo del trabajo cuando tratemos más en detalle cada área de la tecnología de la firma estudiada.

#### El tipo de PMD aquí estudiado.

Un tercer rasgo particular de este estudio que debe tenerse en cuenta como telón de fondo del material a ser presentado más adelante, se refiere al tipo particular de PMD en el que opera la planta industrial examinada. Dentro de la categoría de PMD pueden incluirse desde países de nulo o escaso grado de industrialización hasta naciones con una estructura industrial compleja que incluye la fabricación de bienes de consumo durables, bienes intermedios y bienes de capital. Este último grupo de países denominados menos (o semi) industrializados (PMI) son los que en materia tecnológica han recibido mayor atención últimamente.

Dentro de los PMI es posible caracterizar diferentes 'modelos' de industrialización entre los que se destacan por un lado el modelo sustitutivo de importaciones y por otro lado el más reciente modelo orientado hacia las exportaciones manufactureras. Ejemplos del primer modelo son Argentina, Brasil, México, la India, etc. los cuales han iniciado su industrialización sobre la base de mercados internos cautivos ante restricciones a las importaciones. Dado las características de mercados protegidos, distorsiones de precios relativos, condiciones diversas de racionamiento, etc. que es normal observar en dichos países resulta razonable esperar que el ritmo, naturaleza, etc. del cambio tecnológico que los mismos incorporan refleje de manera particular los rasgos estructurales previamente mencionados. 9/

En América Latina, países como Argentina, Brasil y México han desarrollado sectores industriales complejos dentro del cual se vienen llevando a cabo esfuerzos tecnológicos de considerable magnitud. 10/

---

8/ W. Abernathy y J. Utterback, ob.cit. 1975.

9/ S. Teitel, "Notes on technical change induced under conditions of protection, distortions and rationing". Monografía N°34, Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina.

10/ J. Katz, ob. cit.

Una diferencia importante del caso argentino vis a vis México o Brasil radica en el menor tamaño del mercado doméstico del primero de dichos países, hecho que ha limitado las posibilidades de crecimiento dado el tipo de estrategia orientada 'hacia adentro'. Este fenómeno se hace notorio al examinar la performance global y sectorial de la economía de los países mencionados durante las últimas dos décadas. 11/ Por otro lado, el caso argentino también está muy alejado del de los restantes países de la región, caracterizados por la existencia de mercados internos relativamente pequeños primordialmente en el hecho de que su nivel de desarrollo industrial es significativamente más elevado que el de aquellas otras naciones.

En síntesis, la limitación del mercado interno convierten a la Argentina en un caso particular de semi-industrialización: su desarrollo industrial y científico-tecnológico es notablemente superior al del promedio de países de América Latina, pero la ya consumada saturación del mercado interno le impiden mantener una dinámica propia que sí puede ser alcanzado tanto por México como por Brasil dentro del escenario latinoamericano.

De estas consideraciones surge un punto muy importante para encuadrar el caso aquí examinado. Este se refiere a que el tamaño de las firmas manufactureras argentinas -aun las mayores- se encuentra mucho más lejos del tamaño 'representativo' de planta para un país industrializado, que lo que están las firmas mayores de Brasil, México o, fuera de la región, la India. Esto condiciona y diferencia tanto la magnitud como el tipo de esfuerzos tecnológicos que llevan a cabo las firmas argentinas vis a vis aquél que es dable esperar en plantas de mayor escala operativa.

El presente caso es el de una planta argentina de máquinas-herramienta que a lo largo del período estudiado se mueve dentro de una tecnología discontinua tal como fuera caracterizada antes y en donde el nivel, estabilidad y ritmo de crecimiento de la demanda condicionan tanto el ritmo como la naturaleza del desarrollo tecnológico alcanzado por la firma.

#### Estructura de la presente monografía.

El trabajo consta de cuatro capítulos.

El primero intentará introducir al lector en el caso examinado a través de la descripción de los orígenes, posición relativa en el sector, etc., del establecimiento estudiado. Asimismo este capítulo aporta información sobre las diferentes áreas de la tecnología de la firma.

El segundo capítulo contiene el grueso de la evidencia empírica recogida en esta investigación sobre cambio tecnológico. Se inicia con un análisis de la

---

11/ De las cifras de Producto Bruto Interno a Costo de factores para el período (en millones de dólares de 1970) surge el siguiente cuadro.

	1960	1965	1970	1978
Argentina	18789,2	23275,4	28686,0	33540,4
Brasil	23774,3	29634,1	42885,4	86980,3
México	22802,2	32166,2	44934,4	66133,1

Fuente: CEPAL, Anuario Estadístico de América Latina, 1979.

performance evolutiva de la firma medida a través de indicadores de producción, empleo, capital y productividad de los factores. Luego de delimitarse etapas en la historia del establecimiento se procede a un análisis más detallado, y recurriendo a elementos histórico-descriptivos, de los cambios tecnológicos en las distintas áreas del conocimiento de la firma (producto-proceso-organización).

El tercer capítulo constituye un análisis interpretativo del caso en el cual se estudian los posibles determinantes de los cambios tecnológicos ocurridos y se ordena el material destacando la existencia de procesos secuenciales en el cambio tecnológico de la firma. La descripción de dichos procesos secuenciales nos acercan hacia la comprensión de la microeconomía del cambio tecnológico en una planta mediana del tipo aquí estudiado.

El último capítulo aporta una perspectiva distinta del mismo tema al comparar la conducta de la firma aquí estudiada con la de sus competidores más inmediatos. Surge aquí otro tema fundamental puesto de relieve por esta investigación. Este es el cariz altamente idiosincrático de la conducta microeconómica y la significativa varianza que es dable observar aún entre firmas que compiten muy estrechamente.

En resumen, lo secuencial e idiosincrático de la conducta tecnológico-microeconómica son los dos rasgos centrales puestos de relieve por el presente estudio de casos.

10

11

12

I. ORIGENES DE LA FIRMA ESTUDIADA, SU UBICACION RELATIVA  
EN LA INDUSTRIA DE MAQUINAS-HERRAMIENTA Y LAS  
CARACTERISTICAS DE SU TECNOLOGIA DE PRODUCCION.

Este capítulo intenta brindar un marco de referencia apropiado para el análisis más detallado de los temas centrales de la presente monografía, esto es, la adaptación y generación de conocimiento técnico al interior de una planta metalmeccánica de un PMD. Su carácter es esencialmente descriptivo, presentándose un resumen de la trayectoria de la firma y su ubicación en la industria local de máquinas-herramienta; de los productos elaborados por la misma a lo largo del tiempo; y de las características de su proceso industrial.

I.1 Origen, trayectoria y tamaño relativo de la firma

La firma inicia sus actividades en el año 1937, cuando dos operarios calificados, de nacionalidad italiana, empleados de la firma metalmeccánica SIAM de Argentina, deciden independizarse instalando un pequeño taller de reparación y construcción de máquinas-herramienta. El oficio y experiencia de ambos en el área de máquinas-herramienta (uno era oficial tornero y el otro ajustador) los anima a iniciar la producción artesanal de máquinas sencillas. Así comienzan produciendo un modelo manual de balancines, sobre la copia directa (sin planos) de un antiguo modelo.

En los primeros años, el taller se halla estrechamente vinculado a un intermediario comercial, quien financia gran parte de las incorporaciones de capital que se realizan, así como la producción anual corriente; quedando en sus manos la comercialización del producto. La producción del taller es ubicada fácilmente dadas las especiales condiciones de escasez de maquinaria provocada por la segunda guerra mundial. Al poco tiempo, la firma queda bajo la propiedad de uno de los socios fundadores quien en 1945 decide iniciarse en la producción de tornos. Para ello consigue nuevamente el apoyo del intermediario quien compra en el país los planos de un torno conoplea universal y los facilita a la firma para iniciar la nueva actividad. En los años siguientes a la finalización de la guerra, el taller incorpora nuevas máquinas para la producción de estos tornos.

El origen y formación del personal del taller, pone de manifiesto la importancia que la inmigración de origen italiano tuvo para la industria de máquinas-herramienta. Casi la totalidad de los 15 operarios del taller en 1949 son italianos. En este año se incorporan al taller un técnico (dibujante) y un operario calificado, a los que el propietario de la firma contrata en Italia. 12/

---

12/ El técnico contratado, había estado varios años en la Argentina, trabajando como jefe de una sección técnica de SIAM en donde había hecho relación con el propietario de la firma. Por su parte, el operario calificado poseía una corta experiencia adquirida en talleres metalmeccánicos de Italia. Este último, proveyó la información para reconstruir la presente historia evolutiva. Según su relato, a su arribo al país en 1949 encontró el taller "muy bien equipado" en relación a sus similares italianos. Así, muchos de los equipos utilizados para el mecanizado de piezas, de origen norteamericano, eran de corta edad y superiores a lo que él

Hacia el año 1953, luego de haber diversificado la producción, haciendo balancines y limadoras en épocas en que la demanda por tornos caía, se decide renovar el modelo de torno, con la copia de un torno de origen checoslovaco (Mass). La tarea de copia queda en manos del dibujante, quien al año siguiente se jubila y regresa a Italia. Para esta época el dueño de la firma había logrado independizarse por completo del intermediario comercial, negociando su producción con otros distribuidores según su conveniencia. La producción al momento de modificarse el producto es de alrededor de 100 tornos por año y el taller ocupaba unos 20 operarios.

A partir de la descripción de los párrafos precedentes podemos decir que la firma bajo estudio tiene su origen como taller artesanal creado a partir de operarios calificados que se independizan, hecho que puede ser generalizado para la casi totalidad de los constructores de máquinas-herramienta de la Argentina y de otros PMD. La característica inicial de la industria de máquinas-herramienta es la de un número elevado de pequeños talleres artesanales dedicados a la reparación de maquinaria y otros productos sobre la base de habilidades locales o adquiridas a través de la inmigración.<sup>13/</sup> En la Argentina, hacia mediados de la década del cincuenta existían arriba de un centenar y medio de establecimientos constructores de máquinas-herramienta. La producción local, estimulada por las restricciones a la importación desde finalizada la guerra, había logrado ascender hacia las 10.000 unidades anuales entre las que se destacaban los tornos (20%) y los taladros (40%).<sup>14/</sup> La serie de producción que muestra el cuadro I refleja una elevada producción de la industria, ya para fines de los cincuenta.

había podido observar en los talleres pequeños italianos. Según nos dijo, el propietario de la firma había puesto mucho esfuerzo en conseguir un buen equipamiento para mecanizar realizando costosas inversiones. No obstante, fuera del equipo para mecanizar, describió al taller como "muy modesto", con escasez casi absoluta de equipos de transporte (la tarea se realizaba en forma manual) y con una organización artesanal donde el dueño dirigía personalmente a los operarios. Tampoco había infraestructura alguna en materia de servicios a la producción, tipo cantina, vestuarios, etc. En estos planos el taller era sumamente primitivo.

<sup>13/</sup> Argentina, Brasil, India, Taiwan y otros PMD confirman la caracterización hecha arriba, no obstante conformar modelos de industrialización distintos. Para el caso Taiwan véase el excelente artículo de A. Amsden: The division of labour is limited by the type of market. The case of the Taiwanese machine-tool industry. World Development, 1977, Vol.5, N°3. Para el caso de la Argentina pueden verse CEPAL: La fabricación de maquinaria y equipos industriales en América Latina IV. Las máquinas-herramienta en la Argentina. Nueva York, 1967; características de los establecimientos argentinos son puestas de manifiesto en J. Campos: La actuación internacional de la pequeña y mediana empresa. Un estudio empírico en el sector de máquinas-herramienta de la República Argentina; Programa Jurídico-Económico sobre inversiones internacionales en América Latina, INTAL, BID, Buenos Aires, 1977.

<sup>14/</sup> Véase CEPAL, ob.cit., pág. 28. La gran proporción de maquinaria de tipo universal sobre la producción local refleja que fue básicamente sobre ese tipo de máquinas-herramienta donde se aplicó la política de sustitución de importaciones. Por su parte la maquinaria más compleja ingresaba al país libre de gravamen aunque limitada vía permisos de importación.

Cuadro 1. Producción de máquinas herramienta en la Argentina, 1957-1976  
(en unidades)

AÑO	tornos	total máquinas herramienta
1957	2.884	9.034
58	3.049	10.496
59	2.972	9.837
1960	3.720 <sub>1</sub> /(2.854) <sub>2</sub> /	10.515 <sub>1</sub> /(9.575) <sub>2</sub> /
61	3.580 <sub>1</sub> /(2.012) <sub>2</sub> /	11.492 <sub>1</sub> /(8.747) <sub>2</sub> /
62	2.082 <sub>1</sub> /( 989) <sub>2</sub> /	7.851 <sub>1</sub> /(5.971) <sub>2</sub> /
63	1.204 <sub>1</sub> /( 855) <sub>2</sub> /	4.767 <sub>1</sub> /(5.343) <sub>2</sub> /
64	1.550	9.630
65	2.091	12.300
66	1.576	8.451
67	993	6.404
68	1.325	10.406
69	1.552	11.935
1970	1.853	14.254
71	2.003	13.809
72	1.633 <sub>3</sub> /	17.900 <sub>4</sub> /
73	1.973 <sub>3</sub> /	22.500 <sub>4</sub> /
74	2.019 <sub>3</sub> /	20.000 <sub>4</sub> /
75	1.623 <sub>3</sub> /	15.000 <sub>4</sub> /
76	2.895	16.243

Fuentes: 1957-1959 y 1960-1963<sub>1</sub>/; CEPAL, La Fabricación de Maquinaria y equipos Industriales en América Latina. IV Las Máquinas Herramientas en la Argentina. E/CN. 12/747, Nueva York, 1967.

1960-1963<sub>2</sub>/ y 1964-1970; Ministerio de Industria y Minería, Dirección Nacional de Promoción Industrial, Depto. Sectorial I, La industria de Máquinas Herramientas en la República Argentina: situación actual y perspectivas futuras, Buenos Aires, 1971.

1971; Dirección General de Fabricaciones Militares, Dirección de Desarrollo, Estructura de la Industria de Máquinas Herramientas, Buenos Aires, 1972.

1972-1975<sub>3</sub>/; Secretaría de Estado de Desarrollo Industrial, Depto. de Estudios Estadísticos, Producción de Máquinas Herramienta, Buenos Aires, 1976.

1972-1975<sub>4</sub>/ y 1976; Cámara Argentina de Fabricantes de Máquinas Herramienta, Una política nacional en Máquinas Herramienta, Buenos Aires, noviembre, 1978.

Cabe destacar la ubicación relativa de la firma para mediados de los cincuenta. Como se dijo arriba, existía un elevado número de constructores, especialmente en lo que se refiere a tornos y taladros. No obstante, podía hablarse de grupo de talleres que se hallaban por encima del promedio tanto en lo que hace al tipo de modelo producido como al equipamiento utilizado. La firma estudiada formaba parte de este grupo aunque sin constituir una de las más importantes. Por el contrario existían unas dos o tres firmas productoras del mismo tipo de tornos que la duplicaban en cuanto a tamaño y lograban un producto de mejor calidad. De este modo, puede decirse que la firma ocupaba una posición intermedia dentro del grupo de talleres que habían superado exitosamente la primera etapa en la producción local de máquinas-herramienta. 15/

Hacia la segunda mitad de los cincuenta el propietario de la firma empieza a interesarse por la idea de vender el taller con el objeto de regresar a Italia donde espera instalar otro establecimiento similar. Así previo a la búsqueda de compradores decide mejorar el equipamiento y el tipo de producto con miras a realizar una buena venta. De este modo, se asocia con un empresario italiano radicado en el país lo que permite realizar las inversiones planeadas. Dada la limitación a la importación, obtienen una licencia que les permite incorporar equipos de producción al taller. Al mismo tiempo, utilizando la licencia, importan un tipo de torno de origen italiano (URSUS) para comercializar en el mercado local y como paso previo para realizar la copia local.

Así en 1958, un joven ingeniero recién incorporado a la firma, quien más tarde pasará a dirigir las tareas de diseño de la firma, realiza la copia del torno mencionado. En 1958 este producto comienza a producirse, a razón de 10 máquinas por mes, con un mayor equipamiento y un plantel operario que asciende a 40 personas debido a la mayor complejidad del producto.

Desde fines de 1958 el propietario de la firma comienza a negociar su venta con posibles compradores. Entre estos últimos, se encontraba una sociedad comercial perteneciente a un grupo extranjero radicado en el país desde varios años atrás, la que finalmente compra la firma en 1959. 16/

A partir del cambio de propiedad se originarán drásticos cambios en la organización administrativa de la firma; un período de fuertes inversiones a través de una nueva planta y equipamiento; y también cambios importantes en el tipo de

---

15/ La falta de datos sobre esta época nos obliga a referirnos a descripciones obtenidas en entrevistas. No obstante puede compararse la producción de la firma -que para la segunda mitad de los 50 no había superado los cien tornos anuales- con los dos mil tornos anuales que en promedio se producían en Argentina. Así, aún ajustando por la calidad del producto -que por otra parte era similar al de varias otras firmas- la participación de la firma no superaría un 5-10%

16/ La mencionada sociedad se hallaba interesada desde tiempo atrás en instalar en el país una planta de máquinas-herramienta, hecho que se realiza en la segunda mitad de los cincuenta. Así, luego de instalar la planta, enfrenta la opción de comprar una fábrica con equipamiento de cierta importancia y personal calificado, realizando finalmente la compra e integrando ambas firmas.



máquinas producidas. La gestión empresarial quedará en manos de un directorio formado por tres personas, gerentes de diseño, de planta y financiero, todos provenientes de la antigua firma. Por su parte la sociedad propietaria del establecimiento se encargará de la comercialización de los productos de la firma. Esta estructura se conserva aún en la actualidad. Durante la primera mitad de la década del sesenta se realizará un fuerte plan de expansión de la capacidad de la firma la que incrementa notoriamente su escala. Al mismo tiempo en esta época se producen modificaciones importantes en el tipo de productos vía la creación de una oficina de diseño, con la aparición de nuevos modelos de tornos paralelos y el inicio de la producción de máquinas especiales como tornos revólver, copiadores y fresadoras. Así el fuerte incremento en la producción unido al nuevo tipo de productos ubican a la firma en una clara posición de liderazgo en la industria de tornos hacia 1965.

Con una escala mucho mayor, se produce sobre fines de los sesenta un cambio drástico en la organización interna de la planta a través de una sustitución de operarios por técnicos e ingenieros, dando origen a actividades técnicas con la creación de oficinas de métodos y tiempos, programación y control de la producción, control de calidad, etc. Estos cambios darán origen a un conjunto de tareas de optimización del proceso productivo.

Así, a comienzos de la década del setenta, la firma se había alejado considerablemente del promedio de la industria de máquinas-herramienta en general y de tornos en particular como lo indican las cifras del cuadro II. Para esta fecha, dos tercios del valor de la producción total de tornos estarían en manos de las tres firmas mayores. <sup>17/</sup> Sin embargo, el liderazgo de la firma es todavía muy claro sobre todo si se tiene en cuenta que sus dos rivales no producen máquinas especiales y por consiguiente poseen una estructura mucho mas sencilla. En este sentido, la conducta de la firma ha sido la de moverse poco a poco hacia productos de mayor complejidad, poniendo en marcha en la segunda mitad de los setenta el diseño de un torno a control numérico que entró en producción en 1979.

En resumen, el origen de esta firma reconoce un patrón similar al observado en el surgimiento de los establecimientos pequeños y medianos del sector metal-mecánico argentino y de otros PMD. Esto es, está asociado al desarrollo de habilidades artesanales de operarios calificados, en su mayoría inmigrantes, con experiencia en sus países de origen o en talleres ferroviarios nacionales o empresas metalmeccánicas más antiguas (en este caso se trata de SIAM de Argentina).

En la Argentina, parecen haber pesado en gran medida la fuerte inmigración italiana -este caso es ilustrativo al respecto- así como la importancia del

---

<sup>17/</sup> Según información suministrada por la Cámara Argentina de Fabricantes de Máquinas-herramienta.

Cuadro 2. Ubicación relativa de la firma estudiada en  
la industria de máquinas-herramienta. (1971)

	Agrupamiento de empresas por tamaño	Cantidad de firmas por grupo	Producción por empresa			Ocupación por empresa				Consumo de energía por empresa (miles KWh)
			Unidades	Peso (tn)	Valor (miles U\$S)	Operarios	Técnicos y profes.	Empleados Administr.	Total	
Industria de máq.-herr.										
	Más de 45 empleados	12	145	635	1012	78	9	15	102	199
	Menos de 45 empleados	82	145	65	122	12	1	2	15	27
	Total	94	145	137	235	21	2	3	26	49
Productores de tornos										
	Más de 45 empleados	5	180	295	687	...	...	...	...	...
	Menos de 45 empleados	17	65	69	120	...	...	...	...	...
	Total	22	91	120	249	28		6	34	68
La firma estudiada			432	695	2204	99	34	29	162	559

Fuente: Dirección General de Fabricaciones Militares. "La Estructura de la Industria de Máquinas-herramientas", Buenos Aires 1972; y datos proporcionados por la firma estudiada.

parque ferroviario, de maquinaria en general y automotriz de las primeras décadas del siglo. <sup>18/</sup> La política de sustitución de importaciones provoca un gran auge de la producción local de máquinas-herramienta la que se ve estimulada a medida que dicho proceso de sustitución se profundiza en el sector metalmeccánico con el desarrollo de sectores de gran demanda por máquinas-herramienta como el sector automotriz. Este fuerte crecimiento del sector metalmeccánico a fines del cincuenta y comienzos del sesenta, junto a los cambios en la estructura de la propiedad de la firma provocan la transición de taller artesanal a establecimiento de mediana envergadura capaz de acometer la producción de máquinas más complejas. Este paso se produce en medio de un proceso de concentración de la oferta local en manos de un grupo de firmas más avanzadas donde la empresa aquí estudiada ejerce un notorio liderazgo.

## I.2 Tipos de productos elaborados por la firma.

Como se dijo en los párrafos anteriores, la firma se especializó desde sus orígenes en la producción de tornos. Sin embargo, con el correr de los años la actividad en materia de modelos fue adquiriendo una mayor complejidad. Así, con el objeto de resumir los distintos modelos elaborados a lo largo del tiempo por la firma, presentamos el cuadro 3.

No obstante que el análisis de adaptación y generación de conocimientos técnicos en el área de diseño del producto será tratada explícitamente en el capítulo III, podemos aquí realizar algunas observaciones preliminares sobre los datos del cuadro 3.

En primer lugar, obsérvese la etapa que se inicia desde los orígenes de la firma hasta comienzo de los sesenta en la que se destaca la actividad de copia directa sobre modelos europeos. No obstante tratarse de copias, existe a lo largo de esta etapa una clara evolución representada por el paso desde una copia totalmente artesanal sobre la observación directa o de planos de partes hacia una actividad de copia en la que participa el dibujante local sobre la base de un producto que gana en complejidad.

En segundo lugar, la década del sesenta refleja una intensa actividad en el lanzamiento de nuevos modelos. Dicha década puede ser vista como la etapa en la cual las habilidades internas de diseño adquieren una magnitud de cierta consideración y aparecen los primeros diseños locales. Obsérvese que la mayor actividad en diseño se produce en gran parte con la aparición de productos de mayor complejidad como son las máquinas especiales.

---

<sup>18/</sup> Asimismo, parecen haber jugado un papel importante en la constitución de unidades productivas artesanales en el sector de bienes de capital, ciertas empresas comerciales, quienes -como en este caso- financiaron las actividades iniciales de los productores, los ayudaron a equiparse, a elegir el producto y a comercializarlo.

Cuadro 3. Productos elaborados por una firma argentina  
de máquinas-herramienta. 1945-1979

AÑO	Tornos paralelos		Máquinas especiales	
	Modelo	Observaciones	Modelo	Observaciones
1945	Torno conopoles	Copia torno Wolman checoslovaco		
1953	Torno paralelo	Copia torno (Mass) checoslovaco		
1958	T-225	Copia torno (URSUS) italiano		
1960			TRL-250 RB-32/1000	Torno revólver (copia) Agujereadora radial (licencia)
1963	TL-250	Adaptación (mayor tamaño) del modelo T-225	TC-500 TR-250	Torno copiador (copia) Torno revólver, nueva versión del modelo TRL-250
1964	T-190	Primer diseño totalmente local		
1965			RB 32/1000	Radial (se abandona en 1969)
1966	TL-250  T-220	Reemplaza al anterior pero es una adaptación (mayor tamaño) del T-190 Nuevo modelo	TC-500A	Torno copiador, nueva versión del modelo TC-500
1967			RB 32/800	Radial (se abandona en 1968)
1968	T-160 T-180	Nuevos modelos pequeños	FA-1	Fresadora
1969			TRU 250/52 Heycomat	Torno revólver, nueva versión del mod. TR-250 Torno copiador, bajo licencia sin éxito, no llegó a producirse
1971	T-280 T-400SB	Nuevo modelo pesado		
1972	T-250	Nueva versión del TL-250		
1973	T-300, T-300SB T-350	Modelos pesados		
1974	T-190 T-220	Nueva versión Nueva versión	FA-2	Fresadora
1976			T-220 Ciclomatic	Torno semiautomático
1978	T-160	Nueva versión		
1979			TCA 300 TCN 300	Torno copiador Torno control numérico

Por su parte, la década del setenta muestra en sus comienzos una intensa actividad en el rediseño de tornos paralelos, con la aparición de una extensa gama de modelos. Así, la firma, que desde sus orígenes producía tornos paralelos de tamaño medio extenderá sus diseños con el fin de incluir modelos livianos y pesados.

Finalmente, sobre fines de esta última década, resurgen los esfuerzos de diseño sobre las máquinas especiales, que culminan en 1979 con la elaboración local de un torno a control numérico.

### I.3 El proceso industrial de la firma.

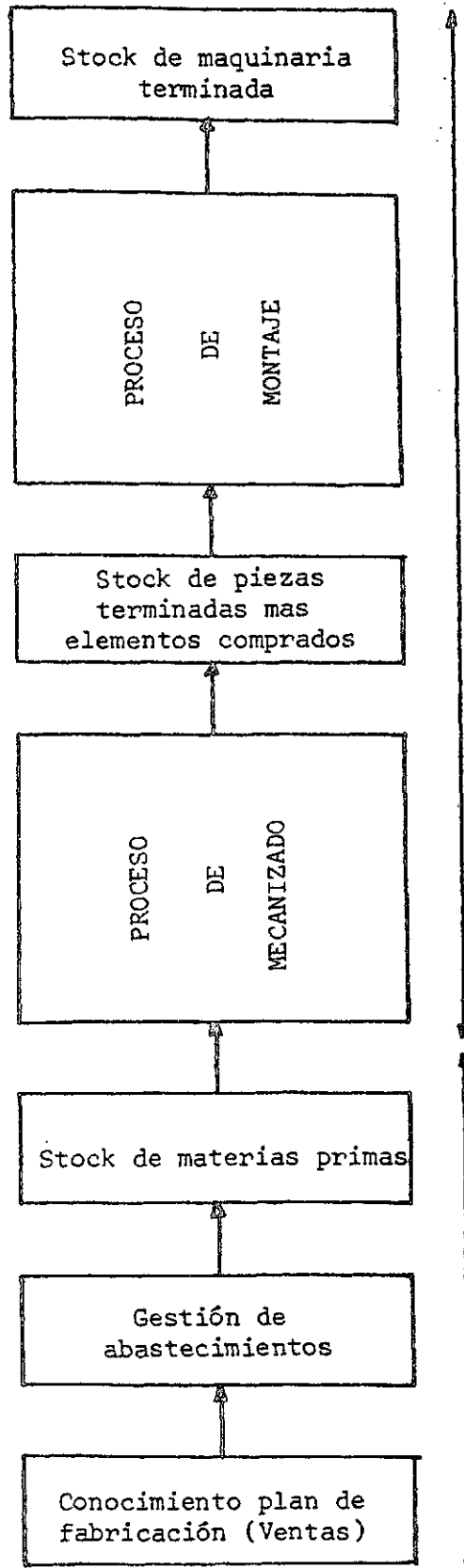
El objeto de esta sección es familiarizar al lector con las características de la tecnología de producción utilizada por la firma. Así, serán descriptos los subprocesos de fabricación, el grado de integración vertical de la firma, el ciclo de producción, las características de su equipamiento, personal, etc. Para ello apelaremos en nuestra descripción a los rasgos que caracterizan en la actualidad al proceso productivo de la firma. Por lo tanto, conviene realizar dos aclaraciones preliminares. En primer lugar, debe interpretarse la información provista a modo de descripción, que permita conocer cómo es en la actualidad el proceso industrial pero teniendo presente que dicha configuración representa un punto en el sendero evolutivo (de varias décadas) de una tecnología sujeta a constantes modificaciones. En segundo lugar, al referirnos a la tecnología de producción de la firma estudiada, surgirán explícitamente los rasgos idiosincráticos de la misma.

Tal como es sabido dentro de la profesión ingenieril, no existen dos plantas idénticas -aun para un mismo producto- y por consiguiente aun rasgos importantes del proceso de producción como, por ejemplo, el grado de integración vertical pueden diferir entre firmas de la misma industria. Como se vió en la introducción ambos puntos, el del carácter evolutivo de la tecnología y el de los aspectos idiosincráticos de la misma a nivel de firma forman parte central en las hipótesis de este trabajo y serán tratados explícitamente en los capítulos II y III de la presente monografía.

Hecha esta aclaración vayamos a una primera descripción global del proceso industrial. Esta se resume en el cuadro 4. En él puede verse que el ciclo total de producción consume siete meses de los cuales los tres primeros se ocupan en una fase previa de abastecimiento y preparación. El proceso industrial propiamente dicho está constituido por dos grandes procesos que son el Proceso de Mecanizado y el Proceso de Montaje, los que, en conjunto, tienen una duración de 4 meses. A continuación vayamos por partes describiendo las distintas fases del cuadro 4.

La etapa de gestión de abastecimientos concluye con la formación de un stock de materias primas constituido casi en su totalidad por fundición de hierro y aceros. Esta constituye la principal materia prima que utiliza el proceso, tanto en cantidad -dado que aporta alrededor de dos tercios del peso del producto final- como en valor -donde ocupa una cuarta parte de los costos totales de fabricación-. Así, tanto el precio como la calidad de la fundición son de vital importancia para la producción eficiente de máquinas-herramienta. Por lo visto arriba, esta materia prima tiene un gran peso sobre el tipo de integración del proceso dependiendo de

Cuadro 4. Proceso industrial de una firma argentina de máquinas-herramienta



(3 meses)

(4 meses)

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

si se subcontrata o si se realiza internamente. Así la incorporación del proceso de fundición al esquema del cuadro 4 no sólo alargaría la duración del proceso sino que modificaría sustancialmente la dotación de mano de obra y capital de la firma. Cabe finalmente señalar que la firma, aún desde sus orígenes, siempre adquirió externamente el material de fundición. 19/

Una vez adquirida la materia prima de fundición, comienza el proceso de mecanizado que tiene por objeto elaborar las piezas que forman parte del producto final. Este proceso de mecanización representa la etapa de mayor importancia en el proceso global: en él se concentran dos tercios del plantel de operarios dedicados a tareas de transformación (directos) y casi la totalidad de la maquinaria que emplea la firma. En realidad, en esta etapa es donde aparecen claros los rasgos multiproducto y multiproceso de la industria de transformación de metales. Si observamos en el cuadro 3 la cantidad de productos que elabora la firma y pensamos que cada producto es la resultante de un número elevado de piezas elaboradas por la firma surge el mencionado carácter multiproducto. Por otra parte, cada una de las piezas que componen el producto final deben ser transformadas acudiendo a procesos diferentes (corte, torneado, agujereado, fresado, etc. etc.), lo que da origen no a un proceso único, sino a la combinación de diferentes sub-procesos.

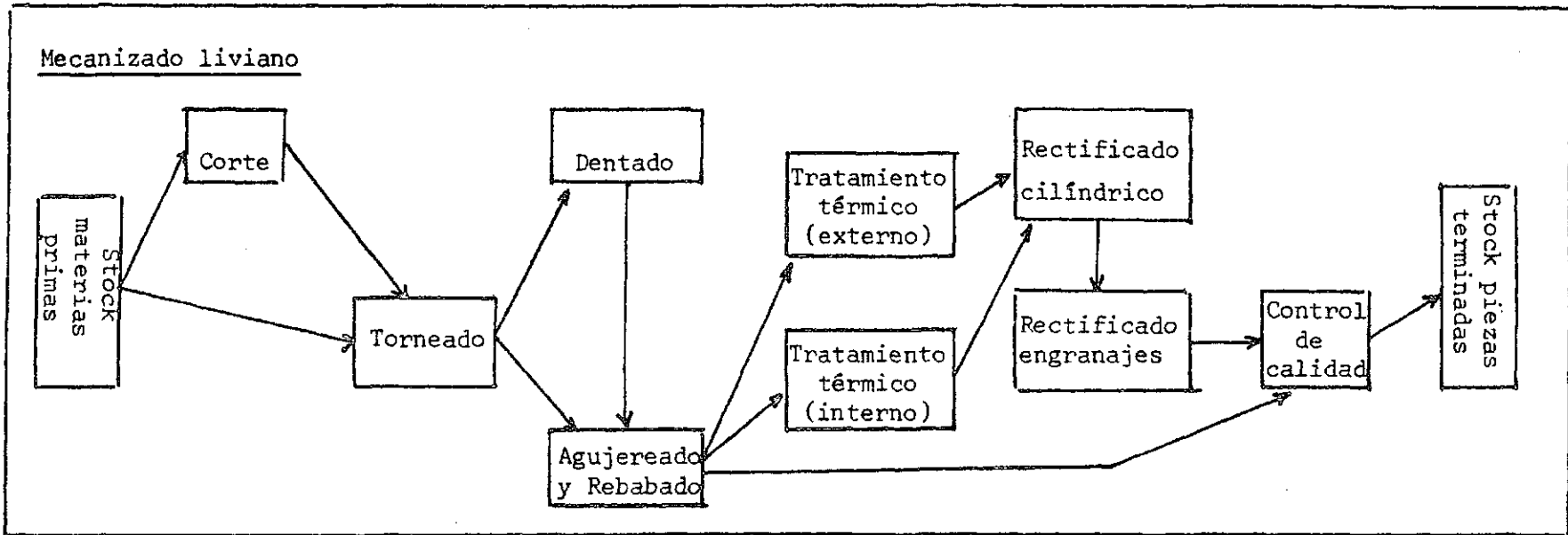
Así, el proceso de mecanizado consta de dos sub-procesos importantes: a) mecanizado pesado, en donde se mecanizan las grandes piezas de la máquina, (como por ejemplo la bancada del torno) y b) mecanizado liviano, en donde se realizan trabajos de mecanización sobre el resto de las piezas. Ambos sub-procesos están constituidos por un conjunto de sub-procesos u operaciones más específicos como el caso de los mencionados más arriba. El cuadro 5 nos provee de una descripción del proceso global de mecanización.

En el cuadro 5-A puede observarse que el subproceso de mecanizado liviano es la suma de distintas tareas específicas, siendo cada casillero de la figura una operación (en realidad es un conjunto de operaciones) que se van realizando según el orden indicado por las flechas. Además, cada casillero constituye la ubicación física de un conjunto de máquinas especializadas en cada tarea, esto es, torneado está compuesto en su mayoría por un conjunto de tornos, fresado por fresadoras y así sucesivamente. De este modo, el proceso de mecanizado se halla organizado por talleres -rasgo central en la tecnología de la firma- resultado

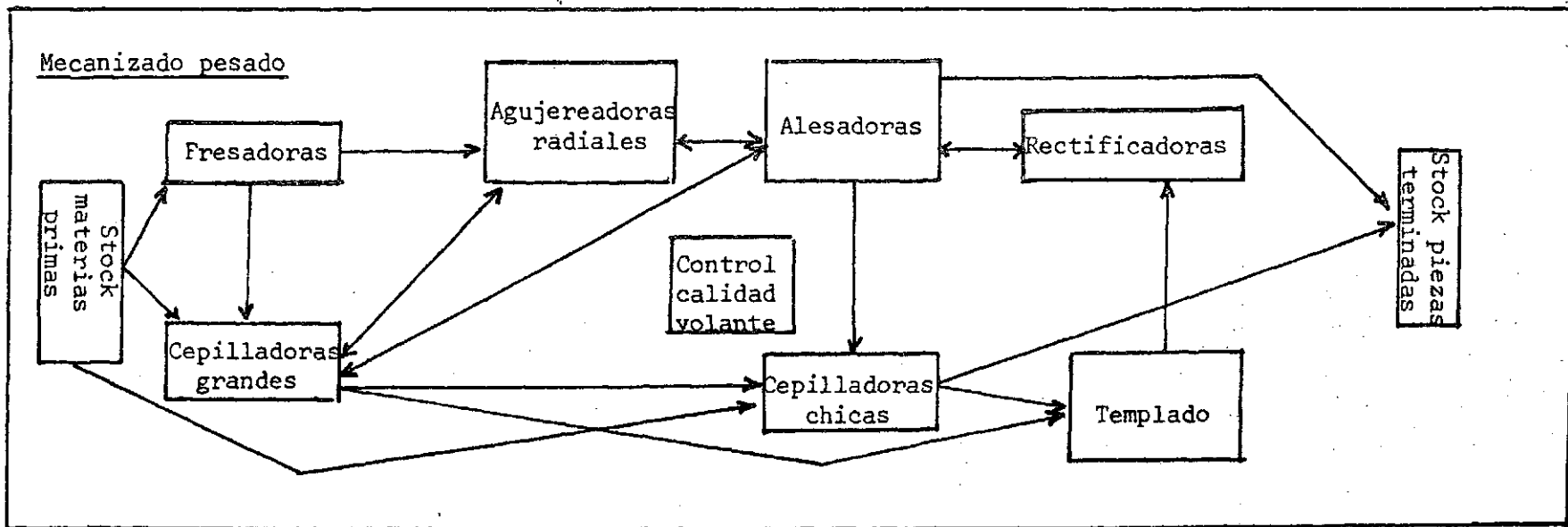
---

19/ Esta parece ser también la modalidad del conjunto de la industria de máquinas-herramienta. Así, según un informe de la Dirección General de Fabricaciones Militares para 1971 sobre 89 firmas sólo 5 estaban integradas con la etapa de fundición. No obstante lo cierto de esta cifra, que a simple vista indicaría una aceptable división del trabajo, la realidad en materia de subcontratación de fundición parece ser otra cuando se intenta analizar más en detalle la situación de las firmas. Los autores han podido comprobar a través de algunas entrevistas que la fundición constituye un serio problema (sea por precio, por calidad o por regularidad en entregas) para la mayoría de los productores quienes sea a través de acuerdos con los fundidores o participando como socios, tratan de evitar los mencionados inconvenientes. Así si se observa el número de firmas que son co-propietarias de fundiciones o que realizan acuerdos (pecuniarios) especiales nos encontramos con un panorama diferente.

Cuadro 5-A. Proceso mecanizado de una firma argentina de máquinas-herramienta



Cuadro 5-B.



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

Fuente: Datos proporcionados por la firma.



del agrupamiento de los equipos de acuerdo con el proceso u operación a realizar. Así, siguiendo una denominación usual en los manuales de ingeniería, llamaremos a este modo de producción "tecnología de taller o discontinua". <sup>20/</sup> Al mismo tiempo, denominaremos al lugar de la planta donde se realiza el proceso de mecanizado, "sección de mecanizado", la cual estará compuesta de "subsecciones de mecanizado liviano y pesado" y por último de "sub-subsecciones", siendo estas últimas los distintos grupos de talleres (shops), como tornería, corte, fresado, etc. Esta clasificación servirá mas adelante cuando hagamos referencia a las distintas etapas del proceso.

El cuadro 5-B representa el subproceso (y subsección) de mecanizado pesado y debe ser leído de la misma forma como lo hiciéramos en el caso del cuadro anterior.

A propósito del cuadro 5 y llegados a este punto, parece conveniente responder a la pregunta sobre cuál es la importancia relativa de cada subproceso o subsección en el proceso total. El cuadro 6 permite responder parcialmente a través del peso relativo que cada sub-subsección posee dentro del empleo (operarios) y equipamiento (maquinarias) total.

De dicho cuadro surge en primer lugar la gran importancia del proceso de mecanizado, el cual absorbe más de un 40% del empleo (operarios) y un 90% del valor del stock de maquinarias. En segundo término puede apreciarse las distintas intensidades de uso de trabajo o capital de las diferentes subsecciones. Aquí, mecanizado pesado (en especial alesadoras y cepillos) resulta ser muy capital intensiva; seguida luego por mecanizado liviano (en especial rectificado liviano). Por su parte la sección de montaje es claramente trabajo intensiva en términos relativos.

Ahora bien, dentro de la configuración descripta por el cuadro 5 -y antes de continuar la descripción del resto del proceso- conviene explicitar aquellas operaciones que son factibles de ser subcontratadas externamente. Estas se localizan principalmente en la subsección de mecanizado liviano y son a) torneado, que es una operación en parte subcontratada (los valores del cuadro 6 se refieren a la parte hecha en la planta la cual puede oscilar con el ciclo económico); b) tratamiento térmico externo, como su nombre lo indica se realiza enteramente afuera; c) rectificado de engranajes que se realiza en su totalidad en la planta; d) tareas pequeñas como grabado y cromado. De las mencionadas, la tarea de rectificado de engranajes parece ser un elemento clave en el grado de integración del proceso de mecanizado. Así, si la firma siguiera la modalidad de los países industrializados de proveerse externamente de los engranajes, no sólo debería ser eliminada esta sub-subsección, sino también eliminar completamente la sub-subsección de dentado, el 50% de tornería y porcentajes importantes de agujereado y rebabado y rectificado cilíndrico. Así, esta decisión representaría eliminar alrededor del 12-15% del empleo (en horas operario) y un 20-25% del stock de maquinarias; según datos utilizados al construir el cuadro 6. Como puede

---

<sup>20/</sup> El modo de producción opuesto a éste se denomina "tecnología continua de producción", en la cual el proceso se realiza en forma de un flujo continuo, esto es, el ordenamiento de los equipos se hace de acuerdo al producto elaborado dando origen a una línea de producción.

Cuadro 6. Distribución de las horas-operario y del valor del stock de capital entre las secciones de una firma argentina de máquinas-herramienta

	Porcentaje de las horas-operario totales. 1974-75	Porcentaje del valor del stock de equipos y maquinaria. 1976
<u>Mecanizado Liviano</u>	<u>20,09</u>	<u>37,01</u>
Corte	1,33	1,76
Torneado	7,51	8,36
Dentado	3,24	5,52
Agujereado y Rebabado	3,38	2,79
Trat. térmico interno	...	...
Rectificado liviano (cilíndrico y engranaje)	4,63	17,28
Control de calidad	...	1,3
<u>Mecanizado pesado</u>	<u>21,03</u>	<u>56,11</u>
Fresadoras y limadoras	7,4	3,45
Cepillos (chicos y grandes)	2,1	12,67
Agujereadoras radiales	4,4	2,37
Alesadoras	4,9	29,91
Rectificadoras	2,2	5,57
Templado	...	0,74
Control de calidad	...	1,4
<u>Dispositivos, máscaras y herramient. (incluye máq. auxiliares)</u>	<u>3,11</u>	<u>4,3</u>
<u>Montaje (excluida pintura y electricidad)</u>	<u>20,94</u>	<u>2,82</u>
<u>Transporte interno</u>	<u>5,93</u>	<u>2,46</u>
<u>Pintura y electricidad</u>	<u>6,92</u>	...
<u>Indirectos restantes (incluye mantenimiento, limpieza, control de calidad, tiempo inactivo, etc.)</u>	<u>17,46</u>	...

Fuente: Elaboración propia sobre datos provistos por la firma.

verse estamos hablando de valores importantes.

Continuando con el proceso global descrito en el cuadro 4 llegamos al punto en que luego de finalizado el proceso de mecanizado debe iniciarse el proceso de armado de las piezas y partes que componen la maquinaria. Esta etapa es conocida como montaje. Previo al inicio de dicho proceso debe constituirse un stock de partes mecanizadas y de elementos comprados. Estos últimos son en algunos casos piezas de gran elaboración y que la firma requiere en cantidades pequeñas por lo cual son típicamente compradas en el mercado local o importadas si no se hallan en él. Entre dichas piezas se destacan (su importancia va decreciendo según el orden)

- Rodamientos en general
- Motores eléctricos
- Equipos eléctricos de control y cables
- Platos de amarre manuales y motorizados
- Válvulas hidráulicas y neumáticas
- Herrería y tornillería standard
- Retenes de aceite
- Bombas de engrase
- Cañerías y empalme
- Etc., etc.

Esta lista puede constituir entre un 5 y un 10% del costo total de fabricación del producto final.

Así, es iniciado el proceso de montaje el cual está formado por las etapas descritas en el cuadro 7. Como se vió en el cuadro 6 este proceso se destaca por su intensidad relativa en mano de obra; sin embargo debe señalarse que la comparación del cuadro 6 excluye del stock de capital la parte de edificios e instalaciones, lo cual modificaría los valores del cuadro. En referencia a esto último puede citarse que alrededor de un 60% de la superficie cubierta del establecimiento se dedica a tales tareas.

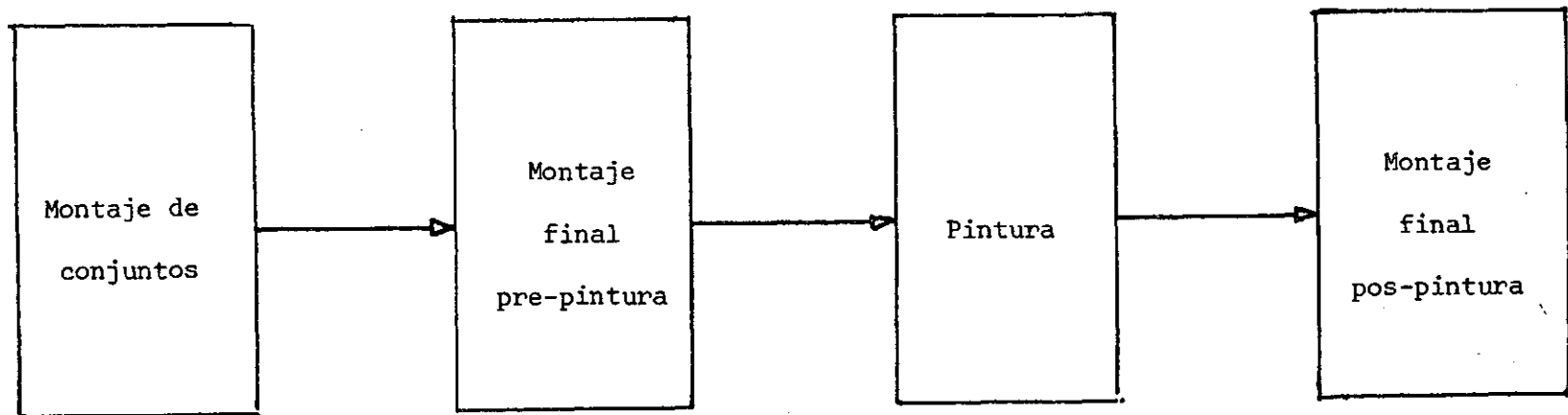
#### I.4 La organización interna de la planta.

La organización de la planta anterior al año 1960 fue de tipo familiar tal como se desprende de la caracterización hecha en el apartado II.1. Hacia el año 1958 puede decirse que sólo se hallaban separadas las funciones de diseño y de supervisión general de planta (esta última a cargo de un jefe de planta). Sin embargo la participación del propietario en todas las áreas era notoria, tomando para sí la parte contable, compras de materiales, etc.

En la época que comienza en 1960, que es la que abarcará el estudio, pueden citarse dos momentos relevantes en cuanto a cambios organizativos. El primero se ubica en el mismo año 1960 cuando el cambio de propiedad modifica la estructura familiar anterior. El segundo ocurre a fines de la década del 60 cuando en el área de producción aparecen un conjunto de ingenierías que se organizan en departamentos u oficinas con diferentes especializaciones.

Con el propósito de mostrar más en detalle lo expresado en el párrafo anterior, en el Cuadro 7 presentamos un organigrama de la firma para el año 1976. Junto

Cuadro 7. Proceso montaje de una firma argentina de máquinas-herramienta



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

a cada oficina o área respectiva se indica el año en que la misma pasa a trabajar en forma independiente. 21/

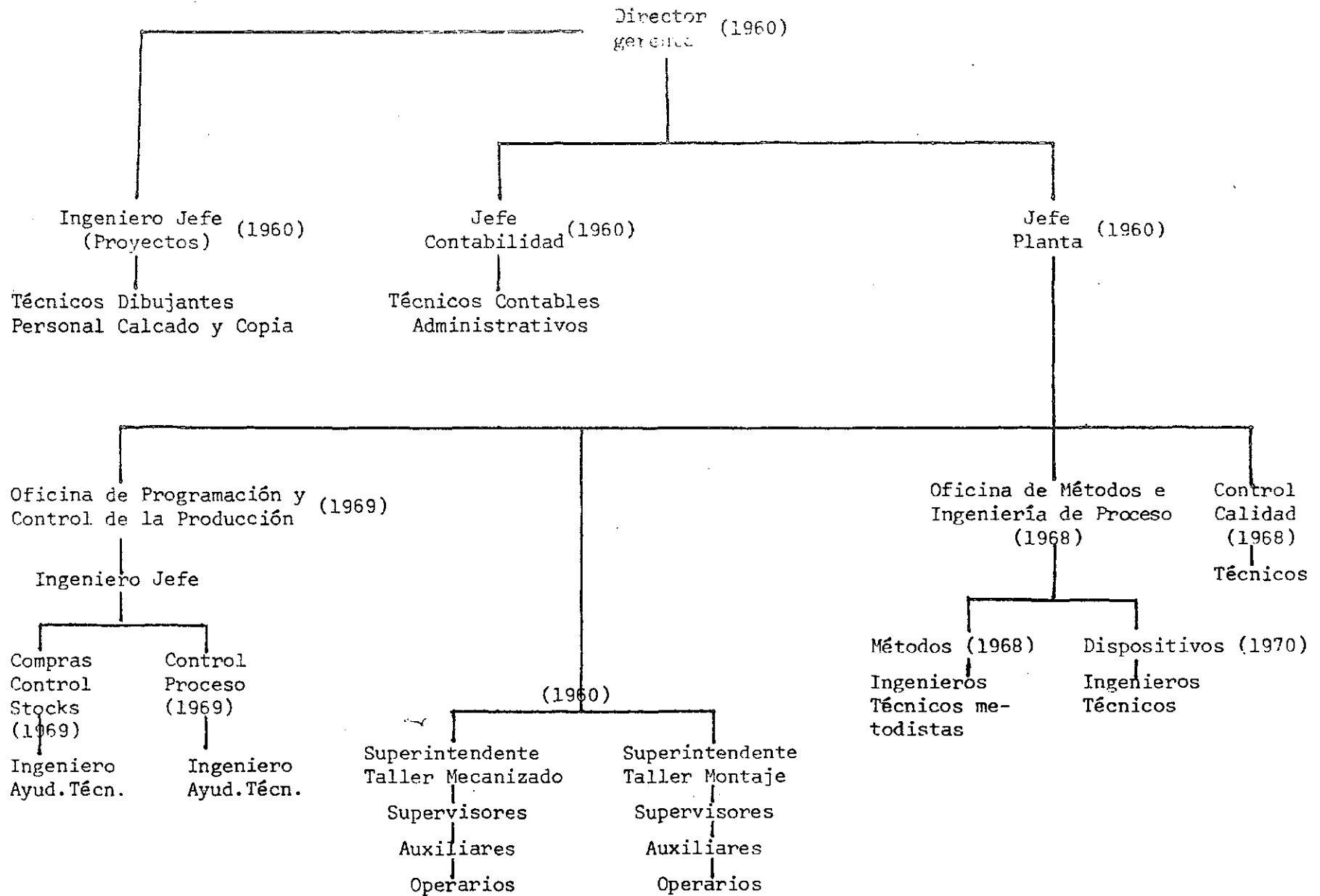
Así puede verse que con el cambio de 1960 la dirección de la empresa queda en manos de un director gerente, quien es a su vez ingeniero jefe de diseño; y con casi igual nivel en las decisiones generales de la empresa aparecerán un Director Financiero o Jefe de Contabilidad y un Jefe de Planta. El titular de este último cargo sigue siendo la misma persona que actuara como Jefe de Planta durante el período de "organización familiar" anterior a 1960). Debe notarse además que el área de ventas (tarea manejada antes por el propietario quien negociaba la producción a distribuidores o en forma directa al comprador) no figura en la organización dado que toda la producción es vendida a la firma distribuidora que forma parte del mismo grupo propietario.

En cuanto al segundo de los cambios importantes mencionados, puede observarse como entre 1967 y 1969 son creadas las oficinas de Control de Calidad, Métodos, y de Programación y Control de la Producción respectivamente. Estos cambios son de una magnitud e importancia mayores que los de 1960 ya que no se trata solamente de un reacomodamiento de tareas sino de la creación de un conjunto de especialidades de ingeniería que ejercerán un fuerte impacto sobre el proceso de producción.

---

21/ Debe aclararse que la fecha no significa en todos los casos el inicio de una dada tarea sino el año en que se independiza. Por ejemplo el área de compras y control de stock lo hace en 1969 no queriendo con ello decir que dicha tarea antes no se efectuara, sino mas bien el año en que se organiza como una actividad independiente bajo el control del Jefe de Programación. Así, antes de 1969 ésta y otras actividades de programación que antes existían estaban en manos del Jefe de Planta y eran realizadas en forma rudimentaria.

Cuadro 8. Organigrama de una fábrica argentina de máquinas-herramienta. Año 1976.



## II. ETAPAS HISTORICAS Y CONDUCTAS TECNOLOGICAS: EVIDENCIA Y ANALISIS DE LOS CAMBIOS EN EL CONOCIMIENTO TECNOLOGICO DE LA FIRMA

El propósito de este capítulo es el de presentar las principales series estadísticas recogidas a lo largo del presente estudio. El mismo consta de dos secciones. En la primera será evaluada la performance global de la firma en el período 1960-1976. La segunda sección explora más en detalle, y recurriendo a elementos histórico-descriptivos, las diversas fases o momentos en el crecimiento de la firma con el objeto de visualizar los distintos cambios en la tecnología por ella empleada.

### II.1 La performance global de la firma 1960-1976.

Esta sección intenta presentar una visión global de la performance de largo plazo de la firma a través de indicadores de producción, empleo y capital, así como efectuar una primera medición en el tiempo, a través de índices de productividad de los factores, del cambio tecnológico alcanzado por la misma.

Los diversos problemas de medición que se nos plantearon para la construcción de los indicadores son tratados en forma extensa en el apéndice A-I. El lector podrá observar en dicho apéndice la información de que se dispuso para el análisis de performance aquí expuesto. A lo largo del trabajo recurriremos en varias oportunidades a los datos allí presentados. 22/

En el cuadro 9 y en los gráficos la y lb se resumen los indicadores mencionados, medidos todos en índices referidos al año base 1960.

La información contenida en el cuadro 9 y los gráficos la y lb nos permite hablar de la existencia de tres etapas en la performance de la firma. La primera etapa abarca los años 1960-65 y refleja un salto importante tanto del volumen de producción como en el uso de factores productivos. Se puede ver que la etapa se inicia con fuertes inversiones que en sólo un par de años llevan a casi triplicar el stock de capital inicial. Concomitantemente se registran fuertes aumentos en el volumen físico de producción y en la utilización de mano de obra. La segunda etapa abarca los años 1965-69 en los que se observa un claro 'freno' del proceso expansivo de años anteriores. La producción oscila sin superar los valores del año 1965, el empleo es redimensionado y las inversiones anuales se reducen drásticamente. Por último la tercera etapa 1969-76 muestra un nuevo aumento de la producción, pero esta vez casi sin modificarse las horas totales trabajadas y con aumentos más suaves en el stock de capital de la firma.

---

22/ Debido a razones de confidencialidad en la información, la totalidad de los datos se presenta en números índice (base 1960=100). Esperemos que esto no cause dificultad al lector en el entendimiento del fenómeno global aquí explicado. Asimismo, hacemos constar nuestro agradecimiento a los directivos de la firma por el apoyo brindado en lo referente a la información aquí examinada.

Cuadro 9. Indicadores de performance de una planta argentina de máquinas herramienta

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
AÑO	produc ción	empleo	capital	produc- tividad laboral	produc- tividad total de factores
	<u>a/</u>	<u>b/</u>	<u>c/</u>	<u>d/</u>	<u>e/</u>
1960	100,0	100,0	100,0	100,0	1,000
61	111,8	112,3	128,3	99,4	1,053
62	85,2	100,0	97,8	85,7	0,998
63	181,2	111,1	208,0	165,5	1,290
64	221,8	163,0	254,6	135,9	1,163
65	287,8	196,3	330,5	151,3	1,176
66	286,7	207,4	329,1	143,7	1,142
67	235,3	181,5	270,1	133,6	1,113
68	280,6	176,5	322,1	170,8	1,231
69	273,4	190,1	313,9	153,2	1,169
1970	342,1	196,3	334,9	191,4	1,402
71	406,1	198,8	397,6	213,7	1,471
72	388,5	202,5	380,3	209,0	1,460
73	438,0	208,6	428,9	231,3	1,522
74	421,7	211,7	412,8	229,9	1,519
75	400,5	208,6	392,1	225,4	1,504
76	438,2	206,2	429,0	244,9	1,549

Fuente: Cuadros A-4, A-6, A-7 y A-10.

a/ Índice de producción expresado en peso 'ajustado'. Véase Apéndice cuadro A-4.

b/ Horas totales trabajadas por el personal. Véase Apéndice cuadro A-7.

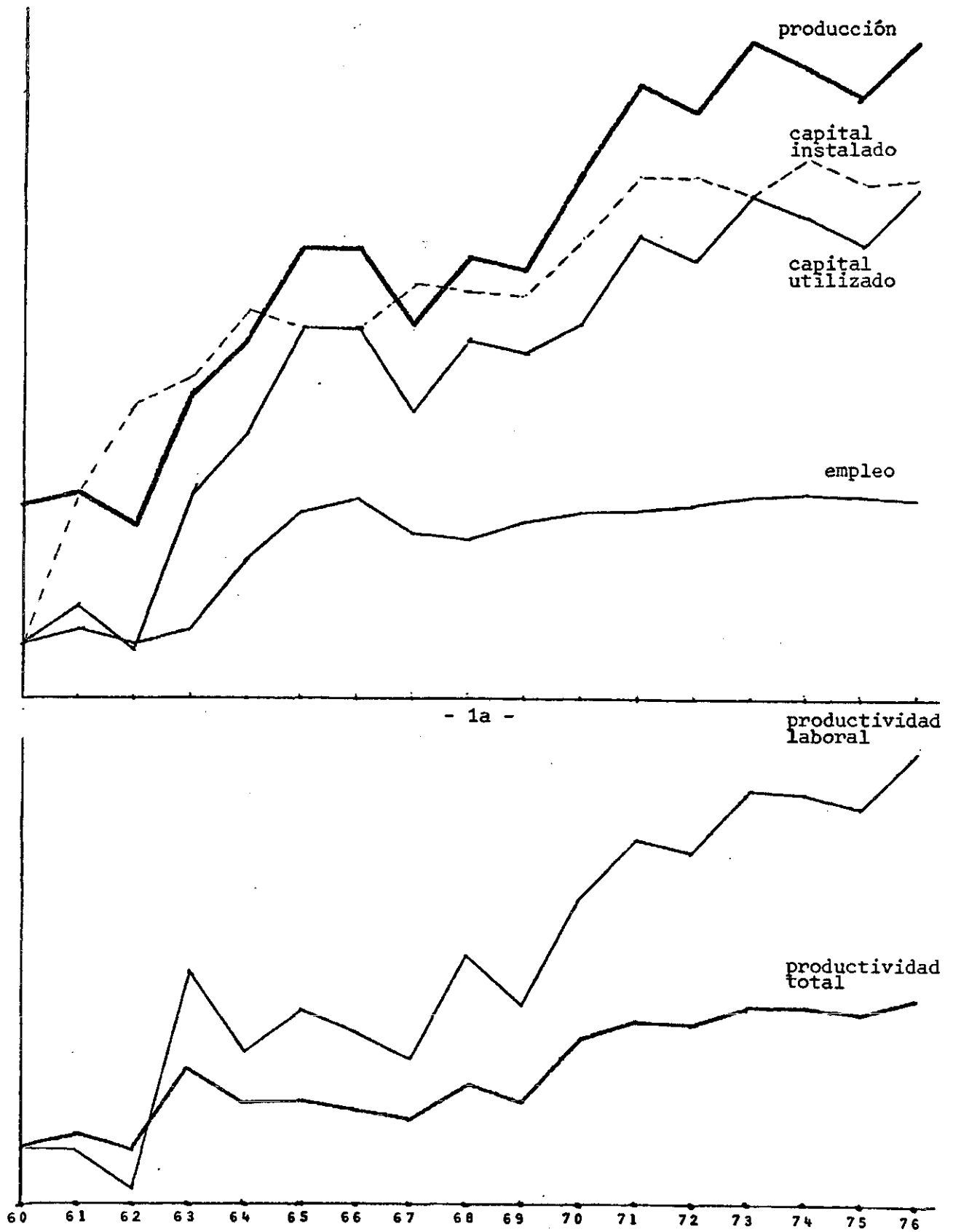
c/ Stock de capital efectivamente utilizado. Véase Apéndice cuadro A-6.

d/ Cociente (2)/(3)

e/ Véase Apéndice cuadro A-10.



Gráfico 1. Indicadores de performance de una planta argentina de máquinas herramienta



Fuente: Cuadro 1.

- 1b -

Por otro lado, los índices de productividad del gráfico 1b confirman esta separación de etapas. Ambos indicadores aumentan en la primera etapa, se mantienen constantes en la segunda y vuelven a repuntar en la tercera. <sup>23/</sup> Dichos aumentos se resumen en el cuadro 10

Cuadro 10. Aumentos en la productividad laboral y productividad total en una planta argentina de máquinas herramienta

periodo	produc- tividad laboral	tasa anual	produc- tividad total	tasa anual
1960 - 1965	51,3%	8,6%	17,6%	3,3%
1965 - 1969	1,2%	0,3%	-1,6%	-0,4%
1969 - 1976	59,9%	6,9%	32,5%	4,1%
1960 - 1976	144,9%	5,8%	54,9%	2,8%

Fuente: datos del Cuadro 1.

Los datos arriba presentados nos dan una idea de la performance evolutiva global de la firma y nos permiten captar 'momentos' o 'etapas' distintas en la historia de la misma. Una vez hecha esta primera aproximación pasaremos a explorar 'qué hay detrás' de los indicadores estadísticos observados. Nuestro argumento de aquí en más será que los aumentos en la productividad de cada etapa provienen de conductas tecnológicas de distinta naturaleza: en el primer período sobresalen importantes innovaciones en el área del producto junto a cambios en el proceso productivo que resultan de la incorporación de equipos de capital, mientras que en el último período dominan la escena un conjunto amplio de actividades técnicas destinadas a optimizar el proceso productivo y la organización de la producción. Esta hipótesis (así como las que veremos más adelante) referida a la conducta tecnológica de la firma, tiene, en nuestra interpretación, un carácter temporal y está relacionada con un conjunto de variables endógenas y exógenas a la firma cuyo valor va cambiando en el tiempo. Así, a los fines de seguir el hilo evolutivo del fenómeno de cambio tecnológico de la firma en todo el período, pasaremos a estudiar lo ocurrido en cada etapa para captar más adecuadamente los rasgos centrales del caso estudiado. Pondremos atención -partiendo de esta hipótesis de cambios tecnológicos secuenciales que se localizan en diferentes áreas del conocimiento técnico global empleado por la firma- en las modificaciones de tres áreas básicas, a saber: a) diseño de

<sup>23/</sup> Llamamos la atención en el gráfico 1b los saltos en la productividad ocurridos en 1963 y 1970. Más adelante volveremos sobre dichas discontinuidades, las cuales tienen que ver en gran medida con el método de medición adoptado.

producto, b) proceso productivo, y c) organización de la producción. Cabe señalar que nuestro propósito no es el de encontrar una relación expresa cuantificable entre los cambios en cada una de dichas áreas y aquéllos observados en el índice de productividad total, (tal como suele hacerse en los trabajos de descomposición del 'residuo tecnológico' de acuerdo a las fuentes explicatorias del mismo). Esto se debe a que, tal como se verá más adelante, la estrecha interdependencia existente entre los cambios en cada área impide un tratamiento convencional a menos que acudamos a fuertes supuestos (tales como, por ejemplo, medir los efectos de cambios en el proceso sobre la productividad, suponiendo como dato exógeno e invariable el diseño del producto, o la organización de la firma). Nuestro método de aproximación será, en cambio, relacionar los cambios encontrados en dichas áreas, los esfuerzos realizados por la firma y los insumos implícitos en ellos, con la eficiencia de largo plazo, el crecimiento y el éxito o fracaso en el mercado de la firma estudiada.

## II.2 Performance y conductas tecnológicas: análisis de las etapas.

1960-1965: Transición de taller a planta, innovación en productos y cambios 'incorporados' en las nuevas inversiones.

El cambio en la propiedad de la firma en 1960 abre el camino de un conjunto amplio de cambios organizativos que significarán el paso de un taller artesanal a un establecimiento fabril moderno. Dicho cambio no se produce inmediatamente a la compra de la firma por el grupo extranjero sino más bien es logrado durante un período de ajustes que llevan varios años. Para comprender más adecuadamente el tipo de transición a que nos referimos conviene que el lector recuerde la descripción de la situación de la firma y el sector a fines de los años cincuenta, descripción que ya fuera realizada en el capítulo anterior.

En lo que a la firma se refiere habíamos señalado los cambios que el antiguo propietario introdujo en la segunda mitad de la década con el objeto de vender el establecimiento. La modificación del producto principal, pasando de un torno paralelo 'copia Mass' a uno 'copia URSUS' junto al incremento en el equipamiento y personal que responde al cambio en el producto (dado que la escala se mantiene en 10-12 tornos mensuales promedio) conformaron el primer paso en la transición aludida. En estas condiciones, la firma formaba parte, en el momento de su venta, del grupo de firmas del sector que, habiendo superado la etapa de instalación, marchaban al frente del ranking del sector en cuanto a escala y a capacidad productiva se refiere.

Por su parte, el crecimiento de la industria de máquinas-herramienta se ve impulsado en estos años (fines de los años cincuenta), momento en que se intensifica la expansión y diversificación del sector metalmecánico argentino y la aparición de actividades más complejas tales como las industrias de bienes durables de consumo producidos en forma masiva. En especial, la irrupción del complejo automotriz (terminales y autopartes) en el sector impondrá condiciones de demanda diferentes, pasando además a constituirse en el principal comprador de máquinas-herramienta. 24/ Este sector demandará máquinas-herramienta complejas para

24/ La aparición de la automotriz no sólo afectará al sector en cuanto al tipo de productos sino también producirá otros efectos sobre el sector modificando la situación del subsector de partes y componentes de máquinas-herramientas,

alta producción -que en su mayor parte son cubiertas por importaciones- así como maquinaria universal con requerimientos técnicos superiores a los ofrecidos por el grueso de los productores nacionales de ese momento. Algunos de los productores líderes de la industria pueden responder a esta demanda y en especial, dentro de ellos, aquéllos dedicados a la producción de tornos, quienes cuentan ya con una escala aceptable y un mayor período de desarrollo incipiente. De esta manera se empiezan a distinguir dos 'tipos' de demandas en el mercado de tornos; una, ya tradicional, representado por talleres de reparación, mantenimiento y mecanizado de piezas en pequeñas cantidades y que elaboran productos de bajo nivel de calidad; otro, formado por sectores de gran producción de durables de consumo, y partes asociadas a ellos, que demandarán tornos automáticos y semiautomáticos y máquinas universales con mayor cantidad y calidad de prestaciones. Dentro del primer segmento, tradicional cliente de casi todas las firmas de la industria de máquinas-herramienta en ese momento, se pueden señalar como rasgos salientes una alta elasticidad precio de la demanda unido a bajos requerimientos de calidad. De este modo el tipo de bienes a construir o trabajos a realizar imponen condiciones de demanda por tornos universales de bajo precio y calidad, copia de modelos europeos de los años 40 (o aún anteriores) (por ejemplo, el torno conopolea o el torno Mass que producía la firma en los años 1950, véase Cuadro 3). Así las características de potencia, velocidad de corte y otras prestaciones se encuentran todavía muy subdesarrollados en los tornos ofrecidos en el mercado, tratándose no sólo de modelos rezagados técnicamente, sino también de baja calidad (con problemas de vibraciones debido a fallas en el diseño y construcción, escasa durabilidad de bien, etc.) debido a las técnicas de producción usadas. Por otro lado, el reclamo de las firmas del segundo grupo es el de maquinaria de mayor calidad y productividad. Parecería ser cierto que en este tramo del mercado se registra una menor elasticidad precio de la demanda. Entre estas firmas, se destacan los talleres del sector autopartista, muchos de los cuales trabajan en series pequeñas. Así, a medida que este grupo crece, crecen también las necesidades y la demanda por un conjunto de parámetros más modernos en los tornos universales. En este sentido, el torno paralelo URSUS copiado por la firma representa un adelanto muy grande respecto de lo que se producía antes y las pocas firmas que logran producir exitosamente este u otros diseños contemporáneos pasarán a constituirse en proveedores tradicionales del segundo segmento del mercado.

Los cambios en el área gerencial-administrativa de principios de los años 1960 modificarán totalmente la fisonomía anterior del establecimiento. La nueva dirección decide introducir en el mercado nuevos tipos de maquinaria y para ello inicia un vasto plan de inversiones que llevan a triplicar en un par de años el capital de la empresa. Esta acumulación en base a una inversión externa de la firma -en el sentido que no proviene de ganancias previas- pero interna al nuevo consorcio propietario, se traducen en la construcción de una nueva planta y su equipamiento con modernas máquinas de producción, al mismo tiempo que grandes esfuerzos y recursos son destinados al diseño de los nuevos productos.

fundición, etc. Algunos de estos efectos serán discutidos más adelante. En cuanto al impacto sobre la demanda, algunas conclusiones pueden extraerse del relevamiento de CEPAL (1963) ob.cit. donde se releva el parque de maquinaria por tipo de industria metalmeccánica. Dentro de tornos paralelos, revólver semi-automático y copiadores el sector automotriz aparece como el mayor usuario de dichas máquinas. Más tarde, en 1971, un estudio realizado por la revista "Equipamiento", volvió a ubicar al mismo sector en el primer lugar en la demanda de máquinas-herramienta.

A continuación examinaremos en mayor detalle los cambios ocurridos en el área del producto, el proceso y la organización de la firma.

#### A. Producto

Como puede observarse en el cuadro 3 del capítulo anterior, esta etapa de la historia del producto de la firma se caracteriza por dos tipos de cambios: 1) la introducción de las denominadas máquinas especiales, conformadas por un modelo de torno copiador, uno de torno revólver y una agujereadora radial; y 2) el desarrollo del primer torno paralelo de origen enteramente local. Ambos hechos constituyen una discontinuidad de importante magnitud respecto del pasado y son, a nuestro entender, el elemento primordial en el cambio tecnológico de la etapa. Tales cambios en el tipo de productos elaborados resultan acompañados por diversos cambios en el proceso productivo y en la organización de la firma.

La causa de tales cambios debe ser buscada, a nuestro entender, en la estrategia de largo plazo de la firma y en un conjunto de variables endógenas a la misma, entre las cuales ocupa un lugar importante la capacidad de ingeniería de diseño de su nuevo elenco técnico. Esto no significa desconocer que las causas últimas de tales cambios seguramente han sido las de maximizar el beneficio, la tasa de expansión, o la participación de la firma en el mercado. Se trata, más bien, de poder comprender con mayor detalle qué cambios específicos realiza la firma en el 'estado del arte' o conocimiento tecnológico que posee. Veamos más de cerca los hechos.

La estrategia del consorcio extranjero que compra la firma a fines de los 50 era la de instalar en la Argentina una planta moderna de máquinas-herramienta de cierta complejidad y calidad. Así, un tiempo antes de comprar el establecimiento, había instalado una planta pequeña, bien equipada donde se prepararon los prototipos de dos máquinas especiales: un torno copiador y una agujereadora radial. La dirección de tal planta estaba a cargo de un ingeniero alemán con una extensa experiencia en el diseño de máquinas-herramienta adquirida en la fábrica Heller de Alemania, y que había sido traído al país por el grupo extranjero. Este individuo constituye el gestor principal del desarrollo de la capacidad de diseño de la firma y de su incursión en el mercado de máquinas especiales. En la mencionada planta estaba desarrollando la copia de un torno copiador de la misma firma Heller, (modelo sobre el que había trabajado en Alemania) y además desarrollaba una agujereadora radial Heller, pero ésta bajo licencia de la casa europea. En este momento es cuando aparece la posibilidad de comprar una planta productora de tornos paralelos y el consorcio decide fusionar ambas sociedades en una, aprovechando la experiencia de varios años del antiguo taller. <sup>25/</sup> Así, se construye una nueva planta que pasa a ser dirigida por el ingeniero alemán, quien organiza la oficina de diseño junto a un ingeniero más joven que había copiado con éxito el modelo URSUS en 1958. Entre ambos completan, en la nueva planta, el prototipo de un torno copiador, de una

---

<sup>25/</sup> Nótese que cuando nos referimos al consorcio lo hacemos en realidad de su comercializadora de máquinas-herramienta, una sociedad aparte que como se explicó en el capítulo anterior financió inversiones y se encarga de la venta de la totalidad de los productos.

agujereadora radial e inician el diseño de un torno revólver. 26/ 27/

Los años inmediatos a la constitución de la nueva sociedad son años de recesión en el mercado de máquinas-herramienta y en especial en aquellas de tipo universal. La firma venía produciendo su producto tradicional, el torno T-225 (copia URSUS) y debe reaccionar ante una brusca caída de la demanda del mismo que comienza en 1962 y se profundiza en 1963 (véase cuadro 1). Ante tales circunstancias se inicia rápidamente la construcción de los primeros lotes de máquinas especiales y en 1963 aparecen los primeros modelos de tornos copiador y revólver los cuales junto con la agujereadora constituirán dos tercios de la producción en toneladas de la firma para dicho año (véase cuadro A-2 del apéndice). Esta brusca discontinuidad en el output mix explica el salto en la serie de producción expresada en peso ajustado para dicho año, salto que es mucho mayor según la serie de Valor Agregado (ver Gráfico A-3 del apéndice). El impacto de tal alteración en el output mix tiene consecuencias sobre el índice de productividad total del cuadro 9 y el gráfico 1b. Sin embargo, no debe interpretarse tal cambio en el output mix (por cambios en diseño) como la única causa del aumento de los índices. Como se dijo antes, al tiempo que el producto

26/ Cada una de estas máquinas tiene aplicaciones diferentes aunque las tres se caracterizan por ser máquinas de producción en lotes mayores a diferencia del torno paralelo que se aplica a lotes pequeños o mantenimiento. El torno copiador realiza operaciones sobre piezas tipo eje y su principal usuario es el sector autopartista. Esta máquina representó una gran discontinuidad para la antigua firma dado que su desarrollo fue casi totalmente exógeno a la misma y de una sola vez esto es, fue desarrollado por el ingeniero alemán en poco tiempo en su planta y no fue el producto de mejoras continuas como es más habitual en una firma que desarrolla un producto. Por su parte, el torno revólver fue el resultado de un avance paulatino. El primer modelo TR 250 (véase cuadro 3) fue un torno paralelo con una torre revólver que tuvo problemas de funcionamiento. El torno revólver se caracteriza por poseer una 'torre' dispuesta para el mecanizado de piezas en forma de 'plato' y esta parte de la máquina es de vital importancia. Así, al poco tiempo debe ser vuelto a diseñar pero esta vez el elenco de ingeniería aprovecha todas las partes del torno paralelo y copia la torre revólver de un modelo VDF alemán.

27/ En la estructura del mercado de máquinas-herramienta en los años cincuenta y sesenta este tipo de máquinas eran mayormente importadas. Algunos datos para 1961 sirven para ilustrar esto:

	Producción local		Importaciones	
	Unidades	Peso (tn)	Unidades	Peso (tn)
Tornos Revólver	446	285	147	555
Tornos Copiadores	5	10	58	201
Tornos Paralelos	2500	3500	87	447

Fuente: CEPAL ob.cit.

Puede notarse que la demanda por máquinas de producción era mucho más baja que la demanda por máquinas universales en la cual se había sustituido importaciones exitosamente. Los aranceles nominales estaban establecidos por el decreto Ley 17451/59 en un 150% para todas las máquinas producidas en el país. Cabe destacar además que mientras existían en el sector otros productores de tornos revólver, la firma fue la primera en producir tornos copiadores y mantiene esta supremacía hasta la actualidad.

cambia, el proceso y la organización de la firma también lo hacen llevándose cada uno una parte de la 'explicación' (más adelante examinaremos los cambios ocurridos en el proceso productivo) del cambio global de productividad que registra el período.

Volviendo al año 1963, este es el comienzo del cambio de posición relativa de la firma en el mercado de tornos, iniciándose aquí su transición hacia el liderazgo. La introducción de nuevos productos de mayor valor medio, en condiciones de alta recesión para la industria (en especial los talleres pequeños productores de máquinas universales), altera en forma notoria el cociente entre el valor de la producción de la firma y el valor de la producción total de tornos: de 0.07 para 1960 pasa a .14 en 1961, .22 en 1962 y .38 en 1963. Cuando la demanda vuelve a incrementar en 1964 y 1965 dichos valores caen a .27 y .24 respectivamente. Estos valores muestran que en esta etapa (1960-1965) la firma transita hacia el liderazgo de la industria de tornos y que las innovaciones en producto (junto a cambios en proceso y organización) juegan un papel determinante para que ello ocurra. 28/

En 1964 y 1965 la demanda vuelve a cambiar, cayendo los pedidos por las máquinas especiales y subiendo notoriamente los de tornos paralelos. En estas condiciones, la oficina de diseño de la firma lanza al mercado en 1965 el torno paralelo T-190 que constituye un diseño enteramente local aunque reconoce, como es obvio, la influencia de la experiencia de copia de años anteriores (en especial del URSUS). Al parecer, dos fueron los objetivos que la oficina de diseño persiguió al diseñar la nueva máquina. Por un lado, se buscaba lograr una simplificación de algunas partes del producto que hicieran menos costosa su fabricación. Como se sabe el producto estandar hasta ese momento era el torno T-225 (copia URSUS) que era una máquina de elevada complejidad, en especial en la parte de los mecanismos de transmisión (engranajes). Este rediseño permitiría que el producto estuviera más acorde a las posibilidades de producción de la planta, esto es, maquinarias, equipos auxiliares, grado de

---

28/ Otro hecho importante de este año es el alto porcentaje de exportaciones que registra la firma y la industria de máquinas-herramienta. Esta última supera los 2 millones de dólares representando un 37% de la producción. Véase E. Amadeo et.al. "El sector de Máquinas-Herramientas en la Argentina". CLACSO, Argentina 1976. Dicho porcentaje fue similar para el caso de nuestra firma. Además, se da comienzo a una tradición en la exportación de tornos copiadores a Brasil. Una firma importante del sector autopartista compra los primeros tornos copiadores y continuará haciéndolo en el resto de los años. Actualmente dicha firma posee más de 40 tornos copiadores fabricados por la firma. Esto sólo representa un 16% del total de máquinas (237) producidas entre 1963-1976. Pero cabe destacar que aproximadamente el 50% de la producción acumulada fue exportada al Brasil. Por su parte los tornos paralelos son exportados principalmente a México, Chile, Perú, etc.

integración, etc. <sup>29/</sup> Por otro lado los parámetros de potencia y estructura (peso) de la máquina son aumentados siguiendo la tendencia a fortalecer estas partes de acuerdo a mejoras en herramientas de corte (más tarde se discutirá este punto).

La mejora de calidad del T-190 respecto al T-225 es más notoria aún, dados los cambios en las maquinarias empleadas para producir el nuevo producto y la introducción de técnicas de tratamiento térmico (como el templado de la bancada) y control de calidad.

En el año 1965 la producción se concentró prácticamente en el modelo T-190 (un 75% de la producción en peso) llegándose a casi triplicar la escala de la firma respecto de 1960. El producto tuvo una gran aceptación en el mercado desde su presentación en ferias y exposiciones en 1964 (como prototipo). Sin embargo, otra vez las fluctuaciones en la demanda jugarían en contra de la especialización de la firma, ya que en 1966 se inicia otra recesión en el sector: el stock de T-190 terminados aumenta y la firma debe buscar nuevamente modificar su mix de producción volviendo a la segunda línea.

En resumen, como hemos visto, la actividad en el área de diseño del producto ocupa un lugar muy importante en estos años, destacándose su importancia tanto desde los recursos que la firma destina a tal actividad <sup>30/</sup> -como parte de una estrategia de largo plazo- el impacto de los cambios en el output mix sobre la productividad total -con la salvedad hecha anteriormente- y por último,

<sup>29/</sup> La tarea de copia tiene obviamente una gran parte de adaptación a las condiciones del taller en que será realizada la máquina; sin embargo, esto se realiza sobre la marcha y es poco estudiado. Con el desarrollo de la capacidad de diseño, el diseñador puede introducir un número considerable de simplificaciones sin modificar en gran medida los parámetros básicos de la máquina. En nuestro caso si bien no fue posible realizar un estudio detallado de tales cambios se nos mencionó el caso de los engranajes y mecanismos de transmisión los cuales pudieron ser simplificados. En cuanto a los parámetros básicos el cambio fue el siguiente:

	T-225	T-190V
Cantidad de velocidades del husillo	12	12
- Máxima (vueltas/minutos)	1500	2000
- Mínima (vueltas/minutos)	35	45
Potencia Máxima (HP)	4	9
RPM		
- (Máxima)	1400	1400
Peso (kg)	1300	1400

Lo cual muestra además la tendencia natural a reforzar la máquina, a los fines de aumentar su productividad.

<sup>30/</sup> En el cuadro A-9 del apéndice puede verse la participación del personal de diseño en el empleo. Entre 1960 y 1963 se estima que dichos porcentajes fueron altos. Sin embargo el hecho dominante lo constituye el que por muchos años es la única oficina técnica de la firma y cuenta además con un peso importante en el organigrama de la misma dado que la dirección de la firma está en manos del ingeniero jefe de diseño.



su éxito en el mercado alterando la estructura del mismo. Pero por sobre todo, y como muy ligados al tipo de cambios producidos sobresalen algunos rasgos peculiares de la firma -idiosincráticos si se prefiere-, puestos de manifiesto en el tipo de insumos ('skills' técnicos de diseño) involucrados en las innovaciones.

## B. Proceso

La decisión de modificar los productos elaborados por un lado y de aumentar la escala de operaciones por el otro trae como consecuencia cambios importantes en el área del proceso productivo.

En primer lugar, sobresalen las fuertes inversiones llevadas a cabo que se concentran en la construcción de la nueva planta y en el equipamiento de la misma. 31/ Es interesante notar la forma en que se prepara la planta para producir los nuevos bienes (segunda línea) y aumentar luego la escala de operaciones, y el tipo de cambios que se observan en el proceso por la introducción de nuevos equipos. Por un lado, el grueso de la inversión en maquinaria y equipamiento es destinada a la sección de mecanizado aumentando la capacidad de la sección. 32/ Así cada una de las sub-secciones de mecanizado (ver cuadro 5 del capítulo anterior) será equipada con maquinaria moderna siguiendo un doble propósito: por un lado aumentar la capacidad de producción de tales sub-subsecciones y por otro mejorar la calidad del 'producto' elaborado en cada subsección del proceso de mecanización. Veamos algunos hechos que pudieron ser recogidos en entrevistas con personal de planta.

a) Una sub-subsección clave en cuanto a aumento de producción y calidad es Rectificado Liviano. La aparición de dicha sección se produce cuando se pasa del diseño del torno Maag al URSUS (ver cuadro 3) dada la aparición a partir del último, de mecanismos de transmisión complejos a través de engranajes. Este cambio fue enfrentado por el antiguo propietario quien en 1958 mandó a su jefe de planta a Italia para interiorizarse de la tarea e importó también de Italia una rectificadora Maag de segunda mano, modelo de comienzos de los cincuenta. Pero el tema del rectificado de engranajes y otras partes se volvió aún más importante a partir de 1960 con la introducción de las máquinas especiales y a las necesidades de aumentar la escala. Además a nivel de productividad en la tarea la Maag era ya en 1960 una máquina rezagada respecto de los nuevos

---

31/ Véase Cuadro A-6 del apéndice. Las primeras inversiones se destinan a construcción (1961, 1962). En 1960 las maquinarias y equipos auxiliares representaban el 66% del valor del stock de capital mientras que el rubro edificios e instalaciones el 33% restante. Para 1962 estos porcentajes cambian a un 36% y 64% respectivamente y en 1964 (luego de la importante inversión en equipos de ese año) son 42% y 58% respectivamente. Por otra parte nótese que un 80% del equipo es de origen importado.

32/ De las inversiones realizadas en maquinarias y equipos entre 1960 y 1964 aproximadamente un 80% se destina al equipamiento de la sección de mecanizado y el 20% restante a equipos auxiliares para la sección de montaje y en equipos de transporte interno. A su vez el grueso del equipamiento en mecanizado será realizado en la subsección de mecanizado pesado.

adelantos en el terreno internacional y, por otra parte, era una máquina usada. Su capacidad -trabajando 16 horas por día- permitía a la planta hacer hasta un máximo de 10-12 máquinas mensuales. La firma incorpora en su lugar a una rectificadora "Reishawer" (modelo 62) que trabajando el mismo tiempo permitirá hacer hasta 40 máquinas mensuales. Además las posibilidades en términos de calidad del producto -dado que el rectificado de dientes de engranajes es una parte vital del producto- son aumentadas en forma importante.

Dentro de la misma sub-subsección otro cuello de botella que debió superarse se localiza en la operación de brochado. Antes esta operación era realizada en una Mortajadora (modelo 1957) que no permitía superar los 15 tornos por mes y el producto adolecía de defectos en la calidad. En 1962 es reemplazada por una Brochadora "Hoffman" que es una máquina muy costosa en términos de las herramientas que debe incorporar, al igual que ocurre con la rectificadora antes mencionada. 33/ Estas fuertes inversiones debieron ser justificadas por la dirección de la firma ante el consorcio propietario que las financió, siendo el punto más difícil de justificar la baja utilización de los equipos (en el caso de la Brochadora un 30% de su capacidad). El problema era que los directivos consideraban esencial la máquina desde el punto de vista de calidad y capacidad aunque su baja utilización tuviera aparejado el efecto contraproducente de encarecer el producto. Esto pone de relieve la importancia de esta sección de Rectificado en la determinación de la integración vertical de la firma. Tal como se nos manifestó en las entrevistas, la firma al enfrentar el problema no tuvo otra alternativa que integrar la actividad: la tarea es insustituible y primordial para un producto de determinada calidad en adelante (a partir del URSUS), por otra parte no existían empresas dedicadas a la tarea y era imposible organizarlas dado que la cantidad demandada por la firma es muy pequeña para una empresa de este tipo. Esta decisión hizo que la firma adoptara un grado de integración mucho más elevado del que existe en empresas de igual tamaño en USA o Europa: Nótese que el impacto de subcontratar los engranajes y partes rectificadas -práctica común en los países industrializados para firmas de tamaño medio- sobre (i) el stock de capital (un 25% según el cuadro 6); (ii) el empleo (un 15% según el mismo cuadro) y (iii) sobre el esfuerzo de organizar internamente la actividad, es de una magnitud muy grande dado que junto con casi toda la sub-subsección de Rectificado Liviano, deben desaparecer también toda la sección de Dentado y un 50% de Tornería. 34/ Más adelante volveremos

33/ Para tener una idea de la inversión nótese que, según los libros de la firma, el valor de origen de la mortajadora (1957) fue \$690 mientras que la Brochadora (1962) \$45943. La diferencia está abultada por la depreciación de la moneda, pero aún teniendo en cuenta la misma la sustitución de los equipos muestra un aumento en la intensidad del capital.

34/ Para ilustrar una comparación de la estructura del proceso de la firma con sus similares de Europa citaremos dos anécdotas relatadas por directivos de la firma. Una es que el antiguo propietario de la firma, una vez de regreso en Italia instala una planta de tornos donde produce el mismo torno que elaboraba en Argentina en 1958 en la misma cantidad (10-12 al mes) con unos 15 operarios mientras que en la Argentina lo hacía con 37. Había eliminado las tareas de rectificado liviano, dentado y tornería y -cuando fue visitado por uno de los actuales directivos- manifestaba su asombro por las diferencias en el grado de organización industrial del sector. El otro hecho relatado fue la visita del mismo directivo a la fábrica URSUS en Italia (originaria del producto copiado

sobre este punto de vital importancia para la eficiencia de la firma y el sector

b) Otra subsección de cambios importantes fue Mecanizado Pesado. Allí se mecaniza la bancada del torno que es una pieza muy importante (20% del peso total de la máquina).

En los años cincuenta las operaciones sobre la bancada se realizaban sobre un cepillo pequeño de origen nacional, y en 1958 el antiguo propietario introduce una rectificadora plana separándose de este modo las operaciones de cepillado y rectificado. A partir de 1960 es incorporado un cepillo "Pensotti" (1960) que dirigirá la tarea de cepillado. En rectificado, por su parte, se realiza una costosa inversión en una rectificadora "Waldrich" (1963). Según se nos manifestó, este cambio obedeció a que (i) la anterior rectificadora no brindaba la calidad que ahora se necesitaba; (ii) la máquina nueva era considerada una verdadera revolución en la tarea, no tanto por su capacidad o tiempos productivos pero mucho más, por la posibilidad de incorporarle dispositivos adicionales de modo de permitir la intercambiabilidad entre piezas. Esto abre la posibilidad de estandarizar la bancada (diseño) y eliminar tiempos de preparación en el mecanizado así como ahorrar tiempos en la sección de montaje de conjuntos. 35/

c) Otro cambio en las etapas del proceso que resulta interesante señalar es la introducción del tratamiento térmico interno, cuya principal operación es el templado de la bancada. Esto obedece a un cambio en el producto y fue puesto en práctica por la firma de una manera peculiar. La iniciativa de introducir tal adelanto en el producto provino del ingeniero alemán (gerente de la firma) con la idea de introducir algo totalmente nuevo en el país y de este modo avanzar sobre la competencia.

El inconveniente radicaba en que si bien él conocía el procedimiento de templado en forma general, desconocía los detalles de la técnica y, aún más importante, hacían falta equipos para el tratamiento. Por otro lado, el jefe de planta, en una visita prolongada a una planta italiana, había podido presenciar de cerca el procedimiento del templado. Así entre ambos decidieron reconstruir el procedimiento y diseñaron los equipos (básicamente sopletes) para que los construyera luego una firma local. El primer intento de llevar a cabo la tarea

---

por la firma en 1958). Allí se producían 40 tornos URSUS por mes con un 30-40% menos de personal. Adviértase que si bien parte de estas diferencias pueden deberse a distintos precios relativos de los factores trabajo y capital, el grueso es un punto de subcontratación y organización industrial.

35/ El paso de la 'zocca' a la 'waldrich' fue un hecho destacable para el Jefe de Planta quien nos comentó que de este modo la firma se situaba a nivel internacional. Consultado sobre tal discontinuidad entre 1958 y 1963 de una máquina a otra y si desde 1963 no había habido otro cambio similar nos manifestó que efectivamente el cambio fue importante y que en una reciente visita a plantas alemanas él había observado el uso de las mismas máquinas 'waldrich'. Esto coincide con algunos hechos sobre la innovación en el escenario internacional que serán vistos más adelante.

fracasó -según se nos relató- por fallas en los equipos y en la forma en que se quiso emplearlos. Inmediatamente a este fracaso, los directivos de la firma iniciaron en Europa la búsqueda de equipos para realizar la tarea -en el país se desconocía- y finalmente encontraron una firma alemana que les proveyó de sopletes especiales e información sobre su uso. Así, la técnica del templado fue introducida anticipadamente a otros productores significando ello una diferenciación importante del producto respecto de sus sustitutos locales. Pero quizás el hecho notorio de esta anécdota sea también el rezago en la difusión de información técnica entre constructores: cinco años después de este hecho, el jefe de planta de la firma visitó la planta de uno de los principales seguidores en el mercado de tornos y observó que se estaban realizando esfuerzos para implementar la técnica del templado y para ello se estaba construyendo un equipo de soplete en la misma firma nacional con la cual ellos habían intentado años antes, siendo los nuevos resultados también desfavorables.

Pasando del equipamiento a la mano de obra se observan también aquí cambios importantes. El paso de taller a planta y el consiguiente aumento en la escala; junto al aumento en la complejidad del producto elaborado, crearon dificultades para la incorporación y entrenamiento de un plantel operario que se triplicó respecto del antiguo taller. En esta transición hemos encontrado dos hechos interesantes: en primer lugar, la actitud de la firma de contratar gente sin experiencia para formarlos internamente junto a su personal especializado; y en segundo lugar, la mayor especialización del personal al aumentar la escala de la firma.

Respecto del primer hecho, la firma tardó entre dos o tres años para completar la formación del nuevo personal. La actitud de la firma, fue la de contratar gente sin especialización y, en lo posible, evitar el ingreso de operarios muy especializados.

Las razones que se dieron para justificar tal hecho fueron (i) la situación de la época no era de una oferta abundante de gente especializada y los que lo eran, estaban ubicados en las distintas firmas del sector; (ii) esto encarecía demasiado el salario de los especializados -denominados 'múltiples' dada su habilidad para realizar un conjunto amplio de tareas- quienes solían "ser personas demasiado pretensiosas en remuneración al mismo tiempo que difíciles de introducir dentro de la disciplina de trabajo de la planta". Tal decisión creó inconvenientes en la planta, dado fundamentalmente, por la mayor complejidad del producto para el cual ni siquiera estaban adecuadamente entrenados los antiguos operarios. Esta dificultad fue completamente superada al cabo de los años con la habilidad adquirida por el plantel operario.

Respecto del segundo hecho, el aumento de la escala de operaciones a nivel de cada tarea y el nuevo equipamiento menos universal permitieron que la mano de obra se especialice en tareas específicas cambiando la costumbre de trasladarse de un puesto a otro del taller por la de situarse en puestos fijos. Por ejemplo, en la sección de montaje, dada la baja producción del taller -10-12 tornos al mes- el personal que armaba las 10 cajas de velocidad lo hacía en 8 días y luego debía pasar a armar el delantal de torno, los cabezales o el torno en su conjunto. Similar técnica era utilizada en el mecanizado de piezas. Cuando la escala pasó a ser de 30-40 tornos al mes se crearon puestos fijos lo cual trajo consecuencias positivas sobre la eficiencia: incrementará la habilidad (productividad) del obrero en su sección, permitirá una mejor intro-

ducción de dispositivos así como de estudiar las tareas a fin de optimizar el tiempo (esto no será realizado sino años después, tal como se verá). Además de lo mencionado, la especialización de personal disminuye los requerimientos de habilidad del operario y de este modo los operarios 'múltiples' pueden ser reemplazados por operarios con menor preparación y que entiendan sólo de su tarea. Este hecho también fue mencionado para explicar el comportamiento de la firma comentado en el párrafo anterior.

A esta altura del análisis conviene destacar que los cambios introducidos en el proceso se realizan sin alterar la tecnología discontinua de producción que caracteriza al taller (organización por secciones o islas). El tipo de Lay-out permanece igual en términos generales, siendo alterado sólo con la introducción de algunas nuevas secciones, aunque su configuración es la misma. Iguales conclusiones resultan de la duración del proceso productivo. Ambos hechos provocan, con el aumento de la escala, un aumento de la superficie ocupada por nueva maquinaria, personal y materiales en proceso.

Además, otro hecho notorio es la escasa (sino nula) atención puesta en esta etapa sobre el estudio de optimización del proceso. A nivel de subsecciones estaban ausentes todo tipo de métodos, tiempos asignados (y control de los mismos) al operario que no fueran los provistos por los capataces o supervisores sobre la base de su propia experiencia. Además era notoria la escasez de dispositivos, máscaras y herramental en cada tarea de mecanizado y montaje así como la falta de listado de tareas a seguir, planos, etc. A nivel del proceso en su conjunto, las tareas de programación eran realizadas por el jefe de planta en una forma muy sencilla. Esto se complicó cuando -al aumentar la escala de la firma- la planificación de compras, y el seguimiento del producto superaron las posibilidades de lo que el jefe de planta podía realizar. En el cuadro A-10 del apéndice puede observarse la carencia absoluta de técnicos de métodos y programación los que serán incorporados en especial a partir de 1968.

En cuanto al material de fundición utilizado, se continúa con la práctica de comprar afuera, con la diferencia que el aumento de la escala permite realizar acuerdos comerciales con fundidores y de este modo incursionar en la práctica común en el sector de poseer una fundición 'cautiva' (que elabora la fundición casi exclusivamente para la firma).

En resumen, los cambios en el proceso productivo son el resultado de un cambio en el tipo de productos elaborados así como también de un aumento en la escala de operaciones. Entre estos cambios se destacan las nuevas incorporaciones de capital que, sin duda, han tenido un fuerte impacto en la productividad a nivel de tarea (tiempos productivos) aunque en muchos casos obedecen a la búsqueda de una mejor calidad a través de maquinaria más especializada aunque todavía de carácter universal. La mayor especialización del plantel operario -producto del aumento de la escala- es otro de los cambios que pueden explicar el incremento de la eficiencia del período. Pero junto a estos cambios -de naturaleza incorporada en nuevo capital, el primero, y, subproducto del tamaño o escala operativa, el segundo,- se notan ausencias a nivel de técnicas de optimización del proceso, las cuales se basan todavía en métodos primitivos heredados del taller artesanal.

### C. Organización de la firma.

Muchos de los rasgos organizativos de la etapa han sido mencionados en los

párrafos anteriores. No obstante, a modo de resumen señalaremos aquí que la estructura organizativa del taller quedará virtualmente rota ante el cambio en la estructura de la propiedad de la firma. La nueva dirección impone una organización diferente, basada en una dirección tripartita (jefe de diseño, gerente financiero, jefe de planta) con un gerente general que es el mismo ingeniero jefe de diseño.

Ante el aumento de la escala y de la complejidad del producto la antigua organización de tipo familiar del taller es reemplazada; no obstante este cambio pasa por un proceso de ajuste que abarca casi toda la etapa y en donde la falta de orden pareció ser una constante. En conversaciones mantenidas con los directivos de la firma, estos manifestaron la forma desordenada y relativamente lenta (en el sentido que requirió varios años) en que se produce la transición de taller a planta. En especial se hizo referencia al elevado grado de improvisación con que eran hechas o encaradas las tareas en todas las áreas de la firma y a los diversos problemas que la firma tuvo a raíz de la falta de mano de obra especializada y a la dificultad de los antiguos operarios de adaptarse a la nueva disciplina de planta.

Por último, otro cambio importante con respecto al antiguo taller se refiere a la nueva forma de comercialización resultado de la estructura de propiedad. Las ventas quedaron en manos de la importante firma comercializadora propiedad del grupo propietario quien compra la producción a la firma para luego venderla a los usuarios. El grupo comercializador es, además, la parte encargada de recabar los pedidos (con un horizonte de seis meses), así como de discutir la necesidad de mejorar determinados productos o de iniciar el estudio de otros. 36/

Resumiendo lo ocurrido en esta etapa (1960-65) podríamos concluir que el aumento notado en la productividad total es el resultado de cambios tecnológicos que tienen que ver con decisiones tomadas por la nueva dirección, que significan el paso de taller artesanal a planta fabril moderna. Lo visto anteriormente, ubicaría como causas principales del aumento de productividad en esta etapa a las innovaciones en el área del producto y a cambios de naturaleza 'incorporada' en nuevas maquinarias y en un proceso de aprendizaje del plantel operario, en el área del proceso productivo. La forma que la firma transita de ser un taller mediano a ejercer el liderazgo del mercado de tornos pone además en evidencia la importancia de la variable financiera en el desarrollo del tipo de establecimientos de la industria de máquinas-herramienta que junto a cambios gerencial-administrativos -en especial dados por los skills de sus directivos técnicos- tuvieron un efecto muy grande sobre la performance de la firma.

---

36/ Otro hecho importante es el tema de la fijación de precios. El precio final al consumidor queda determinado por la comercializadora; esto tiene una trascendencia vital sobre la firma dado que puede afectar no sólo su competitividad interna o externa sino también tener efectos negativos, una reducción en la demanda por tipo de modelos. Si bien se careció de información para determinar la fijación de precios de transferencia y de mercado, hacemos notar el hecho.

En este último sentido, las innovaciones en el área del producto -desarrolladas por el ingeniero alemán y el local- tuvieron un fuerte impacto de la firma sobre la competencia y son, a nuestro entender, el rasgo dominante del cambio tecnológico gestado en esta etapa.

1965 - 1969: Cambios en la composición del personal y modificaciones en el área del producto en el marco de un receso en el crecimiento sectorial.

Los cuadros 9 y 10, así como el gráfico 1, muestran un comportamiento errático en el crecimiento de la producción, en la incorporación de factores productivos y en la productividad a lo largo de estos años. Hacia 1969 la empresa no había podido superar la producción alcanzada en 1965, y la productividad total tendió a decrecer levemente con respecto a dicho año (véase cuadro 10). Detrás del comportamiento de estos indicadores se encuentran condiciones sectoriales recesivas a las cuales la firma debió ajustarse. El cuadro 1 del capítulo anterior muestra estas condiciones desfavorables para los años 1965 y 1967 en el mercado de tornos y la industria de máquinas-herramienta en general. Al mismo tiempo sectores de gran participación en la demanda, como el automotriz, parecen haber jugado un papel importante en la recesión de la industria de máquinas-herramienta luego de finalizado su plan de radicación inicial y, además, por una caída en su producción para estos años. <sup>37/</sup> De este modo, estos años pueden ser vistos como la adaptación de la firma a

<sup>37/</sup> La producción de la industria automotriz terminal muestra el efecto al cual nos referimos; dicha producción anual fue la siguiente (expresada en miles de unidades)

AÑO	PRODUCCION	AÑO	PRODUCCION	AÑO	PRODUCCION	AÑO	PRODUCCION
1960	89,3	1965	194,5	1970	219,6	1975	251,1
1961	135,2	1966	179,4	1971	253,2	1976	206,9
1962	129,8	1967	175,3	1972	278,6		
1963	104,9	1968	181,0	1973	311,7		
1964	166,5	1969	218,6	1974	322,4		

Por su parte las inversiones netas en el sector terminal automotriz fueron las siguientes: (expresadas en millones de dólares)

1959	24,6	1965	7,7	1971	-15,9
1960	45,6	1966	14,3	1972	-10,2
1961	58,0	1967	-1,0	1973	18,8
1962	78,9	1968	2,1	1974	23,0
1963	44,6	1969	33,9	1975	-17,2
1964	11,9	1970	63,8		

Fuente: J. Sourrouille, "Industria automotriz en Argentina". Mimeo, abril 1979, Instituto Latinoamericano de Estudios Transnacionales.

condiciones sectoriales desfavorables.

Al mismo tiempo que los ajustes mencionados se realizan, la dirección de la firma decide iniciar un drástico cambio en la estructura ocupacional -para ser más explícitos, en la relación de 'operarios' a 'no operarios' (técnicos)- que puede ser visto como indicación de una importante modificación en la organización de la firma en general y del proceso productivo en particular. No obstante deberán pasar algunos años hasta que el efecto de tales cambios se traduzcan en incrementos de productividad total. Por otro lado la actividad innovativa en el área del producto se mantiene permanentemente, formando parte de la estrategia general de largo plazo de la firma, convertida ya en líder del mercado de tornos. A continuación veremos lo ocurrido en las áreas mencionadas.

#### A. Producto

Las actividades de la oficina de diseño continuarán en esta etapa bajo la dirección del ingeniero argentino quien pasa a desempeñarse como gerente de la firma en reemplazo del ingeniero alemán quien regresa a su país de origen. 38/ La estrategia seguida en el desarrollo de nuevos productos puede ser visualizada -tal como en la etapa anterior- a través de modificaciones en el área del producto estandar o por vía de la dedicación de esfuerzos al diseño de máquinas especiales.

Las condiciones recesivas de esta etapa, explican gran parte de la actividad en el área de diseño. Tal como puede verse en el cuadro 3 del capítulo anterior aparecen nuevos modelos de tornos paralelos, como los modelos pequeños T-160 y T-180 y el modelo mediano T-250, que fueron la respuesta de la firma a la caída de la demanda. De este modo, la firma buscó abrir su 'output mix' con el objeto de introducirse en 'nichos' del mercado donde antes no participaba. Los nuevos modelos son modificaciones de tamaño hechas al modelo T-190 mucho más que desarrollo de una nueva 'generación' de tornos paralelos. En efecto, luego del éxito obtenido en 1964/65 con el torno T-190, se efectuará ahora una readaptación de sus parámetros siguiendo la misma línea de diseño, para que sean desarrollados modelos distintos en cuanto a dimensiones. Ello se realiza a fin de introducirse en nuevos segmentos del mercado. El cuadro 11 nos muestra la similitud de un conjunto de parámetros (aquellos que no tienen que ver con las dimensiones de la máquina) en los nuevos tornos livianos (T-160, TL-180) y medianos (T-220, TL-250) respecto del torno T-190. 39/

---

38/ Curiosamente, luego de abandonar el país, el ingeniero alemán pasó una temporada en una firma productora de máquinas-herramienta del Brasil, también propiedad del grupo, para luego regresar a Alemania a trabajar nuevamente para Heller. Actualmente se desempeña como un alto directivo de dicha firma en Alemania.

39/ Esta decisión de abrir el output mix es sólo el comienzo de una drástica apertura que se realizaba a comienzos de la década del 70 y esperaremos a la próxima etapa para explicarla más en profundidad. Por el momento dejaremos claro la diferencia observada entre, por un lado la decisión de modificar los parámetros del producto pasando de una generación a otra (digamos del torno Mass al URSUS o al T-190) y por otro lado la decisión de abrir el output mix trasladando los parámetros previamente desarrollados a nuevas versiones lanzadas al mercado.



Cuadro 11. Características técnicas de tornos paralelos  
desarrollados por una firma argentina de máquinas-herramienta  
(1964-1968)

Características	Fecha de inicio	T-160 7/68	TL-180 7/68	T-190 3/64	T-220 8/66	TL-250 12/66
1 Distancia máxima entre puntas		750	750	900	1 100	1 100
2 Diámetro máximo a torneear sobre el carro		340	380	220	220	305
3 Cantidad de velocidades del husillo		9	9	12	12	12
4 Diámetro del husillo sobre rodamiento delantero		68	68	85	85	85
5 Número de avances longitudinales y transversales		75	75	75	75	75
6 Ancho de la bancada		270	270	300	350	350
7 Cantidad de pasos whitworth		28	28	28	28	28
8 Cantidad de pasos métricos		18	18	20	20	20
9 Potencia		5/6	5/6	6/9	7/10	7/10
10 Peso		1 200	1 250	1 300	1 600	1 700

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos obtenidos en la firma.

Por su parte, en el área de máquinas especiales, el cuadro 3 muestra una intensa actividad. Por un lado son mejorados los modelos del torno copiador TC-500 (1966) y del torno revólver TR-250 (1969); siendo estos cambios alteraciones relativamente pequeñas respecto de los modelos anteriores. Por otro lado se continúa mejorando la agujereadora radial, lanzando modelos de distinto tamaño hasta 1969, año en que la firma decide discontinuar la producción de tales máquinas. <sup>40/</sup> Al mismo tiempo, se decide desarrollar el prototipo de una fresadora de producción (FA-1), la cual surge a partir de una consulta hecha por una de las más importantes empresas terminales del sector automotriz para que esta máquina sea adaptada a su línea de producción. Esto pone de manifiesto la relación de la firma con sectores tecnológicamente más avanzados de las industrias mecánicas. Por último, hacia el final de la etapa se realizan gestiones a fin de adquirir una licencia con el objeto de producir un modelo moderno de torno copiador 'Heycomat' de la firma alemana Heyligenstaet. La colaboración técnica externa adoptó la forma de planos de diseño y asesoramiento técnico para la fabricación. No obstante, dicho convenio no entró en vigencia debido a problemas de orden técnico que -según la oficina de diseño de la firma local- adolecía la máquina extranjera. <sup>41/</sup>

En resumen, la actividad de diseño de esta etapa obedece principalmente a la reacción de la firma ante la caída de la demanda y a la búsqueda de nuevos segmentos del mercado de tornos paralelos o al desarrollo de máquinas especiales a fines de diversificar su línea.

#### B. Proceso y organización.

Tal como lo señaláramos en el análisis de la etapa anterior, el crecimiento de la escala de operaciones de la firma, implicó la incorporación de gran cantidad de mano de obra y maquinarias. En especial la incorporación de mano de obra se realizó en forma ininterrumpida a partir de 1962 hasta 1966. Al mismo tiempo, la organización de las actividades de la planta no acompañó este crecimiento. De este modo, la dirección de la firma se encontró, al tiempo que la escala crecía y que la producción era diversificada con crecientes problemas en el manejo de la planta. Estos problemas fueron, por un lado, las enormes dificultades de imponer una nueva organización del trabajo y, por otro lado, la de enfrentar algunos problemas relacionados con reclamos salariales que originaron amenazas de huelgas o retiro de colaboración (negándose a realizar horas extras). En estas condiciones, y fundamentalmente, vislumbrando la creciente

---

<sup>40/</sup> Al parecer la firma decidió abandonar este tipo de máquinas en favor de aquellas donde podía obtener mejores beneficios dada su posición relativa en el mercado.

<sup>41/</sup> Luego de adquiridos los planos y el know-how básico, la oficina de diseño enfrentó dificultades que según ellos provenían de errores y falta de especificación en el diseño. Finalmente la máquina no se produjo. El ingeniero jefe de diseño manifestó que esa experiencia fue positiva para el conocimiento de algunas cuestiones de diseño y además demostró que la capacidad de diseño de la firma había madurado bastante, ya que algunos de los errores detectados fueron comunicados a la empresa licenciadora.

complejidad que adquiriría el proceso productivo en el futuro, resultado de (i) mayor complejidad tecnológica del producto elaborado y (ii) creciente apertura del output mix para enfrentar las fluctuaciones en el mercado y/o explorar nuevos segmentos del mismo, la firma inicia en este período una drástica modificación en la relación de mano de obra directa (operarios) a indirecta (no operarios) como puede verse en el cuadro 12.

Obsérvese que mientras se reduce el plantel operario y el número de empleados dedicados a tareas de supervisión de planta y administrativas, las tareas técnicas casi triplican su participación, destacándose la incorporación de técnicos en tiempo y movimientos, programación de la producción y, en menor medida, en control de calidad. 42/

Como consecuencia de estos cambios, la incidencia sobre el valor agregado o los costos totales del plantel operario disminuyó apreciablemente tal como se ve en el cuadro 13; no obstante el de la mano de obra total aumentó.

En base a lo anterior puede argumentarse que la drástica modificación en la estructura del personal entre 1965 y 1969 es por un lado, la respuesta de la firma a 'desequilibrios' provocados por el plan de expansión 1960-65, los cuales están principalmente relacionados con el manejo del plantel operario y la organización del proceso productivo; y por otro lado, constituye una conducta tendiente a modificar la organización dada la mayor complejidad del producto. Ambos argumentos aparecen mezclados en la realidad aunque conviene separarlos dados sus orígenes, apoyándose el primero en un efecto 'escala' y el segundo en un efecto 'número y complejidad de los modelos a producir'.

En conclusión, resulta claro que en nuestro caso ambos conjuntos de factores mencionados hayan movido a la firma en tal dirección. Por un lado el efecto de los desequilibrios en la organización del proceso originados por la transición de taller a planta. Por otro lado, la mayor complejidad del mix a producir impone cambios en el proceso y su organización. De todos modos, independientemente de estas posibles explicaciones, aparece nuevamente la evidencia de que los ajustes que la firma decide realizar, sean estos sobre el proceso productivo o en otras áreas, requieren tiempo para completarse: los planteles técnicos formados en esta corta etapa comenzarán a trabajar más en profundidad sobre el proceso a partir de 1969 luego que son creadas las oficinas respectivas (véase cuadro 8 del capítulo anterior) y las actividades de asistencia técnica sean puestas en funcionamiento (ver más adelante la próxima etapa).

En resumen, la firma realiza en esta etapa drásticas modificaciones en la estructura del personal con miras a modificar la organización del proceso y buscar su optimización. Como se vió, estos cambios tienen que ver con a) el crecimiento experimentado en la etapa anterior y los problemas que crea el manejo de la mano de obra y b) decisiones de la dirección basadas en su estrategia

---

42/ Para mayor información consúltese los cuadros A-9 y A-10 del apéndice. Allí se ve el fuerte crecimiento de la sección de programación y métodos que en esta etapa pasa de absorber el 1,8% al 7,7% del empleo total de la planta. El crecimiento de la sección de diseño es moderado debido a que se parte de niveles altos de la etapa anterior.

Cuadro 12. Evolución y composición del personal de una planta argentina de máquinas-herramienta. 1965-1969.

AÑOS	(1)		(2)		(3)		(4)		(5)	
	Total operarios		Aux. Fábrica, Superv. y Administ.		Diseño, Prog. y Met. Control de Calidad		Total indirectos (2) + (3)		Total personal (1) + (4)	
	(índice)	(%) de(5)	(índice)	(%) de(5)	(índice)	(%) de(5)	(índice)	(%) de(5)	(índice)	(%) total
1965	100,0	68,8	100,0	26,3	100,0	4,9	100,0	31,2	100,0	100
1966	103,1	67,5	98,7	24,8	164,5	7,7	109,1	32,5	104,9	100
1967	84,3	63,9	89,9	26,1	184,8	10,0	104,7	36,1	90,7	100
1968	80,9	62,8	87,3	24,6	203,8	12,6	105,5	37,2	88,6	100
1969	87,5	62,6	84,5	23,4	274,6	14,0	114,2	37,4	95,5	100

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de planta.

Cuadro 13. Participación relativa de operarios y no-operarios en los costos totales y el valor agregado en una planta argentina de máquinas-herramienta. 1960 - 1976

AÑO	Participación sobre los costos de mano de obra <u>1/</u> de			Participación del costo de la mano de obra (total) sobre	
	Operarios	Administ.	Técnicos	Costos totales <u>2/</u>	Valor agregado
1960	75,0%	17,4%	7,6%	...	78,0%
1965	82,7%	13,0%	4,2%	28,6%	69,0%
1969	48,0%	21,0%	31,0%	37,7%	...
1976	48,0%	20,0%	32,0%	34,5%	46,0%

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

1/ Incluye salarios, horas extra, incentivos y cargas sociales.

2/ Incluye insumos intermedios, mano de obra, amortizaciones y gastos indirectos.

de largo plazo que busca una mayor complejidad en el área del producto (nuevos bienes y apertura del mix de producción). Ambas explicaciones muestran la estrecha relación de dichos cambios con la evolución de la estructura organizativa de la firma. Al mismo tiempo se realizan modificaciones en el área del producto, mayormente como respuesta a dificultades por el lado de la demanda. Las desfavorables condiciones sectoriales en donde transcurren estos cambios derivan de una recesión en el crecimiento metalmeccánico del país, luego del 'boom' iniciado a fines de la década del 50 cuando se instalan en el país la industria automotriz y otras de gran peso en el sector. Esta recesión refleja el agotamiento de las condiciones de demanda excedente que, junto a expectativas dinámicas sobre el crecimiento de largo plazo, -dentro de una política sustitutiva de importaciones- indujeron las inversiones y el crecimiento del sector.

1969 - 1976: Productividad, esfuerzos técnicos sobre el proceso productivo y nuevos avances técnicos en el área del producto.

A partir del año 1970, la performance de la firma vuelve a repuntar en forma notoria según nos muestran los cuadros 9 y 10 y el gráfico 1. La producción crece, durante esta etapa, a una tasa anual acumulativa del 7%, mientras que la productividad del trabajo y total lo hacen a un 6,9% y 4% respectivamente. Este crecimiento de la producción de la firma es concomitante con un nuevo período de expansión de la industria de máquinas-herramienta, así como también del sector industrial en su conjunto. <sup>43/</sup> Por su parte, los valores del índice de productividad total muestran el repunte importante en la performance de la firma, repunte que, como se verá en esta sección, obedece en su mayor parte a cambios efectuados en el proceso productivo y en la organización de la producción llevados a cabo por los planteles técnicos incorporados en los años recientemente estudiados.

Dichas modificaciones en el área del proceso y su organización pueden ser vistos como cambios tecnológicos de naturaleza 'desincorporada' -para diferenciarlos de los cambios 'incorporados' en las inversiones en equipo característicos de la primera etapa- debido a tareas de asistencia técnica al proceso cumplidas por las recientemente creadas oficinas de métodos y tiempos, programación y control de la producción y control de calidad. En cuanto a la actividad en el área del producto, no se pierde en ningún momento continuidad, dirigiéndose en esta etapa hacia cuatro tipos de acciones: (i) continuando los esfuerzos de ingeniería de producto de las etapas anteriores se pasa a una nueva generación de tornos paralelos representados por parámetros distintos; (ii) junto al desarrollo de dichos parámetros se produce una mayor apertura del mix producido en este tipo de máquinas, (iii) desde el comienzo de las tareas de 'rediseño' de los tornos paralelos se inician estudios en la unificación y estandarización de conjuntos, subconjuntos y piezas de las máquinas diseñadas. Estos

---

<sup>43/</sup> Obsérvese el cuadro 1 donde figura la producción anual de máquinas-herramienta. Por su parte el producto bruto de las industrias de maquinaria y equipos, medido en valores de 1960, creció un 4,3% anual entre 1970 y 1976; mientras que dicho valor para el conjunto de la industria manufacturera fue 3,3%. Cabe destacar que los años 1975 y 1976 fueron años de caída de la producción, siendo los valores anteriores para el período 1970-1974 el 9,8% y 7,0% respectivamente. Fuente: B.C.R.A., Gerencia de Inv. y Est. Econ., Estimaciones sobre oferta y demanda global, industrias manufactureras, Buenos Aires, 1980.

tres tipos de esfuerzos mencionados forman parte de una reconcepción de la 'primera línea' de producción de la firma (tornos paralelos); no obstante su separación obedece a que constituyen conductas distintas en respuesta a estímulos también distintos. Por último, (iv) en el área de la segunda línea se produce, en esta etapa, un nuevo modelo de torno coprador y posteriormente se inicia el desarrollo de un torno a control numérico.

#### A. Producto.

Hasta este momento, la firma contaba con tres modelos de tornos paralelos medianos, el T-190, el T-220 y el T-250; y dos modelos de tornos livianos o pequeños el T-160 y el TL-180. Los primeros forman parte del mercado tradicional de la firma (desde la época del antiguo taller) mientras que los segundos son la respuesta a condiciones recesivas, como se vió anteriormente. Entre 1970 y 1974 la actividad de la oficina de diseño se concentra en la tarea de 'rediseñar' la primera línea buscando al mismo tiempo (i) continuar evolutivamente mejorando los parámetros de las máquinas (ii) abrir aun más el mix de producción y (iii) rediseñar buscando la intercambiabilidad de las piezas en el proceso. Veamos cada uno de estos esfuerzos tecnológicos en el área del diseño de producto.

(i) La aparición de nuevos modelos de los tornos medianos T-190, T-220 y T-250 marcan la aparición de una nueva 'generación' de tornos paralelos. El cuadro 14 nos muestra un conjunto amplio de parámetros dimensionales y no dimensionales de las máquinas citadas y los cambios ocurridos respecto de la 'generación' anterior.

En dicho cuadro puede observarse en primer término que los parámetros dimensionales de las máquinas no se modifican aunque sí lo hacen otros relacionados con las prestaciones. Por ejemplo, el número de avances, la velocidad y la estructura de la máquina son reforzadas como parte de una tendencia natural que viene dictada por el tipo de materiales a trabajar y las herramientas utilizadas. Según el ingeniero jefe de diseño, las mejoras en los tornos paralelos dependen de las herramientas que dichos tornos habrán de utilizar y en este sentido ellos han adecuado estos parámetros a la difusión de placas de cerámica y cerámica revestida de metal utilizadas en la fabricación de herramientas. Cabe destacar que este tipo de tornos paralelos son utilizados en el país principalmente como máquinas de producción y por lo tanto los requerimientos exigidos en cuanto a potencia y estructura deben ser más elevados que en el caso de que las máquinas sean destinadas a mantenimiento. La cantidad de velocidades del husillo permiten al usuario seleccionar dentro de un ámbito mayor de velocidades aquella más adecuada para realizar la tarea y de este modo reducir el tiempo de transformación. Los pasos Withworth y Métricos están asociados a operaciones de roscado, dada la universalidad del equipo, y su mejora busca hacer más atractiva la máquina para aquellos que deben realizar esta operación. En resumen, el cambio de una generación a otra sigue una tendencia natural de mejoras menores que en el largo plazo, aparentemente, tienden a agotarse. Es de notar que la firma buscó permanentemente elevar la calidad de este tipo de productos.

(ii) La nueva apertura del output mix surge como un intento de penetrar en nuevos segmentos del mercado tratando de que la sección de ventas (la firma comercializadora) amplíe el rango de modelos ofrecidos. Si bien la conducta

Cuadro 14. Características técnicas de tornos paralelos desarrollados por una firma argentina de máquinas-herramienta (1964 - 1974)

Fecha de inicio	T-190		T-220		T-250	
	Viejo	Nuevo	Viejo	Nuevo	Viejo	Nuevo
	1964	1974	1966	1974	1966	1972
<u>Parámetros</u>						
Distancia Máx. entre puntas	900	900	1100	1100	1100	1100
Diámetro a tornear s/carro	220	220	220	220	305	310
Diámetro husillo s/rod.de-lantero	85	85	85	85	85	95
Cantidad de velocidades del husillo	12	16	12	16	12	16
Número de avances longitudinales y transversales	75	112	75	112	75	126
Ancho de la bancada	300	300	350	350	350	404
Cantidad de pasos Withworth	28	35	28	35	28	42
Cantidad de pasos métricos	20	25	20	25	20	32
Diámetro de la pínula	55	55	65	65	65	80
Potencia (máx.) H.P.	9	9	10	10	10	10
Velocidad (RPM)	700/1400	1400/2800	700/1400	1400/2800	700/1400	1400/2800
Peso	1300	1600	1600	1900	1700	2400

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

Nota: Todas las medidas de distancia se expresan en milímetros.



está en parte motivada por las fluctuaciones periódicas del mercado local (como una forma de disminuir los riesgos), también puede afirmarse que más que una conducta 'defensiva' -como fue la del lanzamiento de los modelos T-160 y TL-180- esta es una conducta innovativa 'defensiva', ya que se tendió a captar segmentos del mercado nunca explorados por la firma anteriormente y en donde ya existían constructores medianos. Sin embargo, las ventas en dichos segmentos no fueron nunca muy importantes oscilando la producción de tornos pesados en conjunto entre un 3% - 9% de la producción total en peso (véase cuadro A-2 del Apéndice). Esto se explica principalmente por el reducido tamaño de tales submercados, la existencia de otros competidores con mayor especialización en este tipo de productos y además por la importación oficial de algunos de estos items. En cuanto a los elementos de un análisis costo-beneficio de tal conducta debe tenerse en cuenta, además de los usuales, la inestabilidad (riesgo) del submercado principal de la firma, la capacidad ociosa, no sólo en cuanto a equipamiento sino también en las tareas del equipo de diseño donde se centran los costos de desarrollo de prototipos, la posibilidad de aprovechar partes de otros modelos vía la realización de diseño modular, (ver más adelante) etc. Es importante también tener en cuenta el papel jugado por la comercializadora en la decisión de qué items producir, en términos de su propia política de maximización de ventas o beneficios.

(iii) La actividad de diseño tal vez más importante de esta etapa, por sus consecuencias sobre la eficiencia de la firma, son los esfuerzos de diseño destinados a estandarizar (diseñando de acuerdo a patrones fijos, buscando de utilizar elementos existentes en el mercado -partes- ya normalizados) y a unificar (diseñar con miras a la intercambiabilidad de partes comunes de diferentes máquinas producidas). Mientras que la estandarización depende de las reglas y organización del mercado proveedor, los esfuerzos de unificación o diseño modular son exclusivamente internos a la firma y producen un fuerte impacto sobre el proceso productivo, dado que aumentan los tamaños de lote mecanizados, y ello permite efectuar una mayor inversión en dispositivos, realizar estudios de tareas y reorganizar las actividades de montaje las que se simplifican en gran medida.

La primer tarea dentro de la unificación es la de diseñar modularmente, reduciendo la variedad de elementos puestos en juego en el proceso. Por ejemplo, se comienza sobre los grandes conjuntos de la máquina (ej. la bancada, el carro, el delantal, la caja de velocidades) de manera de que conjuntamente la actividad de diseño y de proceso elaboren dispositivos que permitan producir una bancada estandar, un carro estandar, etc. (con anterioridad a la unificación existían elementos distintos para cada modelo). Así, posteriormente, se avanza hacia subconjuntos y partes y componentes que forman la máquina, hasta donde sea conveniente unificar dado, por un lado, la posibilidad técnica de hacerlo y, por otro, los costos de tal actividad.

De este modo, la oficina de diseño logra en este período unificar más del 70% (en peso) de las partes de las máquinas de la primera línea, porcentaje que cae a un 40% cuando se compara la primera con la segunda línea (dentro de ésta sólo tornos revólver y copiadores).

Como puede verse esta actividad se halla estrechamente relacionada con la apertura del mix de producción dado que reduce los efectos no deseados de la misma en términos de deseconomías de escala y reducción de los tamaños de lote.

(iv) Dentro de la estrategia de largo plazo de la firma, es concebida a comienzos de la década, la idea de incursionar en los nuevos adelantos que la

electrónica impone al sector. Esta decisión de la firma se basa en su percepción de que en el área de máquinas universales se llegará en pocos años a una saturación en las mejoras del producto y a perder terreno frente a la competencia. Sin duda, esta idea no es nueva en la firma, sino que ya se encontraba desde la primera mitad de los años sesenta y aun más cuando es alterada la estructura organizativa hacia fines de la década. Tal como manifestará un directivo de la firma "para construir tornos paralelos estandar se necesitan escasos técnicos y ningún ingeniero... si nosotros incorporamos tantos era porque no pensamos producir máquinas estandar sino avanzar en diseño...".

El primer paso en materia de diseño de segunda línea es la incorporación de un joven ingeniero electrónico al plantel de diseño, quien antes de graduarse ya trabajaba como técnico en la empresa. El mismo tomará a su cargo la parte eléctrica de un modelo de torno automático T-220 ciclomatic, máquina que pertenece a la familia de tornos copiadores y en donde la parte electrónica reemplaza a los mecanismos hidráulicos. Este prototipo cumple su fase experimental en 1975 y es comenzado a producir en 1976.

A su vez el ingeniero jefe de diseño inicia hacia fines de la etapa el estudio de la incorporación del control numérico a través de publicaciones científico-técnicas y además realiza periódicas visitas al extranjero a ferias, fábricas, etc. para ir analizando el resultado de las distintas experiencias en un campo como este de constantes modificaciones. El mismo técnico manifestó que si el lanzamiento del producto no se produjo antes se debió en parte a lo dificultoso de elegir la parte electrónica de la máquina en un escenario de mejoras continuas. Así, como parte de esta etapa de estudio se incorpora en 1977 un torno a control numérico "Le Blond" y se empieza a adiestrar en el exterior personal para programación así como al ingeniero electrónico quien participará en el diseño de la 'interfase' entre la parte mecánica y electrónica. Los innumerables inconvenientes que se producen en la sección de torneado con la incorporación del torno mencionado -permanentes interrupciones por fallas técnicas, especialmente en los circuitos hidráulicos del mismo- sirvieron de experiencia al elenco de diseño el que aún cuando inicialmente se halla decidido a seguir la misma línea de diseño en lo que hace a la parte mecánica hidráulica de la máquina, termina por elegir otro camino de diseño.

En 1979 es lanzado el primer prototipo a control numérico modelo TCN-300.

En resumen, la actividad de diseño de esta etapa es sin duda muy importante, acometiéndose por un lado un profundo reestudio de la primera línea que incluirá nuevos parámetros, nuevos modelos que amplían el mix producido y el comienzo en profundidad del diseño modular. En especial el último esfuerzo tiene una gran importancia para la eficiencia de la firma por su impacto sobre el proceso y muestra una vez más la interdependencia entre las dos áreas del conocimiento de la firma. Por otro lado sobre el final de la etapa se inician los primeros esfuerzos que conducirán a la incursión de la firma en el área del control numérico significando un nuevo e importante avance sobre los competidores.

## B. Proceso y organización.

En el análisis de la etapa anterior, vimos la drástica modificación que se produce en la composición del personal y la aparición de las oficinas de asistencia

técnica al proceso. Una vez incorporados el personal técnico y puestas en funcionamiento las nuevas oficinas, la planta comienza a experimentar cambios que tienen que ver con la optimización del proceso. Así, empiezan a separarse las funciones de cada una de las oficinas de ingeniería, produciéndose una clara especialización en las tareas técnicas. 44/

Hacia fines de 1969 ya se hallaban en pleno funcionamiento las oficinas de métodos y tiempos y de programación y control de calidad. La primera en constituirse es la oficina de métodos con el ingreso en 1968 de un ingeniero en métodos (con una prolongada experiencia previa) y en 1969 de 3 técnicos metodistas. En 1969 entra en vigencia un nuevo sistema para el control de tiempos del plantel operario. Dicho control se basa en los primeros estudios de tiempo y movimientos, el listado de tareas de cada operario en su sección, la carga de máquinas, etc., y se instrumenta a través de un sistema de incentivo al trabajo del operario. La información de los estudios es resumida luego en la oficina de programación donde se maneja un método de 'fichado' de tareas por cada operario. 45/

Así, esta primera entrada en actividad de las tareas de métodos y tiempos y programación en la estructuración del sistema de incentivos aludidos, deben haber reducido el tiempo directo de transformación de la planta. 46/

La oficina de programación queda formada en 1969 con el ingreso de un ingeniero industrial especializado en la tarea. Junto al sistema de incentivos se realizan el control de stocks y de piezas en proceso con el ingreso de un técnico especializado en 1970.

---

44/ La oficina de diseño maneja todo lo referente al producto en cuestión, decidiendo qué producir, y su información consiste en planos, especificaciones técnicas, lista de piezas y todos los cambios o alteraciones sobre ellos que puedan provenir del lado de la demanda (sección ventas). La oficina de métodos resuelve el cómo producir, determinando el quién y dónde de cada transformación, trabaja permanentemente sobre el operario y la maquinaria y utiliza técnicas de tiempos y movimientos, cargas de máquinas, etc., las que son codificadas en las hojas de instrucciones. Por su parte, la oficina de Programación cumple la tarea de coordinación del proceso y ciclo de producción, determinando el lote óptimo por máquina, siguiendo el ciclo productivo desde la orden de la sección de ventas (elaborando la hoja de ruta), anticipando los pedidos de materiales, etc.; así establece el cuándo producir y utiliza información propuesta por las otras oficinas.

45/ El sistema de incentivos se estableció, pagando a cada operario un premio de acuerdo con la diferencia observada entre el 'tiempo asignado' por métodos y el 'tiempo real'; estimulando a la mano de obra con aumentos salariales.

46/ Lamentablemente no se pudo obtener la información de los primeros estudios de tiempos sobre los que -según se nos manifestó- se lograron importantes ahorros de tiempos de transformación en algunas secciones importantes de mecanizado. Dicho efecto fue 'de una sola vez' para pasar luego a reducciones menores. Por otra parte, la introducción del sistema de incentivos aludido antes produjo algunos efectos sobre la performance del operario y su relación con los planteles técnicos que merecen destacarse. El operario comenzó a exigir al metodista que se le proveyera de mayor cantidad

El incremento en la productividad del año 1970 puede explicarse por el tipo de cambios introducidos con el nuevo sistema de tiempos, aunque no se pudo establecer con exactitud la magnitud relativa de este efecto en el aumento de productividad total. Sin embargo, debe alertarse que el salto en la productividad total para el año 1970 se debe en parte a problemas de medición del stock de capital utilizado (ver discusión en el apéndice A-1). No obstante, el aumento de productividad total registrado en la etapa es correcto a pesar de algunas imprecisiones en las tasas anuales.

Como vemos, la importancia de los cambios 'desincorporados' sobre el proceso productivo serían causa primaria de la explicación del aumento de la eficiencia en el uso de factores en esta etapa. No obstante, como se puede observar en los cuadros 9 y A-6 (del apéndice) entre 1969 y 1971 el stock (total) de capital instalado crece en un 24% maquinarias y equipos lo hacen en un 38% y edificios e instalaciones en un 6,8%. La explicación de tales incrementos viene dada en el caso de maquinaria y equipos auxiliares, por la introducción de dos máquinas de elevado valor, un cepillo grande (julio 1970) y una alesadora a control numérico (julio 1971). El primero de dichos equipos es introducido con el objeto de mecanizar bancadas de mayor tamaño y está asociado con la apertura del output mix (tornos pesados) vista antes; mientras que la alesadora es introducida a los fines de mejorar la calidad de ciertas piezas producidas. Por lo tanto, los cambios en el proceso vía incorporación de equipos no pesarán tanto en esta etapa como en la primera salvo los dos casos mencionados e incorporaciones marginales de refuerzo en el resto de las sub-subsecciones.

Un cambio importante en cuanto a la organización de las sub-subsecciones se produce en 1970 cuando a instancias de la oficina de métodos se crea la sección de dispositivos, máscaras y herramental. Con anterioridad estas tareas realizadas en forma dispersa, en equipos ubicados en distintas partes de la planta. A partir de 1970, se crea dicha sección la cual utilizará máquinas y personal especializado en estas tareas, pasando a constituirse una subsección de importancia dentro de la planta como puede verse en el cuadro 6 del capítulo

---

de elementos que le permitieran lograr el máximo de productividad y por consiguiente de salario. Esto indujo a una mayor asistencia técnica en materia de listado de tareas y su perfeccionamiento, dispositivos y máscaras, etc., así como también a obtener información de los problemas de cada tarea. Otros efectos notorios fueron los creados cuando ocurrían demoras en la orden de trabajo en cada tarea, originando quejas de los operarios ya que su inactividad les impedía ganar el 'premio'. Esto hizo que debieran realizarse mayores esfuerzos en el área de programación y seguimiento del proceso productivo. Así también, tuvo que ser aumentado el control de calidad a nivel de tarea para evitar que una excesiva rapidez en el operario deteriora la calidad del producto causando problemas en tramos posteriores del proceso. Esto último fue parcialmente resuelto más tarde acotando el margen de aumento de productividad pasible de recibir premios (hasta 35% del standard técnico).

anterior. 47/ Esta decisión de invertir en dispositivos a partir de los años 70 repercutirá sobre la eficiencia de los operarios del resto de las subsecciones y está además relacionada con las tareas de métodos (oficina a la cual pertenece) y de unificación (diseño modular). 48/

La forma en que la optimización en el uso del tiempo va siendo resuelta en la planta, es un rasgo que queremos destacar en el análisis de esta etapa. Los primeros estudios de métodos y tiempos fueron dirigidos hacia las tareas productivas en el área de mecanizado. Ello muestra que como estrategia para reducir costos los esfuerzos de ingeniería comienzan por aquella sección de la planta que a comienzos de la década contaba con el mayor número de operarios y una considerable proporción de las maquinarias y equipos auxiliares. Posteriormente se estudiarán los tiempos productivos de la sección de montaje 49/ y al mismo tiempo serán intensificadas las inversiones en dispositivos (ver nota 47/) y la puesta en práctica de la intercambiabilidad de los conjuntos provenientes de los estudios de unificación. Observamos que al cabo de varios años en que los tiempos de transformación o 'directos' caen más rápido que los tiempos 'indirectos' estos últimos adquieren un mayor peso relativo dentro de los tiempos totales y por ende comienza a ser más notoria la conveniencia potencial de estudiarlos a efectos de racionalizar su incidencia.

Lo descrito en el párrafo anterior es uno de los hechos más interesantes que emergen de nuestro análisis de la incidencia de las distintas secciones en la productividad total de la planta. Dicho análisis es realizado, tras introducir ciertos comentarios metodológicos relativos a la calidad y limitaciones del material estadístico disponible, en el apéndice A-II del presente capítulo.

---

47/ El equipamiento de la sección creció en forma importante a partir de su creación con el traslado de máquinas importantes y la compra de costosos equipos auxiliares. Por su parte el personal entrenado en tal sección creció permanentemente en la etapa. Por ejemplo entre 1974/75-1978/79 el empleo en la sección aumentó en un 152% pasando su participación en el empleo total de 3,11% en 1974/75 a 7,74% en 1978/79. Luego de una reestructuración de la oficina de métodos en 1974 se separan 'mecanizado liviano' por un lado y 'mecanizado pesado y construcción de dispositivos' por el otro. Esta última es dirigida por un ingeniero, formado en diseño y métodos en la firma antes de graduarse.

48/ Del trabajo de los metodistas en el estudio del método a adoptar para las distintas tareas surge la necesidad de incorporar dispositivos que eleven la productividad de las labores de transformación. Así, fue puesta de manifiesto una relación complementaria entre los estudios de tiempos y métodos, por un lado, y la inversión en dispositivos por el otro.

49/ Es interesante destacar que la tarea del metodista se ve facilitada en la sección de mecanizado (respecto de las otras secciones) a raíz de que la presencia de maquinarias impone un 'tiempo tecnológico' fácil de determinar por el estudio. No ocurre lo mismo en la sección de montaje donde aumentan notoriamente las diferencias entre el tiempo asignado y empleado, no sólo debido a que interviene en mayor medida el operario que la máquina, sino también a los problemas técnicos que se trasladan hasta esa sección (por ejemplo errores en el mecanizado de piezas, fallas en la calidad de la materia prima, etc., que dan origen a tiempo de 'repasso'). Así es notorio como el trabajo del metodista se complica en dicha sección de montaje. Ello es más grave aún cuando se analizan los tiempos indirectos (por ejemplo transporte o asistencia a una tarea).

Surge de la información presentada que los cambios en los tiempos de las subsecciones están asociados por un lado a tareas de métodos y organización de la producción y por otro a inversiones en dispositivos, mejoras en equipamiento y a las tareas de unificación de conjuntos. No obstante, a pesar de la descomposición a nivel de tarea de transformación nos fue imposible con el material y la información disponible separar, dentro de cada tarea, la importancia relativa de aquellos cambios que son puramente organizativos de la tarea (como la reasignación de operarios antes descripta) vis a vis la importancia relativa de otros efectos tales como simplificaciones en el producto, en la tarea vía unificación, la inversión de dispositivos o máscaras que acompaña tales estudios, etc.

En resumen, el análisis efectuado nos ilustra sobre algunos temas interesantes respecto a las fuentes de aumento de productividad aunque, lamentablemente, no nos permite computar la incidencia relativa de los esfuerzos provenientes de las ingenierías de diseño, de métodos y de programación de la producción.

Resumiendo lo ocurrido en esta etapa, aparecen como rasgos salientes los cambios en el proceso que se introducen vía la puesta en marcha de actividades de asistencia técnica al proceso que buscan optimizar y organizar las tareas de transformación. Como hecho notorio surge la interacción que se produce entre las labores del personal de métodos, los gastos en dispositivos y las tareas de diseño modular. A su vez programación y control de la producción optimizará la compra de materiales, los stocks y la circulación de materiales en proceso.<sup>50/</sup>

Tales cambios en las tareas, sobre un plantel de equipos que sólo se modifica marginalmente y una tecnología de producción que continúa caracterizándose por sus rasgos discontinuos, han sido denominados como cambios 'desincorporados' y representan una nueva fase en la historia evolutiva de la firma.

Por último, los cambios en el área del producto, lejos de disminuir, mantienen un alto ritmo obedeciendo claramente a la estrategia competitiva de la firma frente a dos importantes seguidores en el mercado de máquinas universales y a la competencia externa proveniente de los adelantos que la electrónica produce sobre la producción de bienes de capital.

En este punto terminamos con la descripción y análisis de los cambios en la tecnología de la firma en el período estudiado. Hemos avanzado hasta donde el material recolectado y las entrevistas nos han permitido. En el próximo capítulo intentaremos situarnos en una perspectiva más teórico analítica del caso estudiado analizando elementos del cambio tecnológico de la firma y sus determinantes mediatos e inmediatos.

<sup>50/</sup> Cabe destacar los estudios que hacia 1977 comienzan a realizarse en la oficina de programación a fin de introducir el estudio de piezas o de 'grupos tecnológicos'. Dicho estudio tiene por objeto formar familia de piezas que sufren similares transformaciones creando conjuntos que disminuyen los tiempos unitarios de preparación a nivel de subtareas. Un primer tipo de estudio denominado 'familia cerrada de piezas' comprende componentes muy parecidos entre si con variación de algunas dimensiones y con el mismo tipo de elaboración mecánica -es decir que siguen procesos de elaboración similares-. La segunda categoría definida como 'familia de piezas abiertas' incluye piezas de formas y dimensiones distintas pero con elaboración mecánica común. Así, la puesta en práctica de este ordenamiento lleva a crear líneas en algunas subetapas del proceso reduciendo tiempos dedicados a transporte así como espacio físico.

## A P E N D I C E S

- A-I. Sobre la medición del output, los factores productivos y la productividad.
  
- A-II. La descomposición del incremento en la productividad laboral 1974/75-1978/79 entre las distintas secciones de la planta.

10  
11

12  
13

14  
15



## APENDICE A-1

### SOBRE LA MEDICIÓN DEL OUTPUT, LOS FACTORES PRODUCTIVOS Y LA PRODUCTIVIDAD.

#### 1. El output.

La construcción del indicador convencional de output, esto es, el valor agregado, se vió dificultada al comienzo de nuestra tarea debido a la falta de información estadística. Así, se comenzó midiendo el volumen físico de producción para luego confeccionar una serie de producción siguiendo un método alternativo. Esta última serie fue luego empleada como indicador de output en el cálculo de la productividad total. Más adelante, y luego de algunas depuraciones, se pudo llegar a construir una serie de valor agregado para la firma.

A continuación se presenta primero el método utilizado para el cálculo de la serie de producción y en segundo término su comparación con las series de producción y de valor agregado a los fines de determinar su confiabilidad como indicador de output.

##### 1.1 El cálculo de la serie de producción

Dada la poca precisión que parecía mostrar la serie de valor de la producción, en especial en el período de alta inflación 1973-1976, se intentó construir dicha serie usando algún método alternativo. Uno de ellos podría haber sido recurrir a los precios de los bienes producidos por la firma para un año dado a fin de utilizarlos como ponderadores de la producción por unidad de los restantes años. Sin embargo, ello no fue posible dado que el carácter multiproducto de la planta estudiada se manifiesta en una permanente modificación del output mix -con la aparición de sucesivas generaciones de un mismo producto, tamaños y modelos que cambian, etc.- debiendo para ello disponerse de una extensa información sobre precios que no pudo ser proporcionada. <sup>51/</sup>

La variante utilizada intenta construir un índice de producción basándose en un conjunto de atributos técnicos o de calidad de los bienes producidos los cuales han sido determinados por el tecnólogo. Por ejemplo, en el caso extremo de que pueda asociarse al producto, un solo atributo técnico -digamos  $z$  - tendríamos  $z_1$  'cantidades' del atributo para el producto 1,  $z_2$  para el producto 2 y así sucesivamente. De esta manera utilizando los  $z_1, z_2, \dots$  etc. como ponderadores tendríamos que la producción total (la que queda expresada en la unidad de medida del atributo) sería:

---

<sup>51/</sup> Para dar una idea de lo que ello implicaba, nótese que si se tienen en cuenta diferentes modelos de productos, diferentes tamaños dentro de un modelo y por último diferentes generaciones de un mismo modelo, el número de precios resultantes ascendía a más de sesenta.

$$Q = z_1q_1 + z_2q_2 + \dots + z_nq_n \quad (1)$$

donde  $q_i$  ( $i = 1, 2, \dots, n$ ) son las unidades producidas de cada producto. 52/

Esta manera de medir los bienes a través de atributos a él asociados ha sido adoptada para la medición del cambio de calidad de los bienes empleados en la construcción de números índices. Así, para realizar ajustes por calidad en índices de precios, se ha supuesto que 'la calidad' puede ser determinada a través de un conjunto de atributos  $z_1, z_2, \dots, z_n$  observables en cada bien (aquí los subíndices denotan distintos atributos para un bien dado). Estos atributos a su vez son usados para obtener un 'índice de calidad' que permita realizar comparaciones entre bienes. Por ejemplo si en un momento dado ( $t$ ) un bien cambia de calidad, la variación en el precio debido a dicho cambio es

$$\frac{p_b(t)}{p_a(t)} = g \quad (2)$$

donde  $p_a(t)$  y  $p_b(t)$  son los precios observados en el momento  $t$  antes y después del cambio y donde  $g$  representa el índice de calidad. Así, si los bienes (en realidad podemos decir que ahora tenemos dos bienes diferentes) son medidos de acuerdo a un solo atributo  $z$  tenemos:

$$p_b(t) = c(t) \cdot z_b \quad ; \quad p_a(t) = c(t) \cdot z_a \quad (3)$$

donde  $z_a$  y  $z_b$  son las cantidades del atributo que posee cada uno de los bienes y  $c(t)$  es el denominado 'precio de calidad' o precio del atributo. Así tenemos que

$$g = \frac{z_b}{z_a} \quad (4)$$

el índice de calidad resulta ser la razón de las cantidades del atributo poseídas por los bienes  $a$  y  $b$ . 53/

Debe notarse también que existen algunos inconvenientes que complican el uso del método citado. El primero de ellos surge cuando el número de atributos es superior a la unidad, ante lo cual el ejercicio de la expresión (1) no puede

52/ Por ejemplo, si el atributo en cuestión fuera la 'potencia' de cada máquina, que se mide en H.P., y tuviéramos 3 máquinas distintas con 5, 10 y 15 H.P. respectivamente, de las cuales se producen, en un año dado, 10 unidades de cada una tendríamos:

$$Q = 5\text{H.P.} \times 10 + 10\text{H.P.} \times 10 + 15\text{H.P.} \times 10 = 300\text{H.P.}$$

como producción del año.

53/ Para profundizar acerca de la teoría económica subyacente en este método y los problemas que presenta, puede verse: Allen R.G.D.: Index Numbers in Theory and Practice, Aldine Pub. Co., Chicago 1975, pp. 252-269.

realizarse por simple suma dado que no conocemos la importancia relativa de cada atributo. Para ello debe ser estimado el precio de calidad de cada uno de los atributos a los fines de construir un índice compuesto. <sup>54/</sup> En segundo lugar, un serio problema que se presenta al intentar utilizar el método para homogeneizar una serie de producción es la coexistencia en una misma planta de productos que no puedan ser clasificados en base a atributos comunes. En nuestro caso, por ejemplo, no se encontró la forma de obtener elementos de calidad comunes a los tornos paralelo, copiador y revólver, debiendo así trabajar con los tornos paralelos (que participan con alrededor del 75% de la producción para todo el período) y luego realizar ajustes a los fines de incorporar las otras máquinas.

A continuación se presentan los pasos seguidos.

Paso I: Se dividió a los productos en grupos que pudieran reunir atributos técnicos o de calidad comunes. Así se obtuvo a los tornos paralelos por un lado y a las máquinas denominadas 'especiales' (tornos revólver y copiador, fresadoras de producción) por otro. Mientras el primer grupo es susceptible de ser medido en base a atributos comunes, el segundo está compuesto por máquinas muy distintas una de otra.

Paso II: Tomando cada modelo de torno paralelo como una observación se realizó un análisis de correlación parcial entre 11 variables (atributos), contando con 23 observaciones. El resultado puede verse en la tabla A-1, donde debido al tamaño de la muestra, valores de  $r \geq 0,351$  son significativos a un nivel del 5% y valores de  $r \geq 0,482$  lo son al 1%.

La tabla A-1 nos sugiere el siguiente resultado: por un lado, existen 6 variables que pueden ser utilizadas como 'proxy' del resto debido a su asociación estadísticamente significativa con las demás. Estas variables son: i) El diámetro del husillo sobre rodamiento delantero (mm.); ii) la cantidad de pasos whitworth; iii) la cantidad de pasos métricos; iv) la contrapunta, a través del diámetro de la pínula (en cm.); v) la potencia (en H.P.); vi) el peso (en kg.). Además existe una variable -la cantidad de velocidades del husillo- que no muestra asociación estadística (al 1%) con ninguna de las restantes variables.

Por otro lado, la variable 'peso', aparecería según el valor de los coeficientes de la tabla A-1 como la variable a elegir más representativa entre las seis mencionadas antes. Esto nos resuelve el problema de la existencia de más de un atributo.

Paso III: El siguiente paso fue ver qué relación existía -en un momento dado- entre el peso unitario de los productos y su precio. Se trabajó con los

---

<sup>54/</sup> Dichas estimaciones han sido realizadas en numerosos trabajos entre los que se destacan el artículo de Griliches, Z. (1961): 'Hedonix Prices Indexes for Automobiles' reeditado en Griliches, Z. (1971): 'Price Indexes and Quality Change'. Cambridge, Mass. Sin embargo, el tema reconoce un conjunto extenso de contribuciones teóricas y empíricas anteriores. Ver reseña en Allen, ob.cit.

Cuadro A-1: Coeficientes de correlación parcial de atributos técnicos de una muestra de 24 modelos de tornos paralelos construidos por una firma metalmecánica argentina. 1960-1976

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Distancia Máxima entre puntas	1	.421	.751	.135	.711	.795	.764	.756	.825	.762	.881
2. Diam. a torneear sobre el carro	.421	1	.558	-.123	.382	.469	.513	.504	.493	.338	.545
3. Diam. Husillo sobre rodam. delantero	.751	.558	1	.189	.815	.908	.901	.892	.905	.884	.933
4. Cantidad de velocidades del husillo	.135	-.123	.189	1	.392	.247	.041	-.027	.301	.059	.118
5. Número de avance longit. y transv.	.711	.382	.815	.392	1	.845	.907	.877	.840	.751	.889
6. Ancho de la bancada	.795	.469	.908	.247	.845	1	.886	.871	.981	.931	.924
7. Cantidad de pasos whitworth	.764	.513	.901	.041	.907	.886	1	.996	.869	.873	.964
8. Cantidad de pasos métricos	.756	.504	.892	-.027	.877	.871	.996	1	.847	.885	.955
9. Diámetro de la pínula	.825	.493	.905	.301	.840	.981	.869	.847	1	.885	.931
10. Potencia (H.P.)	.762	.338	.884	.059	.751	.931	.873	.885	.885	1	.886
11. Peso (Kg.)	.881	.545	.933	.118	.889	.924	.964	.955	.931	.886	1

Fuente: elaboración propia sobre la base de datos obtenidos en la firma.

únicos valores que se pudo disponer, referidos al año 1975. 55/

El resultado puede verse en el gráfico A-1.

La figura nos muestra lo siguiente:

i) A pesar de que todos los tornos paralelos participaron satisfactoriamente en nuestro análisis de correlación entre atributos, se observará una distinta relación precio-peso para tornos 'pequeños' y 'medianos' por un lado, y 'pesados' por otro. Existen diversas explicaciones que justificarían dicho comportamiento. 56/

55/ Se trabajó con los precios promedio anual de las máquinas producidas en 1975, que no son exactamente las mismas con las que se trabajó en el análisis de correlación. En este último análisis se tomó todos aquellos modelos, producidos en cualquier momento por la firma, sobre los que se tuvo información completa de los atributos.

56/ Según el análisis de regresión del gráfico A-1 y en términos de las fórmulas (2) y (4) de la página 62 tenemos:

$$\frac{pb(1975)}{pa(1975)} > g = \frac{(\text{peso de } b)}{(\text{peso de } a)}$$

donde  $b$  sería un torno pesado y  $a$  uno liviano o mediano (peso menor a 4000kg). Por otra parte en una situación de equilibrio competitivo deberíamos esperar que

$$g = \frac{pb(t)}{pa(t)} = \frac{cmg_b(t)}{cmg_a(t)} = \frac{umg_b(t)}{umg_a(t)}$$

donde  $cmg_i$  y  $umg_i$  son los costos marginales y las utilidades marginales para los bienes  $a$  y  $b$ . Olvidándonos por el momento del lado de la demanda (la razón de utilidades marginales) pueden existir diferencias entre los precios de mercado, los costos marginales y el índice de calidad  $g$  medido como 'peso' debido a: (i) la existencia de mercados imperfectos que dan origen a diferentes mark-up. Por ejemplo suponiendo que en el submercado de tornos pesados, la firma fija precios alejándose de sus costos marginales por un factor  $kb$  y que en los submercados liviano y medianos lo hace por un factor  $ka$  siendo  $kb > ka$ , tenemos:

$$g = \frac{cmg_b(t)}{cmg_a(t)} < \frac{pb(t)}{pa(t)} = \frac{cmg_b(1+kb)}{cmg_a(1+ka)}$$

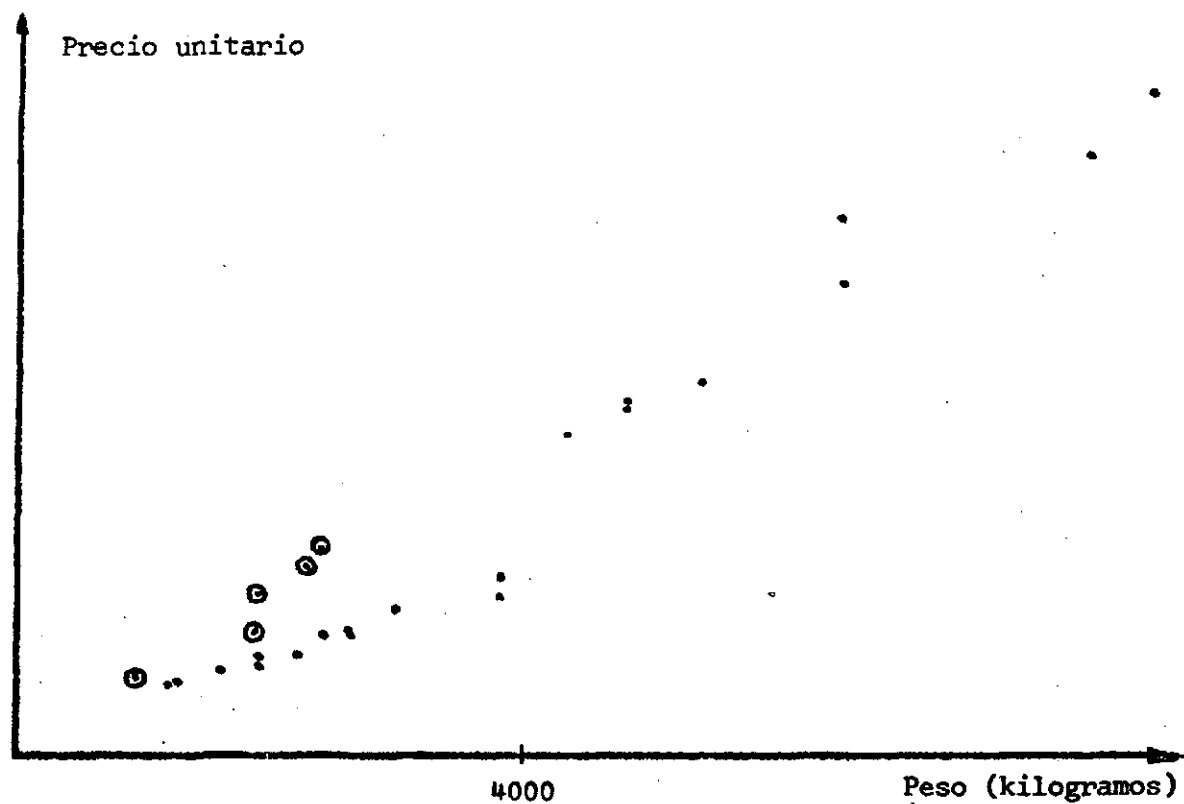
(ii) Si por otro lado lo que en realidad ocurre es un aumento en los costos marginales relativos debido a que sólo en la producción de tornos pesados se producen limitaciones en el uso de algún factor (como espacio disponible, aumento del ciclo de producción, etc.) que provoca un aumento exponencial en el costo por kilogramo producido, tendríamos:

$$g < \frac{cmg_b(t)}{cmg_a(t)} = \frac{pb(t)}{pa(t)}$$

En este caso debería ponerse en duda la bondad del atributo elegido para construir el índice  $g$ . (iii) Ninguno de los puntos anteriores pudo estudiarse de modo de obtener resultados satisfactorios. Así también debe hacerse notar que las diferencias encontradas pueden deberse también a que utilizamos los precios promedio del año 1975 el cual fue un año de grandes desequilibrios en lo que a precios relativos se refiere.

Gráfico A-1. Relación entre precio y peso en una muestra de 25 máquinas-herramienta producidas por una firma metalmecánica argentina

(año 1975)



Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la firma.

- Máquinas 'especiales'
- Tornos paralelos

ii) Las máquinas especiales se encuentran, tal como esperábamos, bastante más 'arriba' de la recta de ajuste para tornos paralelos. Esto confirmaría la presunción de que hay 'algo más' que el atributo 'peso' en dichas máquinas.<sup>57/</sup>

Paso IV: Debido a que no fue posible obtener una lista de atributos semejantes entre tornos paralelos, copiador, revólver y fresadoras se optó por utilizar la variable 'peso', -con lo que se obtendría un resultado satisfactorio para tornos paralelos- y luego efectuar un ajuste para incluir el sesgo dado por las máquinas especiales. Este ajuste fue realizado mediante el cálculo de la diferencia entre cada una de las observaciones de máquinas especiales de la Figura A-1 y la recta de ajuste para tornos paralelos. A continuación se detallan los pasos seguidos para el cálculo de lo que denominaremos 'peso ajustado'.

La Tabla A-2 muestra la participación de la 'segunda línea' en la producción total en toneladas, la que se divide en tornos pesados y cada una de las máquinas especiales.

Según la regresión lineal que se obtuvo de la figura A-1 para tornos paralelos menores de 4000 kg. se calculó el peso 'estimado', de acuerdo con dicha recta, según

$$\text{Peso Estimado} = -a + b \text{ Precio}$$

para luego calcular el ajuste porcentual que debía realizarse por cada máquina especial, según

$$\frac{\text{Peso Estimado} - \text{Peso Observado}}{\text{Peso observado}} = \text{Ajuste (\%)}$$

El resultado por tipo de máquina fue el siguiente:

	Ajuste
Torno Revólver	+ 100 %
Torno Copiador	+ 83,2 %
Fresadora FA-1	+ 29,2 %
Fresadora FA-2	+ 21,8 %
Torno Ciclomatic.	+ 77,2 %

Así en base a estos resultados y a los de la Tabla A-2 se calculó el 'ajuste total' para cada año que puede verse en la Tabla A-3.

Paso V: Finalmente, a manera de resumen, la Tabla A-4 y la figura A-2 nos muestran los índices de producción anual (i) en valor, (ii) en peso (el atributo elegido), (iii) en 'peso ajustado' (el atributo más un ajuste por máquinas que no pueden ser clasificadas bajo el mismo atributo), y (iv) en unidades (número de máquinas).

Obsérvese que la diferencia entre la serie de valor y la de peso ajustado se produce en 1964-65, años de importante facturación. Luego las dos series descri-

<sup>57/</sup> Aunque también valen los mismos comentarios sobre los precios relativos expuestos en la nota anterior, se percibe aquí una situación muy distinta pues estamos hablando de máquinas con un contenido de 'calidad' muy superior al de los tornos paralelos.

Cuadro A-2. Participación porcentual de la 'segunda línea' en la producción total  
en una planta metalmecánica argentina.  
(en kilogramos)

(1)	(2) Tornos paralelos pesados	M A Q U I N A S E S P E C I A L E S					(8) Total	(9) Total 2da. línea
		(3) Torno revólver	(4) Torno copiador	(5) Fresado- ra FA-1	(6) Fresado- ra FA-2	(7) Torno ci- clomatic		
1960	...	...	...	...	...	...	...	17,49*
1961	...	...	...	...	...	...	...	...
1962	...	...	...	...	...	...	...	22,00*
1963	...	29,55	19,61	...	...	...	49,16	65,76*
1964	...	5,19	21,29	...	...	...	26,48	26,48
1965	...	12,31	...	...	...	...	12,31	21,63*
1966	...	16,27	7,31	...	...	...	23,58	27,15*
1967	...	...	7,57	...	...	...	7,57	20,15*
1968	...	0,97	9,78	0,36	...	...	11,11	20,96*
1969	...	10,75	...	4,22	...	...	14,97	20,53*
1970	...	4,07	7,40	3,81	...	...	15,28	15,28
1971	5,45	4,66	8,45	2,18	...	...	15,30	20,80
1972	8,58	3,32	5,02	3,73	0,29	...	12,37	21,10
1973	7,39	3,21	3,67	3,03	0,26	...	10,16	17,70
1974	3,50	3,03	4,74	1,64	1,34	...	10,76	14,30
1975	...	3,36	3,55	3,06	2,97	...	12,95	12,90
1976	2,69	0,60	4,20	2,75	5,09	2,77	15,41	18,10

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

Nota: \* Incluye máquinas no clasificadas (agujereadoras radiales) según la división de columnas (2) a (7).



Cuadro A-3. Ajuste porcentual de la serie de producción para la inclusión de las máquinas especiales. 1960-1976.

AÑO	AJUSTE POR MAQUINA					AJUSTE TOTAL
	TRU	TCA	FA-1	FA-2	CICLOMAT	
1963	29,55	16,31	...	...	...	+45,86
1964	5,19	17,71	...	...	...	+22,90
1965	12,31	...	...	...	...	+12,31
1966	16,27	6,08	...	...	...	+22,35
1967	...	6,29	...	...	...	+ 6,29
1968	0,97	8,13	0,10	...	...	+ 9,20
1969	10,75	...	1,23	...	...	+11,98
1970	4,07	6,15	1,11	...	...	+11,33
1971	4,66	7,03	0,63	...	...	+12,32
1972	3,32	4,17	1,09	0,06	...	+ 8,64
1973	3,21	3,05	0,88	0,06	...	+ 7,20
1974	3,03	3,94	0,48	0,29	...	+ 7,74
1975	3,36	2,95	0,89	0,65	...	+ 7,85
1976	0,60	3,49	0,80	1,11	2,0	+ 6,00

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de Tabla A-2.

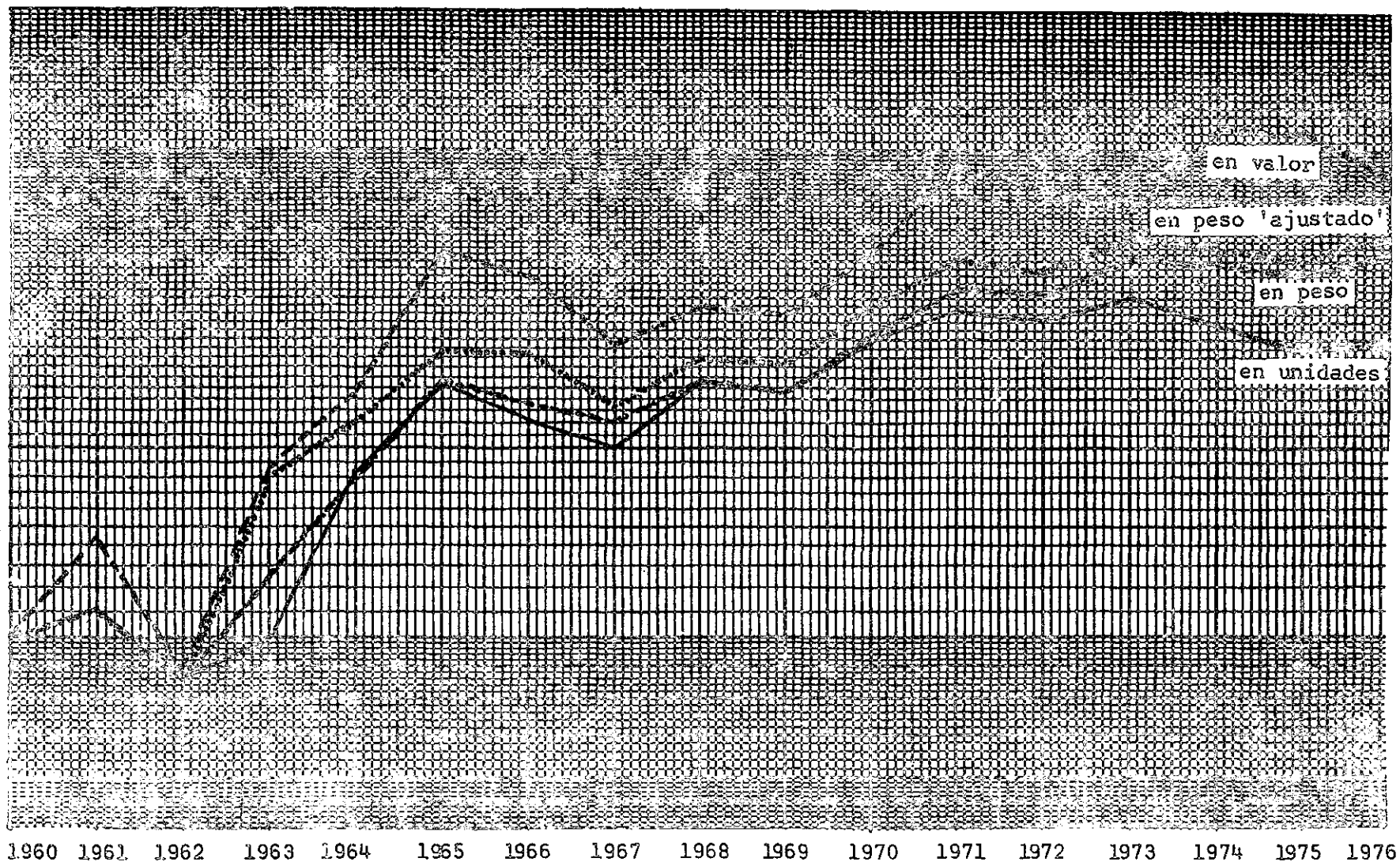
Cuadro A-4. Índices de la producción  
de una planta metalmecánica argentina: 1960-1976

	en unidades (I)	en valor (1) (II)	en peso (2) (III)	en peso (3) 'ajustado' (IV)
1960	100.00	100.00	100.00	100.00
1961	112.40	145.38	111.80	111.80
1962	87.60	88.70	85.20	85.20
1963	99.20	185.90	124.20	181.20
1964	182.20	245.20	180.50	221.80
1965	252.70	417.80	256.30	287.80
1966	210.80	379.50	234.30	286.70
1967	200.00	295.20	221.40	235.30
1968	255.00	339.40	257.00	280.60
1969	244.20	329.80	244.20	273.40
1970	299.20	414.50	307.30	342.10
1971	334.90	572.70	361.60	406.10
1972	321.70	519.60	357.60	388.50
1973	350.00	484.80	408.30	438.00
1974	319.40	652.30	391.40	421.70
1975	289.10	645.50	371.40	400.50
1976	293.80	544.40	413.40	438.20

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la firma.

Nota: (1) en precios de 1960, deflactor: Índice Precios Mayoristas no Agropecuarios, Subgrupo Maquinaria, Motores (excluidos los eléctricos): construcción, armado, reparación. (2) Toneladas producidas. (3) En base al Cuadro A-3.

Gráfico A-2. Índices de producción de una planta metalmecánica Argentina.  
(1960 - 1976)



Fuente: Cuadro A-4.

ben movimientos similares hasta 1973 (año de demanda alta en el ciclo industrial) en el cual la producción física aumenta y la de valor cae. Luego en 1974, 1975 y 1976 ocurren similares divergencias. Por ello cabe suponer que ante la agudización del proceso inflacionario argentino (1973-1976) la serie de valor anual de la producción pierde exactitud. 58/

## 1.2 Series de producción y de valor agregado.

El cuadro A-5 presenta las series de valor agregado y de gastos reales en insumos intermedios. Dichas series son graficadas en la figura A-3 junto con la serie de valor de la producción en términos reales y la serie de producción medida en peso ajustado.

La serie de valor agregado presenta mayores oscilaciones que las series de producción lo cual es el resultado de similares oscilaciones en la serie de gastos en insumos intermedios, algunas de ellas de poca confiabilidad. Por ejemplo, no pudo explicarse con exactitud algunas variaciones en los gastos de insumos intermedios como las de los años 1969, 1973, 1974 y 1976. Al parecer el primero fue el resultado de modificar el número de veces que al año se compran ciertos materiales, mientras que los tres últimos pueden atribuirse a los efectos de la alta inflación sobre nuestros cálculos de promedio anual. Respecto de la forma de la serie de gastos en insumos intermedios para todo el período 1960-1976 ésta refleja un aumento permanente en valores reales que acompaña al aumento de las series de valor agregado y producción, resultado que era de esperar dado que no se modifica el grado de integración vertical de la firma ni tampoco existen efectos de abaratamiento importantes en la materia prima crítica (fundición). En este sentido puede observarse la columna 3 del cuadro A-5 donde se muestra el porcentaje de los costos totales absorbido por la cuenta 'materias primas' (básicamente fundición).

Finalmente, respecto de la serie de output, debe señalarse que el objetivo más importante para su construcción fue la de analizar la performance de largo plazo de la firma con especial atención de la delimitación de posibles 'etapas' dentro de la misma. Teniendo esto presente puede verse que las series graficadas en el cuadro A-5 reflejan de modo muy similar la evolución de largo plazo. Mas aún, si se contemplan tanto el efecto producido por los gastos en insumos intermedios en 1969 así como las distorsiones del período inflacionario 1973-76 tanto los resultados de largo plazo como de períodos menores no serían muy distintos.

Tomando en consideración lo dicho arriba se ha optado por utilizar la serie de producción en peso ajustado como la serie del output. Esta serie representa una proxy por la serie de producción medida en base a los precios de un año. Su empleo provocará una leve subestimación de la tasa anual de aumento de productividad para todo el período 1960-1976 respecto de las otras dos series alternativas pero consideramos que nos reflejará con más precisión (menos oscilaciones artificiales) las etapas de la performance de la firma.

---

58/ El deflactor utilizado para expresar la serie de valor en pesos de 1960 fue el índice de precios mayoristas no agropecuarios, subgrupo Maquinaria y Motores (excluidos los eléctricos): construcción, armado y reparación. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) Rep. Argentina 1976.

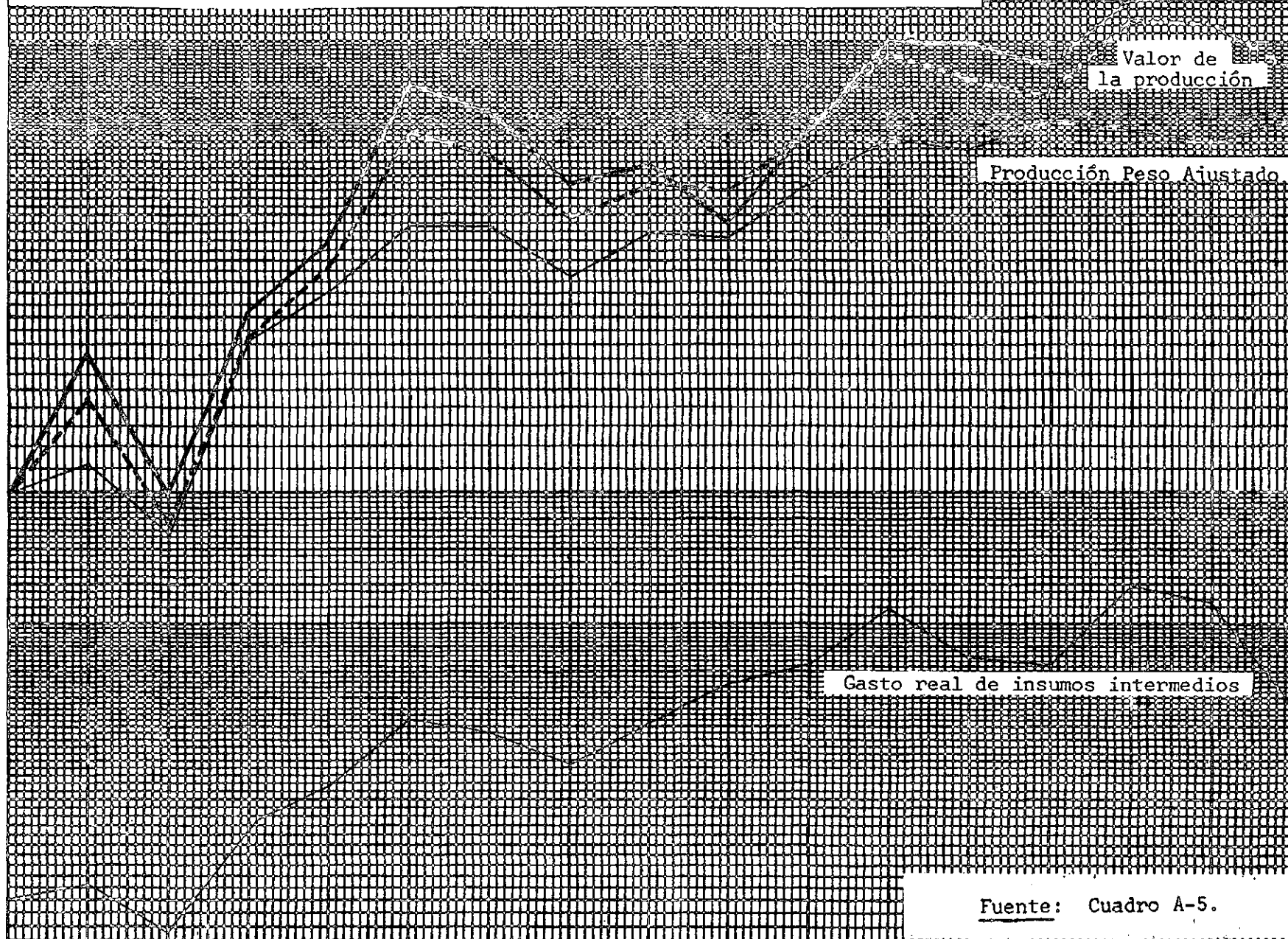
Cuadro A-5. Índice de Valor Agregado de una planta argentina de Máquinas-herramienta. 1960-1976

Año	Gastos en insumos intermedios (1)	Valor Agregado (2)	Gastos en materias primas como porcentaje de los costos totales (%)
1960	100,00	100,00	
1961	112,20	173,50	
1962	76,90	98,70	
1963	165,00	203,80	
1964	217,10	269,10	23
1965	312,90	506,60	25
1966	292,40	452,90	21
1967	245,60	337,20	19
1968	305,20	368,60	28
1969	376,10	290,80	25
1970	413,00	415,90	24
1971	538,90	601,50	20
1972	430,4	595,30	19
1973	413,80	545,10	22
1974	591,6	703,90	23
1975	551,70	725,00	23
1976	340,6	717,00	24

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

(1) y (2) Precios constantes de 1960. Deflactor: Precios mayoristas no agropecuarios, subgrupo maquinaria y motores (excl. eléctrica): construcción, armado y reparación. INDEC, República Argentina, 1976.

Gráfico A-3. Series de Producción, Valor Agregado y Gastos en Insumos Intermedios de una firma argentina de máquinas-herramienta



Fuente: Cuadro A-5.

## 2. El capital.

Para la construcción de la serie de stock de capital, fue necesario recoger información referente a inversiones realizadas en a) Maquinarias; b) Equipos Auxiliares y c) Edificio e Instalaciones. El procedimiento seguido en cada caso fue el siguiente.

a) Maquinarias: tomando como base información sobre la fecha de incorporación de cada maquinaria y su valor en dicho momento, fueron construidas series de inversiones en maquinaria nacional y extranjera, partiendo de un stock inicial en el año 1960. Luego dichas series fueron expresadas en pesos de 1960 utilizando (i) un índice de precios implícitos en las importaciones de bienes de capital realizadas por el sector industrial argentino entre 1960 y 1976, y el tipo de cambio oficial (promedio anual para importaciones), en el caso de la maquinaria extranjera; 59/ y (ii) el índice de precios mayoristas no agropecuario nacional, subgrupo Maquinaria y Motores, excluidos los eléctricos, en el caso de la maquinaria nacional. 60/

Así, sobre la suma de ambas series expresadas en valores constantes se calculó el stock de capital en cada período en base a la siguiente fórmula:

$$K_t = k_{t-1} (1-k) + I_t \quad (1)$$

donde  $k_t$  ,  $k_{t-1}$  es el stock de capital en el período  $t$  y  $t-1$ .

$I_t$  es la inversión del período  $t$  y  $k$  es la tasa de depreciación, la que calculada de acuerdo a estimaciones sobre la duración de los equipos, se ubicó en un 8% anual. 61/

b) Equipos Auxiliares: aquí se aplicó la misma metodología que en el apartado anterior, agregándose luego las dos series en una: maquinarias y equipos auxiliares.

c) Edificio e Instalaciones: los gastos realizados durante el período en este rubro fueron expresados en valores constantes por medio del índice del costo de la construcción en Capital Federal (INDEC). Luego fue construida la serie de stock de capital (Edif. e Inst.) siguiendo la fórmula (1) pero en este caso la tasa de depreciación se estimó en un 3% anual.

---

59/ Ver: CEPAL, América Latina. Importaciones clasificadas según uso o destino económico (CUODE. 1948-1974 (actualizado a 1976). E/CEPAL/1043. 1977. Boletín de la Organización Techint. República Argentina, varios números.

60/ Ver: Instituto Nacional de Estadística y Censos, República Argentina, 1977, índice citado arriba.

61/ Un desarrollo y aplicación general del método sintetizado en la fórmula (1) para la medición del stock de capital puede verse en D. Jorgenson, Anticipations and Investment Behaviour, en J. Duesenberry et. al. Editors, The Brookings Quarterly Econometric Model of the United States, Rand Mc Nally, 1965, pp. 51-57.

Finalmente en base a la suma de las series a), b) y c) se obtuvo la serie de stock de capital instalado 1960-1976 como se ve en el Cuadro A-6.

El siguiente paso consistió en realizar una estimación de la serie de capital efectivamente utilizado, esto es, calcular para cada año la tasa de subutilización del capital. Para ello se intentó primero realizar el cálculo siguiendo dos métodos:

Método (i): Fue estimada la tasa de subutilización del capital aplicando un método basado en la extrapolación de la tendencia entre los 'picos' de la serie de producción. Este método ha sido empleado para el cálculo de la capacidad no utilizada de la economía estadounidense. <sup>62/</sup> Esta metodología supone que en los mencionados 'picos' la producción potencial coincide con la real y por lo tanto el stock de capital instalado está siendo plenamente utilizado. Asimismo, al extrapolar la tendencia de la serie de producción entre estos picos de plena capacidad se supone que la firma está ampliando su stock de capital en forma regular durante dicho intervalo.

En nuestro caso se ajustó la tendencia entre los años 'pico' 1961 - 1963 - 1965 - 1971 - 1973. Cabe destacar que, según comentarios obtenidos en la firma, solamente los años 1965 y 1973 fueron reconocidos como años en los cuales la planta se encontraría cercana a la 'plena capacidad'. Por su parte el año inicial de la serie (1960) fue tomado como base y por consiguiente también como un pico. El año 1974 se calculó en base a la tendencia 1971-1974 realizando el supuesto de un rezago anual en la inversión mientras que para los años 1975 y 1976 se hizo el supuesto que se realizaron inversiones para cubrir la amortización del capital existente.

Como puede observarse esta metodología intenta construir la serie de capital utilizado apoyándose exclusivamente en la serie de producción y realizando supuestos sobre el crecimiento de la capacidad instalada de la firma. Dicho supuesto básico parece difícil de sustentar en nuestro caso. Obsérvese (ver Gráfico 1 pág.29) que para muchos años el comportamiento de la inversión es realmente diferente del que se deriva de realizar los supuestos comentados previamente. Por ejemplo, entre 1965 y 1969 se realizaron escasas adiciones al stock mientras que siguiendo el método propuesto deberíamos concluir afirmando que el stock de capital creció en forma regular. Más aún, siguiendo con el ejemplo, diríamos que en 1969 hubo una mayor tasa de subutilización que la real o, en otros términos, que se empleó un flujo menor de servicios del capital instalado.

A raíz de estas dificultades hemos intentado un segundo camino de aproximación al tema.

Método (ii): Se calculó el stock de capital efectivamente utilizado, ajustando cada año de la serie de capital instalado por la mínima relación capital/producto, suponiendo que dicha relación es la de pleno empleo del stock de capital. El cálculo se realizó en base a la fórmula

$$K_t^* = \text{Mín} \left( \frac{K}{P} \right) \cdot P_t$$

donde  $K_t^*$  es el capital efectivamente utilizado en el año t,  $P_t$  es la

<sup>62/</sup> L. Klein y R. Summers, The Wharton Index of Capacity Utilization, Department of Economics, University of Pennsylvania, 1966.



Cuadro A-6. Indices del stock de capital instalado  
en una planta metalmeccánica argentina

AÑO	maquinaria y equipos auxiliares a/	edificio e instalaciones b/	TOTAL
1960	100,0	100,0	100,0
61	125,5	361,5	212,9
62	146,3	513,3	275,2
63	136,4	496,2	293,8
64	219,4	484,3	343,6
65	206,3	476,7	330,5
66	201,2	485,6	329,7
67	217,1	555,8	362,8
68	210,3	544,8	357,5
69	212	538,6	355,7
1970	251,8	574,4	395,5
71	293,5	575,4	440,8
72	306,4	556,5	440,5
73	303,8	538,8	428,9
74	348	529,0	455,7
75	332,8	515,0	437,2
76	349,7	499,0	439,7

a/ Stock 1960 y adiciones anuales al mismo, calculado a través de fórmula (1) con  $k = 0,08$ .

b/ Stock 1960 y adiciones anuales al mismo, calculado a través de fórmula (1) con  $k = 0,03$ .

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Firma.

producción del año  $t$  y  $\text{Mín} \left( \frac{K}{P} \right)$  es la relación mínima observada capital instalado/producción. Dados los supuestos que subyacen en la presente metodología respecto de a) posibilidades de sustitución entre factores, b) grado de rendimientos a escala y c) tasa y naturaleza del progreso tecnológico <sup>63/</sup> se evitó tomar una única relación  $\text{Mín} \frac{K}{P}$  para todo el período bajo estudio, ya que al ir modificando la relación  $\text{Mín} \frac{K}{P}$  se neutralizan parcialmente los efectos de los supuestos mencionados y se disminuye el sesgo de la estimación. Así se decidió tomar una relación mínima para la década del 60 (excluido el

<sup>63/</sup> Partiendo de una función de producción de coeficientes fijos

$P = \text{Mín} \left( \frac{K}{v}, \frac{L}{u} \right)$ , donde  $K$  y  $L$  son los factores capital y trabajo y  $P$  el producto, tenemos que con pleno empleo  $v = K/P$  y  $u = L/P$  siendo ambas las mínimas relaciones. En una función de este tipo donde no existe posibilidad de sustitución entre factores y suponiendo además rendimientos constantes a escala y ausencia de progreso técnico, la mínima  $v$  es una sola a lo largo del tiempo y el método descrito en el párrafo se aplica plenamente. Veamos en cambio cuál es el resultado de levantar los supuestos del párrafo anterior.

(i) Si las posibilidades de sustitución entre factores aumentan, pasemos a una función de producción de tipo de programación lineal

$$P = \text{Mín} \left( \frac{K}{v_r}, \frac{L}{u_r} \right)$$

donde  $r = 1, 2, 3, \dots$  Así la mínima relación  $K/P$  que se observe en el período estudiado dependerá de la sustitución de factores que realiza la firma. Por ejemplo, si la tendencia del período es la de sustituir  $K$  por  $L$ , obtendríamos una relación mínima para algunos de los años iniciales de la serie y por consiguiente obtendríamos luego, aplicando el método, una serie de capital que aumenta a una tasa menor que la real. Si se sustituye  $L$  por  $K$  tendremos el caso opuesto.

(ii) La existencia de economías de escala en el rango en que la producción está aumentando, provoca una caída sistemática de la relación  $K/P$  y por consiguiente se obtendrá, siguiendo el método, una serie de capital efectivamente utilizado que aumenta a una tasa mayor que la real, debido a que en los primeros años de la serie aparecerán valores, más altos que los reales, de subutilización de la capacidad instalada.

iii) El sesgo en el cálculo producto del progreso tecnológico sería similar al provocado por los rendimientos crecientes, esto es, cuanto mayor sea la tasa de progreso tecnológico mayor será el error (en exceso) en el cálculo de la capacidad utilizada para los primeros años de la serie. Además este efecto será tanto mayor si la naturaleza sesgada del progreso tecnológico adopta la forma de ahorrador de capital.

Del párrafo anterior puede percibirse la existencia de circularidad en el cálculo de productividad total y del capital efectivamente utilizado según el método: cuanto mayor sea la tasa de progreso tecnológico, mayor será (respecto de la real) la tasa a la que aumenta la serie de capital, la cual, incorporada en el índice de Solow desarrollado más adelante, provocaría una menor (que la real) tasa de progreso tecnológico entre dos puntos cualesquiera del período.

año base 1960) y otra para la década del 70; <sup>64/</sup> resultando ser mínimas las relaciones K/P de los años 'pico' (y de pleno empleo según la firma) 1965 y 1973 respectivamente.

Los resultados de los métodos (i) y (ii) descriptos arriba pueden verse en el Cuadro A-7.

Finalmente debió optarse por el uso de uno de los métodos comentados. Pese a que ambos dejan cierto margen de duda a raíz de sus respectivos supuestos, decidimos emplear el método (ii) debido a que no sólo está basado en la serie de producción sino también en la de inversiones. Como se podrá observar mas adelante, el salto de productividad total para 1970 es el resultado (en gran medida) de haber adoptado el citado método ya que implícitamente se ha supuesto que la productividad del capital crece de una sola vez de una década a otra afectando por consiguiente el paso de 1969 a 1970. Sin embargo, el aumento de productividad del capital es real tal como se desprende de la comparación de las relaciones K/P para 1965 y 1973, años de pleno empleo. Si hubiéramos utilizado el método (i) el mencionado salto en la productividad total lo hubiéramos captado en 1971.

### 3. Trabajo.

Este insumo fue medido en horas totales trabajadas. Los datos recogidos contenían información sobre el número de personas empleadas (dividido en operarios y no operarios) desde 1960, así como el total de horas trabajadas (dividido en horas normales y horas extra) por el plantel operario desde 1964.

Así para la construcción de la serie de horas totales del personal, fue necesario estimar las horas trabajadas por los no operarios desde 1960 a 1976 (en base al número de personas que trabajaban en dicho grupo); y estimar las horas totales del plantel operario desde 1960 a 1963 (en base al número de operarios y a las horas per cápita trabajadas en 1964).

Además, se obtuvo información (a partir del año 1964) referente a la cantidad de personas ocupadas en cada departamento de la empresa.

Los Cuadros A-8, A-9 y A-10 resumen los datos referentes a la mano de obra

---

<sup>64/</sup> Como puede verse en el Cuadro A-7 se percibe un cambio significativo de una década a otra en la relación K/P. Según la columna (3) de dicha tabla los valores medios para el período 1961-1969 (se excluye 1960 año base) es  $\bar{x}_{61-69} = 163,5$  con un desvío  $S_{61-69} = 61,0$ ; estos valores para el período 1970-76 son  $\bar{x}_{70-76} = 107,6$  y  $S_{70-76} = 6,0$ . El test T (student) para diferencia de valores medios rechazó la hipótesis de igualdad de medias a un nivel de 1% de significación.

Cuadro A-7. Stock de capital efectivamente utilizado

AÑO	(1)	(2)	(3)	(5)		(7)	
	capital instalado	producción física	relación capital/producción (1)/(2) k100	porcentaje de capacidad no utilizada		capital utilizado	
				método (i) a/	método (ii) b/	método (i)	método (ii)
1960	100,0	100,0	100,0	11,8	...	88,2	...
61	212,9	111,8	190,4	0,0	65,9	212,9	128,3
62	275,2	85,2	323,0	67,0	81,4	90,8	97,8
63	293,8	181,2	162,1	0,0	41,2	293,8	208,0
64	343,6	221,8	154,9	3,0	35,0	333,3	254,6
65	330,5	287,8	114,8	0,0	0,0	330,5	330,5
66	329,7	286,7	115,0	6,3	0,18	308,9	329,1
67	362,8	235,3	154,1	37,2	34,3	227,8	270,1
68	357,5	280,6	127,4	21,8	11,0	279,6	322,1
69	355,7	273,4	130,1	32,4	13,3	240,4	313,9
1970	395,5	342,1	115,6	12,1	18,1	347,6	334,9
71	440,8	406,1	108,5	0,0	10,9	440,8	397,6
72	440,5	388,5	113,4	8,6	15,8	402,6	380,3
73	428,9	438,0	97,9	0,0	0,0	428,9	428,9
74	455,7	421,7	108,1	9,5	10,4	411,9	412,8
75	437,2	400,5	109,2	15,2	11,5	370,7	392,1
76	439,7	438,2	100,3	5,3	2,5	416,4	429,0

Fuente: Cuadros A-4, A-5.

a/ Se ajustó la tendencia entre los 'picos' 1961-1963-1965-1971-1973. El año inicial (1960) se calculó en base a 1961, año más cercano. El año 1974 se calculó en base a la tendencia 71-73, mientras que para los años 1975 y 1976 se hizo el supuesto de que no se produjeron inversiones.

b/ El año inicial 1960 no fue tenido en cuenta, dado que la relación capital/producción resulta ser igual a 100 y es la mínima para toda la década del 60.

Cuadro A-8. Número de personas empleadas y horas  
totales trabajadas en una planta  
argentina de máquinas-herramienta  
1960 - 1976

AÑO	número de personas ocupadas			horas totales trabajadas
	operarios	no operarios	total	
1960	100,0	100,0	100,0	100,0
61	112,1	113,3	112,3	112,3
62	97,0	113,3	100,0	99,3
63	100,0	141,2	111,1	109,4
64	142,4	223,5	163,0	163,2
65	168,2	282,3	196,3	190,1
66	174,2	311,8	207,4	199,4
67	142,4	311,8	181,5	176,1
68	136,4	311,8	176,5	164,1
69	147,0	335,3	190,1	178,4
1970	148,5	358,8	196,3	178,7
71	148,5	370,6	198,8	189,9
72	151,5	376,5	202,5	185,8
73	156,8	385,3	208,6	189,3
74	164,4	370,6	211,7	183,4
75	168,2	341,2	208,6	177,7
76	165,9	338,2	206,2	178,9

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Firma.

Cuadro A-9. Evolución del número de empleados de las distintas secciones de no operarios, en una planta metalmecánica argentina

1964 - 1976

AÑO	diseño	programación y métodos	control de calidad	administración	auxiliares	super- visores fábrica	varios
1964	100,0	0,0	0,0	100,0	100,0	100,0	100,0
65	111,4	100,0	0,0	112,1	141,7	111,2	100,0
66	136,4	173,3	100,0	109,1	144,8	120,1	41,7
67	136,4	153,3	222,2	100,0	139,6	111,9	0,0
68	127,3	216,7	222,2	107,1	128,1	106,7	0,0
69	150,0	396,7	177,8	110,1	115,6	104,5	0,0
1970	150,0	456,7	127,8	118,2	113,5	120,9	0,0
71	159,1	500,0	111,1	121,2	104,2	126,9	0,0
72	167,0	463,3	138,9	126,3	109,4	126,9	0,0
73	178,4	435,0	166,7	131,3	114,6	126,9	0,0
74	168,2	430,0	147,2	131,3	109,9	122,0	0,0
75	145,5	398,3	119,4	130,3	99,5	114,5	0,0
76	136,4	431,7	111,1	131,3	87,5	112,7	0,0

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Firma.

Cuadro A-10. Participaciones relativas de las distintas secciones en el empleo total, en una planta argentina de máquinas herramientas

1960 - 1976

AÑO	OPERARIOS (directos)	NO OPERARIOS (indirectos)					TOTAL PLANTA	
		auxiliares adm- sup.fábrica y varios	admi- nis- tra- tivos	diseño	progra- mación y métodos	control de calidad		total indirectos
1960	81,5	...	...	...	0,0	0,0	18,5	100,0
61	81,3	...	...	...	0,0	0,0	18,7	100,0
62	79,0	...	...	...	0,0	0,0	21,0	100,0
63	73,3	...	...	...	0,0	0,0	26,7	100,0
64	70,0	19,3	7,4	3,3	0,0	0,0	30,0	100,0
65	68,8	19,5	6,7	3,0	1,8	0,0	31,2	100,0
66	67,5	18,4	6,4	3,5	3,1	1,1	32,5	100,0
67	63,9	19,4	6,7	4,1	3,1	2,7	36,1	100,0
68	62,8	18,6	7,4	3,9	4,5	2,8	37,2	100,0
69	62,6	16,2	7,0	4,3	7,7	2,1	37,4	100,0
1970	61,4	17,0	7,3	4,1	8,6	1,4	38,6	100,0
71	61,0	16,7	7,4	4,3	9,3	1,2	39,0	100,0
72	61,0	17,1	7,6	4,5	8,5	1,5	39,0	100,0
73	61,5	17,2	7,7	4,6	7,7	1,8	38,5	100,0
74	63,3	16,0	7,6	4,3	7,5	1,5	36,7	100,0
75	65,6	14,7	7,6	3,8	7,1	1,3	34,4	100,0
76	65,5	14,0	7,7	3,6	7,7	1,2	34,5	100,0

Fuente: Elaboración propia sobre la base de datos de la Firma.

4. La productividad total de los factores.

En base a los datos de producción, empleo y stock de capital utilizado, obtenidos en los apartados anteriores se obtuvo una medida de productividad total aplicando a dichos datos el cálculo de Solow del progreso técnico para una función de producción agregada. 65/ El Cuadro A-11 resume el procedimiento seguido.

---

65/ Solow, R., "Technical Change and the Aggregate Production Function", Review of Economics and Statistics. Vol. 39, (ag. 1957).



Cuadro A-11. Productividad laboral, acumulación de factores y residuo tecnológico en una planta argentina de máquinas herramienta

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
AÑO	producción/ empleo (q)	capital/ empleo (k)	$\Delta q/q$	$\Delta k/k$	participación del capital en el valor de la producción $W_k$	$\Delta A(t)/A(t)$	productividad total A(t)
	<u>a/</u>	<u>b/</u>			<u>c/</u>	<u>d/</u>	<u>e/</u>
1960	100,0	100,0			0,22		1,000
61	99,4	73,3	-0,006	-0,267	0,41	0,053	1,053
62	85,7	58,5	-0,138	-0,202	0,31	-0,055	0,998
63	165,5	179,0	0,931	2,060	0,39	0,292	1,290
64	135,9	155,2	-0,179	-0,133	0,37	-0,127	1,163
65	151,3	197,2	0,113	0,271	0,31	0,013	1,176
66	143,7	187,2	-0,050	-0,051	0,23	-0,034	1,142
67	133,6	153,6	-0,070	-0,179	0,37	-0,029	1,113
68	170,8	219,9	0,278	0,432	0,38	0,118	1,231
69	153,2	196,2	-0,103	-0,108	0,33*	-0,062	1,169
1970	191,4	205,6	0,249	0,048	0,33*	0,233	1,402
71	213,7	234,6	0,116	0,141	0,33*	0,069	1,471
72	209,0	226,5	-0,022	-0,034	0,33*	-0,011	1,460
73	231,3	257,0	0,107	0,135	0,17	0,062	1,522
74	229,9	252,6	-0,006	-0,017	0,20	-0,003	1,519
75	225,4	247,1	-0,019	-0,022	0,41	-0,015	1,504
76	244,9	271,8	0,086	0,100	0,54	0,045	1,549

a/ Se utilizaron los datos referidos a producción en toneladas 'ajustadas' y a horas totales trabajadas. Ver Cuadros A-4 y A-7.

b/ Se utilizaron los datos de capital efectivamente utilizado según se expuso en el texto.

c/ Estimado a partir de la participación de los sueldos y salarios (incluidas cargas sociales) en el valor agregado,  $W_L$ . Luego  $W_k = (1 - W_L)$ . \*Los años 1969-1972 mostraron fuertes desvíos y por lo tanto fueron estimados de acuerdo al promedio de los años restantes.

d/ Obtenido como residuo a partir de la expresión:  $\frac{\Delta q}{q} = \frac{\Delta A}{A} + W_k \frac{\Delta k}{k}$ . Ver Solow ob.cit

e/ Índice construido asignando un valor 1,000 al año base 1960 y sumando los resultados de la columna (7).

Fuente: Cuadros A-4, A-6, A-7 y datos adicionales provistos por la firma.

## APENDICE A-II

### LA DESCOMPOSICION DEL INCREMENTO EN LA PRODUCTIVIDAD LABORAL 1974/75-1978/79 ENTRE LAS DISTINTAS SECCIONES DE LA PLANTA

El análisis se realiza a partir del año 1974, primera fecha en que existe información acerca de las horas trabajadas en cada sección de la planta. Así, hemos tomado como período para el análisis 1974/75 - 1978/79. <sup>66/</sup> El aumento de la productividad laboral entre dichos años fue del 36% , si bien debe tomarse con sumo cuidado ya que 1974-75 representa un año de menor nivel de actividad y la productividad se mueve cíclicamente en el mismo sentido que la producción (véase Cuadro 9 y Gráfico 1). <sup>67/</sup> El cuadro A-12 nos muestra la evolución de la productividad en el período a analizar y nos alerta sobre el punto previamente efectuado.

A continuación el Cuadro A-13 desagrega el total de la planta en diversas secciones y nos presenta la importancia relativa de cada una en términos de las horas totales trabajadas. Obsérvese que por un lado, se toman las secciones de mecanizado y montaje de acuerdo a sus tiempos 'directos' o de transformación, conformando ello el conjunto de los tiempos directos. Por otro lado los tiempos indirectos de mecanizado y montaje junto a los sectores indirectos conforman los tiempos indirectos de fábrica. Dicho cuadro nos muestra una reducción en la participación de los tiempos directos y el consiguiente aumento de indirectos en el total de horas trabajadas, producto de una disminución en el valor absoluto de los primeros y un aumento de los segundos (véase la columna III del cuadro). Debe destacarse que una parte pequeña del efecto mostrado por el cuadro A-13 se explica por cambios en la contabilidad de las horas por tarea; <sup>68/</sup> sin embargo, el grueso del efecto viene explicado por un aumento en la eficiencia de los sectores directos, producto de los estudios que sobre esas secciones se realizan a partir de 1969.

---

<sup>66/</sup> Cada observación cubre el intervalo julio de un año a julio del año siguiente. Se trabajó así debido a que la información sobre horas por sección está referida a dichos intervalos.

<sup>67/</sup> Debido a que la selección de los años extremos del período es arbitraria y tiene las dificultades apuntadas arriba, el análisis que estamos realizando será hecho con el objeto de indagar las diferentes contribuciones de cada sección a la productividad de toda la planta sin interesarnos en si mismo el valor absoluto del incremento de dicha productividad.

<sup>68/</sup> Con el objeto de estudiar más adecuadamente los tiempos indirectos, la empresa modificó la clasificación de los mismos en el cuadro 9, por lo cual parte de la disminución de horas directas y el aumento de las indirectas se debe a tales cambios. No obstante este fenómeno es de una magnitud relativa pequeña.

Cuadro A-12. Evolución de la productividad laboral <sup>(1)</sup>  
en una planta argentina de máquinas herramienta. 1973-1979

(base 1974-1975 = 100)

1973 - 1974 <sup>(2)</sup>	129,90
1974 - 1975	100,00
1975 - 1976	113,98
1976 - 1977	127,53
1977 - 1978	113,92
1978 - 1979	136,13

Notas: (1) Producción / horas del plantel operario.

(2) Cada observación está medida tomando el período del mes de julio de un año al mismo mes del siguiente. Ejemplo: 1973-1974 es julio 1973 - julio 1974 y así sucesivamente.

Cuadro A-13 Participación de cada sección de la planta en las horas totales del plantel operario

		1974/75	1978/79	Variación* del empleo por sección
(1)	Mecanizado (directos)	<u>41,12</u>	<u>37,13</u>	91,50
	- Mecanizado pesado	21,03	17,50	84,31
	- Agujereado y rebabado	3,38	2,53	75,87
	- Tornería	7,51	8,47	114,23
	- Corte	1,33	1,06	80,69
	- Rectificado liviano	4,63	3,62	79,18
	- Dentado	3,24	3,96	123,79
(2)	Montaje	<u>27,86</u>	<u>25,71</u>	93,51
	- Montaje de conjuntos	6,35	6,21	99,11
	- Montaje final	14,59	12,10	84,01
	- Pintura	4,72	4,93	105,78
	- Electricidad	2,20	2,47	113,99
(3)	Subtotal directos ((1) + (2))	<u>68,98</u>	<u>62,84</u>	92,31
(4)	Mecanizado (indirectos)	<u>1,86</u>	<u>3,59</u>	195,30
(5)	Montaje	<u>2,63</u>	<u>4,87</u>	187,51
(6)	Sectores Indirectos	<u>26,53</u>	<u>28,70</u>	109,63
	- Herramental, máscaras y dispositivos	3,11	7,74	252,38
	- Mantenimiento, limpieza y c.calidad	6,96	8,63	125,57
	- Transportes internos	5,93	5,42	92,58
	- Tiempo inactivo normal	6,73	6,93	104,43
	- Varios	3,82	0,00	0,00
(7)	Subtotal Indirectos ((4) + (5) + (6))	<u>31,02</u>	<u>37,16</u>	121,38
(8)	Total ((3) + (7))	<u>100,00</u>	<u>100,00</u>	101,33

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

\* : (base 1974-75 = 100)

El siguiente paso fue intentar descomponer el aumento de productividad laboral (operarios) del período 1974/75 - 1978/79 midiendo la incidencia de cada sección de la planta. Así, se trabajó con el coeficiente técnico de mano de obra,

$$AL = \frac{L}{Q} \quad (1)$$

donde L son las horas totales del plantel operario y Q la producción expresada en el índice de peso 'corregido' (véase apéndice). A su vez las horas totales pueden expresarse como la suma  $L = L^a + L^b + \dots + L^z$  (2) donde los supraíndices indican la sección correspondiente (según el cuadro 9). Así,

$$A_L = \frac{L^a}{Q} + \frac{L^b}{Q} + \dots + \frac{L^z}{Q} \quad (3)$$

el coeficiente técnico puede descomponerse por sección y de esta manera los cambios en dicho coeficiente pueden venir explicados por las variaciones en cada uno de los términos de la suma en (3). 69/

69/ Tomando la variación porcentual en AL como

$$\Delta = \left( \frac{A_{L1}}{A_{L0}} - 1 \right) \times 100 \quad (i) \text{ donde los subíndices } 0, 1 \text{ representan los extremos del período, así}$$

$$\Delta = \left( \frac{L_1/Q_1}{L_0/Q_0} - 1 \right) \times 100 \quad (ii) \text{ expresión que puede escribirse como,}$$

$$\Delta = \left( \frac{L_1/L_0}{Q_1/Q_0} - \frac{L_0/L_0}{Q_0/Q_0} \right) \times 100 \quad (iii) \text{ a su vez de aquí tenemos:}$$

$$\Delta = \left( \frac{\frac{L_1^a}{L_0} + \frac{L_1^b}{L_0} + \dots + \frac{L_1^z}{L_0}}{Q_1 / Q_0} - \frac{\frac{L_0^a}{L_0} + \frac{L_0^b}{L_0} + \dots + \frac{L_0^z}{L_0}}{Q_0 / Q_0} \right) \times 100$$

y por último

$$\Delta = \left( \frac{\frac{L_1^a}{L_0}}{\frac{Q_1}{Q_0}} - \frac{\frac{L_0^a}{L_0}}{\frac{Q_0}{Q_0}} \right) + \left( \frac{\frac{L_1^b}{L_0}}{\frac{Q_1}{Q_0}} - \frac{\frac{L_0^b}{L_0}}{\frac{Q_0}{Q_0}} \right) + \dots + \left( \frac{\frac{L_1^z}{L_0}}{\frac{Q_1}{Q_0}} - \frac{\frac{L_0^z}{L_0}}{\frac{Q_0}{Q_0}} \right) \quad (iv)$$

obsérvese que la expresión (iv) es igual a la expresión (iii) pero discriminando por cada una de las secciones.

Así la expresión

$$\frac{L_0/L_0}{Q_0/Q_0} = \frac{\frac{L_0^a + L_0^b + \dots + L_0^z}{L_0}}{Q_0 / Q_0}$$

(que en definitiva no es más que la descomposición porcentual del empleo total por sección) es la columna I del Cuadro A-14 y puede verse como el coeficiente técnico de 1974-75 tomado como base = 100.

$$\left( \frac{L_0/Q_0}{L_0/Q_0} \right)$$

Este cálculo es presentado en el cuadro A-14. La columna IV de dicho cuadro nos muestra que el 86% del aumento de la productividad laboral del período viene 'explicada' por las tareas directas o de transformación. A su vez dentro de dichos tiempos directos se destaca la sección de mecanizado, la cual explica más del 50% del aumento de productividad. Por su parte, la productividad de las tareas indirectas de fábrica tendió a crecer en menor medida -13,9% en conjunto- observándose además una caída de la productividad laboral en las secciones indirectas de mecanizado, montaje y herramental, dispositivo y máscaras.

Por último, avanzando hasta donde el material nos lo permitió, se efectuó la desagregación de la sección de mecanizado (directos) que como se vió explica la mitad del aumento de la productividad laboral de la planta. El método utilizado fue el descrito anteriormente para la construcción del cuadro A-14. Los resultados obtenidos pueden verse en el cuadro A-15.

Nótese que lo que intentamos descomponer aquí es el 51,9% atribuido en el cuadro A-14 a la sección de mecanizado (directos). Tal descomposición puede verse en la columna IV del cuadro A-15. Allí se observa que el grueso del aumento de la productividad viene explicado por la subsección de mecanizado pesado la que absorbe dos tercios (30, 8/51, 9) del aumento total de la sección y un tercio del total de la planta. Así, a partir de los valores observados en el cuadro A-15 intentamos individualizar a nivel de cada subsección los cambios que explicarían el aumento de productividad de la misma. El resultado obtenido fue que una parte del porcentaje para mecanizado (51.9%) está asociado a tareas que involucran a la oficina de métodos y tiempos, otra menor está asociada a nuevos equipos y otra a cambios en el output mix. Veamos lo ocurrido en cada subsección.

a) En la subsección de fresadoras y limadoras que explica el 12,4% del aumento de productividad para toda la planta se produjo un reestudio de la tarea y su organización que implicó la eliminación de personal. Así, lo que antes era realizado por tres personas, las que atendían tres máquinas, fue asignado ahora a una sola de ellas quien atenderá las tres máquinas en forma alternativa.

b) Similares cambios se produjeron en las subsecciones de rectificadoras pesadas (2,6%) y cepillos Pensotti (3,4%) en las cuales se produjo una reasignación de tareas, haciendo que máquinas que operaban en distintos horarios fueran superpuestas en un único turno y de esta manera eliminar personal. El porcentaje en la segunda de las subsecciones mencionadas pudo haber sido mayor ya que en

$$\text{Por su parte la expresión } \frac{L_1/L_0}{Q_1/Q_0} = \frac{L_1^a + L_1^b + \dots + L_1^z}{L_0 / Q_0}$$

está calculada en la columna II del cuadro A-14 y representa el coeficiente técnico de 1978-79 medido respecto de la base 1974-75  $\left(\frac{L_1/Q_1}{L_0/Q_0}\right)$

En resumen la diferencia de estas dos expresiones constituye las expresiones anteriores (iii) y (iv) y se calcula en la columna (III) del cuadro A-14. Finalmente la columna (IV) expresa las variaciones en cada sección como porcentaje del total.

Cuadro A-14. Variación en el coeficiente técnico de mano de obra (operarios) y su descomposición por secciones, en una planta argentina de máquinas-herramienta

	(I)	(II)	(III)	(IV)
	1974-75	1978-79	Diferencia (I) - (II)	Descomposición porcentual de (III)
(1) Mecanizado (Directos)	<u>41,1</u>	<u>27,3</u>	<u>-13,8</u>	<u>-51,9%</u>
- Mecanizado pesado	21,0	12,8	- 8,2	
- Mecanizado rebabado	3,4	1,9	- 1,5	
- Tornería	7,5	6,2	- 1,3	
- Corte	1,3	0,8	- 0,5	
- Rectificado liviano	4,6	2,7	- 1,9	
- Dentado	3,2	2,9	- 0,3	
(2) Montaje	<u>27,9</u>	<u>18,8</u>	<u>- 9,1</u>	<u>-34,2%</u>
- Montaje de conjuntos	6,3	4,6	- 1,7	
- Montaje final	14,6	8,9	- 5,7	
- Pintura	4,7	3,6	- 1,1	
- Electricidad	2,2	1,8	- 0,4	
(3) Subtotal directos (1) + (2)	<u>69,0</u>	<u>46,1</u>	<u>-22,9</u>	<u>-86,1%</u>
(4) Mecanizado (Indirectos)	<u>1,9</u>	<u>2,6</u>	<u>+ 0,7</u>	<u>+ 2,6%</u>
(5) Montaje	<u>2,6</u>	<u>3,5</u>	<u>+ 0,9</u>	<u>+ 3,4%</u>
(6) Sectores indirectos	<u>26,5</u>	<u>21,1</u>	<u>- 5,4</u>	<u>-20,3%</u>
- Herramental, máscaras y dispositivos	3,1	5,6	+ 2,5	
- Mantenimiento, limpieza y c. calidad	7,0	6,3	- 0,7	
- Transportes internos	5,9	4,0	- 1,9	
- Tiempo inactivo normal	6,7	5,1	- 1,6	
- Varios	3,8	0,0	- 3,8	
(7) Subtotal indirectos (4) + (5) + (6)	<u>31,0</u>	<u>27,3</u>	<u>- 3,7</u>	<u>-13,9%</u>
Total (3) + (7)	<u>100,0</u>	<u>73,4</u>	<u>-26,6</u>	<u>-100,0%</u>

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

Cuadro A-15. Variaciones en el coeficiente técnico de mano de obra (operarios) en la sección de mecanizado (directos) y su descomposición por subsecciones en una planta argentina de máquinas-herramienta

	(I)	(II)	(III)	(IV)
	1974-75	1978-79	Diferencia (I) - (II)	Descomposición por- centual *
(1) Mecanizado pesado (directos)	<u>21,0</u>	<u>12,8</u>	- 8,2	-30,8%
- Agujereadoras radiales	4,4	2,7	- 1,7	- 6,4%
- Alesadoras	4,9	3,3	- 1,6	- 6,0%
- Fresadoras - Limadoras	7,4	4,1	- 3,3	-12,4%
- Cepillos Pensotti	2,1	1,2	- 0,9	- 3,4%
- Rectificadoras pesadas	2,2	1,5	- 0,7	- 2,6%
(2) Agujereado y Rebabado "	<u>3,4</u>	<u>1,9</u>	- 1,5	- 5,6%
(3) Tornería "	<u>7,5</u>	<u>6,2</u>	- 1,3	- 4,9%
- Tornos Revólver	1,6	0,6	- 1,0	- 3,8%
- Tornos Paralelos	5,9	5,2	- 0,7	- 2,6%
- Tornos Control Numérico	0,0	0,3	+ 0,3	+ 1,1%
(4) Corte "	<u>1,3</u>	<u>0,8</u>	- 0,5	- 1,9%
(5) Rectificado liviano "	<u>4,6</u>	<u>2,7</u>	- 1,9	- 7,1%
- Cilíndrico y s/centros	1,9	1,3	- 0,6	- 2,3%
- Interior	0,9	0,4	- 0,5	- 1,9%
- Fresado y rect. estrias	0,9	0,5	- 0,4	- 1,5%
- Brochado	0,2	0,05	- 0,1	- 0,4%
- Rectificado Plano	0,7	0,5	- 0,2	- 0,7%
(6) Dentado "	<u>3,2</u>	<u>2,9</u>	- 0,3	- 1,1%
- Chaveteado, grabado, equilibrado	1,0	0,8	- 0,2	- 0,7%
- Dentado y redondeado	1,5	1,6	+ 0,1	+ 0,4%
- Rectificado flanco dientes	0,7	0,5	- 0,2	- 0,7%
(7) Total sección mecanizado "	<u>41,1</u>	<u>27,3</u>	-13,8	-51,9%

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

\* : Los porcentajes se toman con referencia al total de la columna IV del Cuadro A-14.



1977-1978 se produjo un incremento del personal con el objeto de que el mismo fuera entrenado en la tarea.

c) En la subsección de Alesadoras (6,0%) se produjo una reducción en el trabajo asignado debido a una modificación del output-mix: entre 1974-75 y 1978-79 cambia la composición del mismo reduciéndose la producción de fresadoras FA-1 y FA-2 máquinas que insumen un tiempo considerable de alesado.

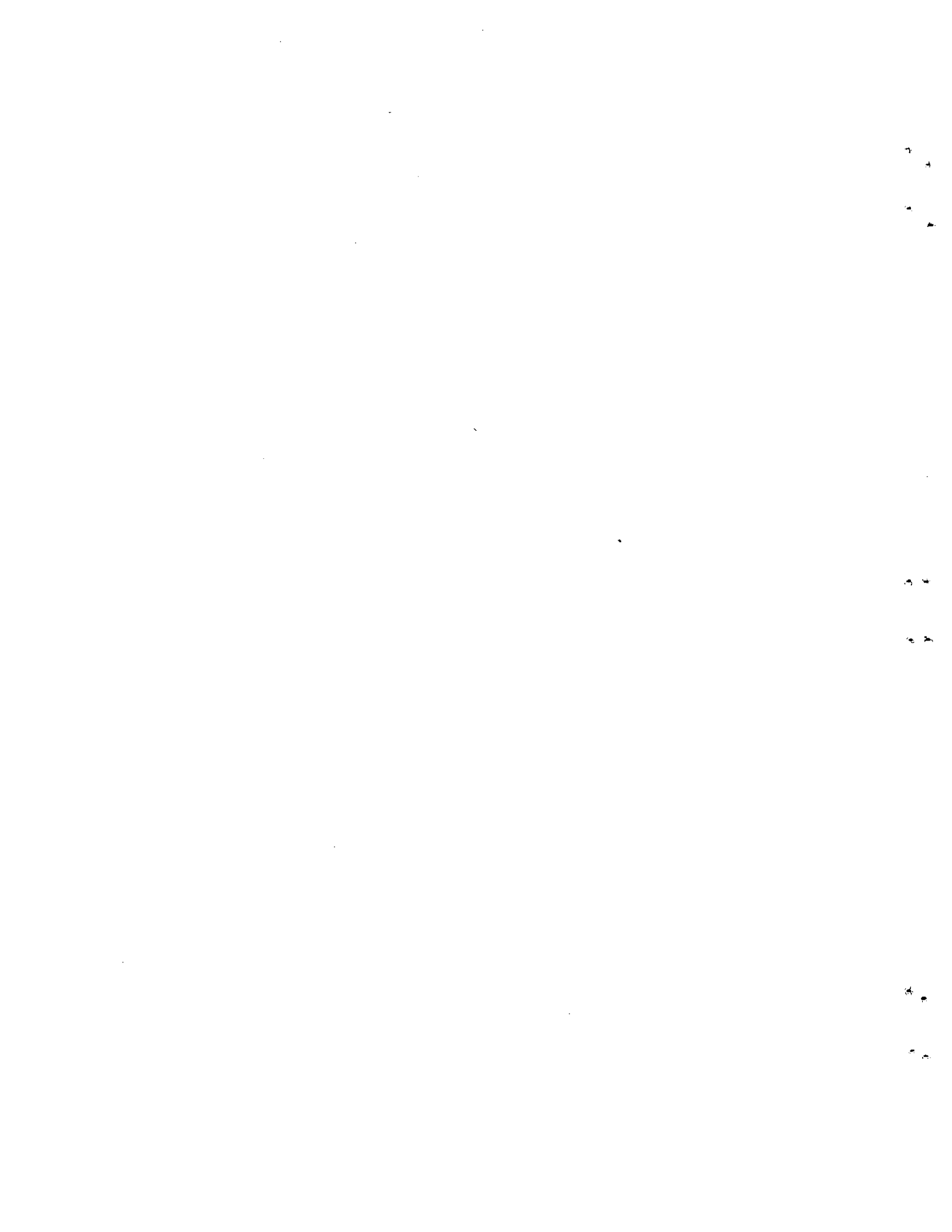
d) Los cambios en las subsecciones de tornería (4,9%) y rectificado liviano (7,1%) están asociados con reasignación de tareas así como con cambios en el equipamiento en la primera de dichas subsecciones. En 1976-77 se introduce un torno de control numérico que reemplaza a un torno revólver y produce un ahorro de tiempo productivo. A su vez algunas tareas efectuadas antes en la subsección de rectificado liviano (en especial cilíndrico y s/centros interior y fresado y rectificado de estrías) son trasladadas a la subsección de control numérico para disminuir tiempos y aumentar calidad. Es de notar que la incorporación del control numérico trajo aparejados diversos problemas en su manejo que impidieron que la reducción de tiempos fuera mayor que la ocurrida. 70/, Asimismo, fueron realizados en ambas tareas cambios en la organización de las mismas debido a la nueva máquina de control numérico en tornería y a la reducción del trabajo asignado en rectificado liviano.

e) En las subsecciones de agujereadoras radiales (6,4%) y agujereado y rebabado (5,6%) no pudieron localizarse cambios que expliquen -o al menos puedan estar asociados- el aumento de eficiencia de dichas secciones.

Por último, un fuerte impacto en el aumento total de productividad laboral proviene de la sección de montaje. Según la tercera columna del cuadro A-13 la sección reduce su empleo en el período en un 6,5% destacándose montaje final (16%) y montaje de conjuntos (11%). Según el cuadro A-14 esta sección sería responsable de un tercio del incremento en la productividad. La evidencia recogida señala que es en esta sección donde se produce con mayor fuerza el impacto de los esfuerzos conjuntos de dispositivos, estudios de tiempos y unificación. Por ejemplo en la subsección de montaje final, el proceso de ajuste y alineación entre la bancada, el carro, el delantal y la caja Norton fue reducido en un 50% gracias a la producción por parte de mecanizado de conjuntos estándares de tales partes totalmente mecanizadas y agujereadas, lo que simplificó enormemente la tarea.

---

70/ Reiterados inconvenientes mecánicos en la máquina citada obligaron a suspender durante ciertos períodos cortos las tareas de la misma las que debieron ser atendidas por las otras subsecciones, en especial tornos paralelos, ya que el torno revólver sustituido fue dado de baja.



### III. ETAPAS HISTORICAS Y CONDUCTAS TECNOLOGICAS: UN ANALISIS INTERPRETATIVO DEL CASO

El capítulo anterior se ocupó en forma mas o menos extensa de presentar un análisis de la performance de la firma desde una perspectiva histórica así como de los cambios tecnológicos ocurridos en cada una de las etapas delimitadas. En este capítulo se intentará tomar distancia respecto del material presentado antes a los fines de realizar un análisis interpretativo del caso. Pondremos especial énfasis en el papel que desempeña la generación de conocimientos tecnológicos como determinante central de la performance de largo plazo de la firma. El capítulo está dividido en cinco secciones a lo largo de las cuales intentaremos (i) resumir los tipos de cambios tecnológicos detectados y examinados en el capítulo anterior y sus posibles determinantes y (ii) ordenar los hechos observados a modo de 'secuencias temporales' que nos describen el proceso evolutivo de la capacidad tecnológica de la firma. La primera sección se ocupa de los cambios en el área de diseño del producto y pone énfasis en el ciclo de maduración de la capacidad interna de diseño. La segunda sección abarca los cambios en el área del proceso productivo y describe una secuencia de cambios que se concentran, primero, en equipamiento para, años más tarde, manifestarse a través de los planteles técnicos que operan en este área. Las interdependencias entre cambios en el área de diseño y cambios en el proceso son analizadas en la tercera sección, en la cual se sostiene que la calidad y complejidad del 'mix' producido constituye uno de los determinantes centrales de la incorporación de cambios en el proceso productivo. La cuarta sección contiene una interpretación sobre el tipo de cambios tecnológicos observados y el papel de las tareas de ingeniería de diseño y proceso en el tiempo. Se sugiere la existencia de una secuencia temporal que se inicia en el área del producto y pasa, años mas tarde, a poner mayor énfasis relativo en tareas de proceso y organización. Por último, la quinta sección resume lo tratado a lo largo del capítulo.

#### III.1 Cambios en el área del producto: el ciclo de maduración de la capacidad interna de diseño.

La evidencia presentada en el capítulo anterior sugiere que los esfuerzos que la firma dedica al desarrollo de nuevos productos ocupan un lugar primordial en su estrategia de largo plazo y producen además un fuerte impacto sobre la performance. 71/

---

71/ En este sentido, el caso estudiado no concuerda con afirmaciones realizadas en otros trabajos sobre la escasa labor de ingeniería de producto en el sector de bienes de capital de los PMD. Véase por ejemplo H.Pack: "The Capital Goods Sector in LDCs: A Survey" mimeografiado, World Bank, 1979 y J.D. Mitra: "The Capital Goods Sector in LDCs: A Case for State Intervention?", World Bank Staff Working Paper N°343, 1979. Según ambos autores existe cierta evidencia que señalaría que los esfuerzos en R&D en diseño son muy escasos en comparación con aquellos de asistencia técnica al proceso productivo.

Según hemos visto, existe un proceso de maduración de la capacidad de diseño de la firma que arranca de la copia artesanal de productos simples y anticuados para llegar tres décadas más tarde a la concepción local de diseños avanzados y complejos. Este proceso reconoce como extremos, por un lado, la copia artesanal de un torno conopolea y, por el otro, la concepción de un torno a control numérico. Entre estos extremos se suceden una serie de pasos evolutivos entre los que se destacan (i) la copia del torno URSUS (1958); (ii) el diseño de las máquinas especiales (segunda línea) y el desarrollo del torno T-190 (1960-1965); y (iii) la 'reconcepción' de la línea de productos utilizando la unificación o diseño modular (1970-1974).

La copia del URSUS significó el haber alcanzado un estado de desarrollo intermedio entre un taller artesanal y una planta moderna, ya que la copia y producción de esta máquina de mediana complejidad requiere por primera vez los servicios de un ingeniero de diseño, la utilización de planos, etc.

El paso hacia las máquinas especiales representa una verdadera discontinuidad en el 'paquete' de información técnica de ingeniería de producto manejado por la firma. Máquinas de mayor complejidad de diseño por su grado de sofisticación como los tornos copiador y revólver, requeridas por sectores tecnológicamente avanzados del sector metalmecánico, fueron desarrolladas incorporando conocimiento proveniente del exterior, a través del ingeniero alemán quien crea la oficina de diseño de la firma. Junto a las máquinas especiales, el diseño del torno paralelo T-190 significa el abandono de la tradición de copia de productos extranjeros y el comienzo del desarrollo propio de productos que se adecuan mejor a las condiciones del mercado local y a las posibilidades de producción de la planta. 72/

La unificación o diseño modular significa un avance aún mayor en la capacidad de diseño, permitiendo la intercambiabilidad entre partes de los distintos modelos y contrarestando de este modo las deseconomías de escala de la apertura del output mix. Esta tarea es comenzada luego que se ha podido acumular cierta cantidad de información tanto sobre el producto como sobre el proceso productivo -en especial de aquellas partes sujetas a intercambiabilidad-. De este modo, no puede verse esta actividad como exclusiva del área de diseño sino más bien

---

72/ En el período en que la firma era un taller artesanal, cuando se decidía la elaboración local de un producto extranjero se procedía a su producción tratando de imitar en lo posible cada parte del mismo. Pero como el producto original había sido concebido a partir de una determinada calidad de materias primas, equipamiento, lay out, etc. muy distintos a los poseídos por el taller -el cual había sido creado de una manera pragmática sobre la base de equipos usados y adiciones posteriores de máquinas nuevas- el resultado final era la obtención de un producto que cumplía las mismas funciones que el original pero poseía una menor calidad. Con el desarrollo de la capacidad de diseño y proyección, la firma está en condiciones de modificar el paquete de información asociado al producto importado a los fines de adecuarlo a 'su' proceso de producción (en especial equipamiento, grado de integración, etc.) y de este modo optimizar las relaciones entre diseño y proceso. A su vez la capacidad de diseño le permite modificar el producto (tamaño) si las condiciones fluctuantes del mercado la obligan a explotar nuevos 'nichos' del mismo.

requiriendo un nivel de desarrollo apreciable y esfuerzos conjuntos en diseño y proceso productivo. La gran importancia de este tipo de tareas es además, que puede permitir una reducción en la escala óptima de productos tecnológicamente más complicados (como los tornos copiador, revólver y control numérico) si estos tienen un porcentaje considerable de piezas o partes sujetas a unificación. (Este parece ser el caso del desarrollo del torno a control numérico). 73/

En la línea de tornos paralelos aparecen 'generaciones' de máquinas cuya 'vida' o 'ciclo' oscila alrededor de los siete años (véase en el cuadro 3 la secuencia Mass-URSUS-T-190 viejo-T-190 nuevo). Las mejoras observadas de una generación a otra obedecen a la tendencia natural existente en este tipo de máquinas de ajustar y reforzar su estructura, potencia del motor, velocidad de corte, etc., de acuerdo a los desbalances entre éstas y otras partes de la máquina, que produce la evolución de los materiales a trabajar y en las herramientas de corte. 74/. Existe clara evidencia de que los ingenieros

73/ En un trabajo destinado a investigar la difusión y producción de máquinas-herramienta de control numérico en Argentina S. Jacobsson ha profundizado en las cuestiones que permitieron a esta misma firma producir exitosamente este tipo de máquinas. Véase "The use and Production of Numerically Controlled Machine Tools in Argentina", Working Paper N°37 IDB/ECLA/UNDP/IDRC Programme. Algunas de las cuestiones aquí tratadas provienen de un intercambio de ideas con el citado autor en cuyo trabajo se podrá encontrar mayor profundidad en el tema del Control Numérico.

74/ N. Rosenberg en su artículo "The Direction of Technological Change: Inducement Mechanisms and Focusing Devices", Economic Development and Cultural Change, Vol. 18, N°1, 1969 desarrolla con claridad, como los esfuerzos innovativos en el área del producto son inducidos por desbalances entre partes de la máquina los que producen una secuencia de búsqueda tecnológica permanente. En los países industrializados esta tendencia ha sido clara en gran parte del siglo. Por ejemplo, las características de Potencia y Velocidad de Corte para el caso de un torno tipo universal de 16 inches han evolucionado de la siguiente forma:

	<u>1938</u>	<u>1948</u>	<u>1958</u>
Potencia (HP)	7,5	10	20
Velocidad de Corte (en in/min)	16	20	40

Esta tendencia fue en gran parte consecuencia de la introducción a fines de los 30 de herramientas de corte de carbono (Carbide Cutting Tools) que al posibilitar mayores velocidades de corte respecto de su predecesor, las herramientas de acero rápido (High Speed Steel) obligaron el desarrollo de nuevos parámetros de potencia y velocidad (ya que los anteriores resultaban insuficientes). Como puede verse a continuación el cambio de herramientas permitió más que duplicar las velocidades según el material utilizado.

<u>Material a trabajar</u>	<u>Velocidad de Corte (fpm)</u>	
	<u>High Speed Steel</u>	<u>Carbide</u>
B 1112 Steel	225	550
1020 Steel	180	500
Gray Cast Iron	110	225
Brass	250	725
Aluminium Alloys	300	400
Magnesium Alloys	300	700

Los datos provienen de E.P. de Garmo "Materials and Process in Manufacturing" y

de diseño de la firma han orientado la actividad de diseño en esta dirección, siguiendo un patrón que para ellos constituye un 'camino natural'. Lo que ha guiado estos cambios entre 'generaciones' es la regla de diseño según la cual 'el diseño de un torno comienza a partir de las posibilidades de trabajo de las herramientas'. A este nivel de análisis, el tipo de mejoras que se van buscando o introduciendo parecen determinarse por consideraciones de tipo técnico e ingenieril.

Sin embargo, esta secuencia de mejoras en la calidad del producto lleva tarde o temprano a que la firma enfrente una disyuntiva entre precio y calidad, a la luz de las condiciones del mercado. La permanente mejora en la calidad del producto se va alcanzando a través de cambios en el diseño y la consiguiente introducción de técnicas de producción de mayor costo (maquinarias con mayor requerimiento de calidad, tratamiento térmico y control de calidad exigentes, etc.). Esto tiende a elevar la calidad y el precio por encima de los competidores. De este modo cuanto menor sea la elasticidad-calidad de la demanda <sup>75/</sup> (cambios en la cantidad demandada ante cambios en la calidad) y mayor la elasticidad-precio en un submercado dado (puede ser nacional o extranjero) menos viable aparece la estrategia de continuar mejorando el diseño de un producto estandar. Esto es lo que parece haber sucedido en nuestro caso, en donde la firma ha perdido en el tiempo terreno frente a la competencia en submercados donde consideraciones de precio son mas importantes (talleres de reparación) y ha mantenido un claro liderazgo en otros donde la calidad importa más (autopartes y otros). Sin embargo la actitud de la firma frente a esta cuestión es mas amplia y está relacionada con su percepción de la competencia en el largo plazo, y el desarrollo de productos mas complejos. Volveremos sobre este tema en el próximo capítulo al ocuparnos de las diferencias de conducta tecnológica que hemos podido detectar al comparar esta firma con algunos de sus competidores mas próximos.

Luego que la firma logra incrementar su escala de operaciones hacia 1965, se asiste a una gradual pero amplia apertura del output mix en tornos paralelos. Los cambios producidos se traducen en modificaciones en el tamaño de las máquinas respetándose la separación en 'generaciones' hecha antes; esto es, se tiende a diseñar una nueva máquina que es mayor o menor en tamaño respecto a las existentes, pero que en lo esencial sigue formando parte de una determinada 'generación'.

Por ejemplo, la aparición de los tornos T-160, T-180 y T-220 en la segunda etapa (1965-1969), la cual hemos calificado de apertura 'defensiva' que busca mantener la producción (y las ventas) ante la caída de la demanda, conforma un conjunto de máquinas cuyos parámetros pertenecen a la generación del torno T-190

---

fueron tomados de T.O. Boucher "Capital Investment and Productivity in Manufacturing", School of Operations Research and Industrial Engineering, Cornell University.

<sup>75/</sup> El primero en introducir este concepto en la literatura fue E. Chamberlin en su artículo "The Product as an Economic Variable" Quarterly Journal of Economics, February 1953 en donde señala que la relación precio-cantidad en la que se sienta el análisis tradicional de la competencia debe ser ampliada para incluir los efectos de la calidad y publicidad.

viejo (1965). A diferencia de ello, la línea de tornos pesados -apertura del mix 'ofensiva' que busca abrir nuevos submercados- forma parte de la generación del torno T-190 nuevo (1974).

Esta diferenciación entre actitudes defensivas y ofensivas por parte de la firma en esta área, ha sido hecha sólo para remarcar que las causas que incentivan la diversificación del output mix pueden descansar en distintos estímulos. La inestabilidad de la demanda, ha sido el argumento al que normalmente los empresarios de esta industria han recurrido para explicar la diversificación. En especial aquellas firmas que arrancando de ser muy chicas han logrado llegar a adquirir un tamaño mediano durante los 'booms' del sector, introduciendo equipos para incrementar su producción, se han visto en difícil situación cuando la demanda cae y la capacidad ociosa se eleva, creándose de este modo incentivos a la diversificación del 'mix' de producción. También se ha señalado como un determinante del alto nivel de capacidad ociosa y por ende de la diversificación, a subsidios de diverso tipo al capital en que incurren los gobiernos en los PMD, incentivando a las firmas a sobreequiparse. 76/

No obstante, independientemente de las explicaciones dadas arriba, nótese que la gradual 'diversificación' del producto original de la firma tiene lugar luego que se ha pasado por una etapa reciente de crecimiento y parece ser también el resultado de la mayor complejidad que la firma imprime a sus actividades a medida que la escala del negocio aumenta. Casos de otras firmas de Argentina y Brasil en donde la diversificación se produce 'de todos modos' cuando la firma llega a una determinada escala de operaciones podrían ser citados en favor de lo dicho arriba. En Argentina, uno de los principales competidores de la firma en tornos paralelos, diversificó su línea en los años 70, luego de experimentar un fuerte crecimiento sobre la base de uno o dos modelos de tornos medianos. En Brasil, en donde el crecimiento y estabilidad de la demanda han sido notorios en los últimos años, existen firmas de gran tamaño para el sector con un output mix sumamente diversificado y complejo.

Los párrafos anteriores presentan a la diversificación como conducta posible a seguir por la firma en distintas circunstancias. Por un lado la política económica puede inducir tales conductas indirectamente (ya sea a través de subsidiar el costo de capital, afectando la demanda del sector vía inversión pública 77/, etc.). Por otro lado, la mayor complejidad del mix parece explicarse, en firmas de mayor tamaño, a partir de mayor escala y complejidad en la estructura de las firmas. Sin embargo, sea cual fuere el peso relativo de una u otra explicación, lo cierto es que la apertura del output mix produce efectos negativos sobre la eficiencia de planta, elevando los costos unitarios vía disminución en el tamaño del lote elaborado. Esto tiene especial importancia en mercados de tamaño pequeño o mediano, en donde a pesar de la flexibilidad de las firmas para adecuarse a tales cambios, los resultados en términos de costos

---

76/ Véase J.D. Mitra ob.cit.

77/ En Argentina se ha encontrado que el papel de la inversión pública en determinados sectores, sobre la demanda por máquinas-herramienta es bastante importante. Así, por ejemplo, el 35-40% de las máquinas a control numérico del país se encuentran en firmas asociadas directamente a sectores que han recibido fuerte inversión pública en los últimos años. Véase S.Jacobsson ob.cit.

pueden ser desfavorables vis a vis por ejemplo la competencia externa. En este sentido puede decirse que el caso aquí analizado describe la disyuntiva entre costos unitarios y diversificación del mix de productos que enfrenta una firma mediana que opera en un mercado también 'mediano'. La respuesta parcial de la firma para enfrentar esta disyuntiva ha sido esforzarse en optimizar el proceso -dentro de la configuración del taller de tipo discontinuo- y la puesta en práctica del diseño modular o unificación. 78/

El paso hacia el control numérico es parte de la estrategia de la firma de moverse hacia una mayor complejidad del producto en respuesta al acercamiento de la competencia interna y externa en máquinas universales, y a las tendencias del mercado internacional. A pesar de que al final del período bajo estudio no había superado la etapa de prototipo -cosa que hizo en 1980-, tal cambio en el producto no constituyó una discontinuidad de gran significación, tanto en lo que hace a la actividad de diseño del producto como en lo referido al nivel de integración vertical de la planta, equipamiento, organización de la producción, requerimientos de mano de obra, etc. Esto puede explicarse por el alto grado de desarrollo alcanzado por la firma en estas áreas a través de alta calidad del producto estandar, equipamiento moderno, plantel técnico experimentado y también apoyo financiero por parte del grupo propietario que disminuyó el riesgo de la inversión. Todo ello hizo que la transición al control numérico fuera parte de un proceso evolutivo no caracterizado por grandes discontinuidades.

En resumen, el proceso de maduración de la capacidad tecnológica en este área está conformado por distintos cambios -que muestran una clara tendencia desde la copia relativamente fiel de tecnología externa hacia un creciente porcentaje de diseño local más independiente. Dicha 'secuencia' parece obedecer a estímulos diversos. Para referirnos a las causas explicativas de tales conductas, hablaremos de determinantes 'mediatos' o 'inmediatos' de la capacidad innovativa en el área del producto. 79/ Entre los primeros -y en especial durante la intensa actividad de diseño del período 1960-65- resalta el papel de la demanda, a través de la diversificación y crecimiento del sector metalmeccánico y en especial la aparición del complejo automotriz. Concomitantemente, y como resultado de las condiciones favorables para la industria de máquinas-herramienta a fines de los cincuenta, surge la decisión del grupo propietario de operar una planta moderna de máquinas de alta complejidad y calidad; y en función de ello se otorga especial prioridad al desarrollo del área del

---

78/ Cuanto más estrecha sea la variabilidad entre los productos elaborados por la firma más factible será encarar tareas de unificación interna. En nuestro caso la variación no ha sido muy amplia y ha permitido que un número importante de piezas hayan sido unificadas.

79/ Los términos 'mediato' o 'inmediato' deben interpretarse en sentido de proximidad de ciertas variables a las conductas emprendidas por la firma. Esto es, en el caso de los cambios en el área del producto, a pesar de reconocer que los estímulos últimos a tales actividades provienen de variables económicas, i.e. 'las fuerzas del mercado', existe también un conjunto de variables más cercanas' a tales cambios, como por ejemplo la disponibilidad de skills de diseño, que nos permitirán acceder a una mejor interpretación de los insumos involucrados en los cambios en el producto.



producto (contratando al ingeniero alemán, invirtiendo en prototipos, adquiriendo licencias, etc.). Ambas variables, -demanda y estrategia competitiva del grupo propietario- aparecen como causas mediatas de los cambios mas importantes en el área del producto. Sin embargo, aparte de estos determinantes, aparecen también un conjunto de determinantes más inmediatos de los cambios ocurridos. En primer término, el análisis del capítulo anterior evidencia que detrás de las innovaciones del producto de la firma, se encuentran skills de diseño relativamente importantes, en comparación con otras firmas del sector. Dichos skills diferenciados de diseño provienen tanto del ingeniero 'importado' -desarrollo de máquinas especiales, incorporación de información técnica en el área del producto y proceso (véase por ejemplo la descripción de la introducción de la técnica del templado de la bancada)- como del ingeniero local -copia del URSUS, diseño del T-190, diseño modular, control numérico- y no pueden ser dejados de lado en la 'explicación' de muchos de los cambios ocurridos. En segundo término, la misma 'secuencia natural' que determina el paso de una generación a otra de tornos paralelos, a raíz de los desbalances entre partes componentes, es también una causa importante de las mejoras en productos. En tercer término, el conjunto de variables citadas mas arriba detrás de la explicación de la diversificación del output mix en tornos paralelos (recesión, búsqueda de submercados, etc.) también forman parte de este tipo de determinantes. El siguiente cuadro intenta resumir las conductas técnicas en materia de diseño y sus determinantes principales. (Ver página siguiente).

Un hecho adicional que merece destacarse se refiere al proceso de aprendizaje del plantel técnico de diseño, que se halla implícito en el ciclo de maduración aludido. La intensa actividad de diseño que acometió la firma desde 1960, a pesar de verse enriquecida por la experiencia del ingeniero alemán, estuvo colmada de errores debido a falta de conocimiento técnico en algunos temas. Estos errores y fracasos deberían ser resueltos 'pari pasu' a medida que se fueron adquiriendo las capacidades técnicas necesarias para enfrentarlos. En este sentido, nos fue señalado que luego de una década de experiencia (1960-1970) en donde abundaron los errores y las fallas, se logró acceder a un nivel de conocimientos más elevado en diseño y proyección de nuevas máquinas. Este fenómeno se aplica también a las otras áreas del conocimiento de la firma.

### III.1.1 Algunas conductas adicionales en el área del producto.

#### (i) Licenciamiento Externo vs. Copia o Diseño Local

Como surge del análisis del caso, la firma ha optado a lo largo de su trayectoria o bien por la copia directa o bien por el desarrollo propio de sus productos, apelando sólo en un par de circunstancias al licenciamiento externo (en 1960 la agujereadora radial y en 1968 el torno copiador 'Heycomat' -este último no llegó a producirse-). Al parecer, el temprano desarrollo de la capacidad de diseño (a través de la contratación del ingeniero alemán) ha jugado en contra de la adquisición de licencias, optándose en cambio por la copia o diseño propio sobre copia anterior. 80/ Por otra parte esta conducta frente

80/ La contratación del ingeniero alemán -quien luego de trabajar para la firma emigra, primero al Brasil a una planta del mismo grupo propietario y luego a la firma Heller de Alemania- muestra la existencia de un canal de importación de tecnología que puede haber operado como sustituto del licenciamiento. Asimismo no se pudo establecer si existieron acuerdos entre el grupo propietario y la firma alemana para la contratación del mencionado profesional.

CAMBIOS EN EL AREA DEL PRODUCTO

DETERMINANTES

INMEDIATOS

MEDIATOS

Cambios en 'Primera Línea' (Tornos Paralelos)

- (i) 'Generaciones'
- (ii) Diversificación del Producto
  - a) 'Defensiva'
  - b) 'Ofensiva'

'Desbalances'  
Recesión  
Máx. de Ventas

- i) Demanda
- ii) Estrategia competitiva de la firma

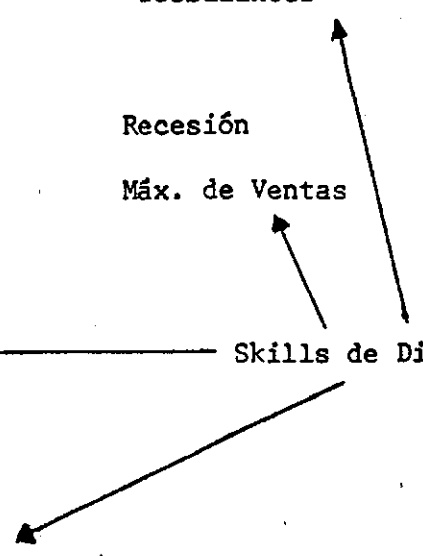
Cambios en 'Segunda Línea'

- (iii) Máquinas Especiales (1960)
- Control Numérico (1975)

Skills de Diseño

Cambios de tipo General

- (iv) Unificación (diseño modular)



al licenciamiento externo parece ser común en el resto de los constructores, salvo algunas excepciones -localizándose éstas entre firmas de mayor tamaño relativo-. 81/

Dos tipos de razones son usualmente utilizadas por los productores en contra del licenciamiento. En primer lugar, existen problemas para producir modelos concebidos en el exterior cuyas partes componentes son producidas con maquinaria distinta, o compradas afuera de la firma -cosa que aquí no es posible por el alto grado de integración vertical-. Además, la información relacionada con el producto en cuestión tiene un elevado grado de 'fluidez', obligando de todos modos a realizar una ardua tarea de rediseño adaptativo. El caso del torno copiador 'Heycomat' muestra que aún con un plantel de diseño con cierto nivel de experiencia, la firma licenciataria puede enfrentar serios problemas en la 'asimilación' de diseños extranjeros. Este problema es aún mayor en las firmas pequeñas que carecen de conocimientos técnicos en el área. En segundo lugar, el licenciamiento contiene usualmente restricciones que luego impiden a) lograr una mayor 'flexibilidad' en la línea de producción, optando por abrir el mix producido -modelos adaptados a otros submercados- ante fluctuaciones en la demanda, y b) exportar el producto en cuestión a otros PMD.

Lo anterior parece significar que los costos de transferencia (y como determinante de ellos, el proceso de difusión) de un determinado proyecto extranjero pueden aparecer como demasiado altos para la firma, induciéndola en cambio a destinar esfuerzos propios para el desarrollo local del producto. 82/ Sin embargo, la contratación de la licencia puede ser la solución a que acuden las firmas cuando el producto en cuestión es tecnológicamente complicado y el tamaño del mercado impide destinar gastos para el desarrollo local. Para firmas que enfrentan la alternativa de ver reducida su parte del mercado por acción de la competencia, esta puede ser la vía elegida. 83/

La forma en que la firma ha evitado el licenciamiento externo, muestra una posible vía por la cual las firmas medianas locales puedan evitar tales contratos. La sustitución por el diseño local ha sido factible debido al menor costo interno del proyecto dado por la disponibilidad de personal técnico con skills desarrollados en un largo período de aprendizaje. Esto se ha hecho a pesar de existir en esta actividad rendimientos crecientes que en un mercado de tamaño limitado provocan mayores divergencias entre el rendimiento privado y social

---

81/ Según un estudio de la industria para 1971, DGFM ob.cit. pág.46, "se detectaron 10 empresas sobre un total de 94 (10,6%) que producen bajo licencias extranjeras. Se observa que las licenciatarias son en su totalidad firmas grandes y que, en general, son filiales de empresas extranjeras multinacionales".

82/ Véase J.D. Mitra ob.cit.

83/ Una situación de este tipo enfrentó el principal competidor de la firma a fines de los 70. Su respuesta al desarrollo por parte de la firma del torno a control numérico, fue la adquisición de una licencia de una firma italiana del mismo tipo de máquina. Sin embargo la caída de las ventas del sector desde 1978, unido a dificultades en la 'asimilación' de la licencia hicieron que tal decisión deba postergarse.

de tales proyectos. 84/ Adicionalmente, la ayuda estatal en este campo no ha existido a lo largo del período. 85/ Otra posible vía en favor del desarrollo local es la que se observa en las firmas más grandes del Brasil, en donde la escala ha permitido financiar proyectos locales. 86/

(ii) Adaptación a 'condiciones locales'.

Como se ha visto anteriormente, aparecen desde los orígenes de la firma esfuerzos destinados a la copia local de modelos de generaciones más antiguas de tornos paralelos. Este tipo de actividades han sido usualmente señaladas como las que originan una adaptación a la dotación relativa de factores prevalientes en los PMD. En la actividad de copia es dable encontrar un sinnúmero de cambios respecto del diseño original que en la mayoría de los casos se realizan para adaptar el producto a las condiciones de producción del taller (véase nota 72/). Así, salvo este tipo de actividad, no fue hallada en la presente investigación evidencia concreta en favor de la existencia de esfuerzos de diseño dirigidos conciente y exclusivamente hacia la modificación de los requerimientos de mano de obra de las máquinas copiadas del extranjero o de los diseños locales inspirados en aquéllos. Por el contrario los cambios entre 'generaciones' de tornos paralelos discutidos antes, así como el desarrollo de las 'máquinas especiales', nos mostraría que la tendencia en el diseño del producto ha sido la de introducir mejoras que ahorran tanto mano de obra como materias primas utilizadas en las empresas usuarias de tales máquinas.

La estrategia de la firma de moverse hacia productos de tecnología más compleja en respuesta a las condiciones del mercado interno y externo -cuyo último esfuerzo lo constituye el torno a control numérico- ha de tener implicancias en términos de las ventajas comparativas que la firma pueda poseer frente a sus similares de los PD o de otros PMD. Según ha sido señalado por H. Pack, la ventaja estática de los productos de los PMD puede radicar en que constituyen bienes adaptados a las dotaciones de factores existentes en esos mismos países. 87/

---

84/ Véase K. Arrow "Economic welfare and the allocation of resources for invention", The Rate and Direction of Inventive Activity Princeton University Press, 1962.

85/ Es evidente que, en la formación de skills de diseño no participaron las instituciones públicas. Además, existieron casos de negativa de la banca oficial a financiar proyectos de diseño, prototipos, etc. La razón alegada por la entidad financiera fue la dificultad de distinguir lo que constituye un prototipo.

86/ En especial, llama la atención el caso de la mayor firma de tornos -una de las tres mayores del mundo-, que en la actualidad está siendo estudiada por investigadores del Programa BID/CEPAL/CIID/PNUD. Véase H. Nogueira Da Cruz y M. Eugenio Da Silva, "Relatorio Parcial. II Parte". Programa de Investigaciones sobre Desarrollo Científico y Tecnológico en América Latina. Esta firma presenta una relación Gastos R&D/Ventas del 6,1% (1978) muy superior al promedio de un grupo de firmas más avanzadas del mundo. Del total de gastos en R&D para 1979, un 74,5% se destina a ingeniería de producto.

87/ Véase H. Pack ob.cit., pág. 38-46.

Así, en un contexto dinámico, Pack examina la hipótesis de una alteración en dicha ventaja en favor de los productos de los PD en donde aparecen como elementos determinantes: (a) la razón capital-trabajo inicial asociada con cada uno de los bienes, esto es, la técnica que adoptará el usuario en cada caso; (b) el precio relativo de dichos factores, que enfrenta el usuario y (c) la tasa relativa de mejoras en la performance de ambos equipos. En dicho modelo, la competitividad del PMD puede desaparecer ante mejoras continuas en el producto del PD -que son trasladadas al usuario disminuyendo sus costos totales- a pesar de que inicialmente exista una ventaja a favor del PMD dada por una mayor apropiabilidad a las condiciones de precios relativos. Ante tal situación, las firmas de los PMD pueden, a los fines de mantener su competitividad, optar por: (a) introducir mejoras adaptativas en el producto de modo de explotar aún más las ventajas sentadas en diferentes precios relativos. Esta estrategia sólo postergaría la fecha en la que, según el modelo, el producto del PMD pierde su competitividad. Adicionalmente, (b) modificar el producto de modo de mejorar su performance, al igual que lo que acontece en el PD. Para esto último se requiere acometer esfuerzos de R&D en diseño.

Nuevamente, la conducta de la firma observada en este estudio no ha sido del tipo (a) sino mas bien del tipo (b). Por el contrario, las innovaciones en el área del producto parecen sostener la existencia de un sendero opuesto al del mayor uso relativo de mano de obra.

### III. 2 Cambios en el área del proceso: de cambios 'incorporados' en equipamiento hacia cambios 'desincorporados' o en actividades técnicas.

Los cambios que la tecnología de la firma sufre en este área pueden ser resumidos en cuatro hechos de importancia, a saber:

- a) Cambios de naturaleza 'incorporada' en nuevas máquinas, introducidas fundamentalmente en la primera etapa (1960-1965).
- b) Formación y especialización del plantel operario, dividiéndose el trabajo en puestos fijos, también en la primera etapa.
- c) Una drástica modificación en la composición del personal a través de un aumento en la relación indirectos (técnicos)/directos (operarios), iniciado en la segunda etapa (1965-1969).
- d) Cambios de tipo 'desincorporado' provenientes de los esfuerzos que las oficinas de asistencia técnica (métodos y tiempos, programación, control de calidad) realizan buscando optimizar el proceso productivo, en la última etapa (1969-1976).

a) La incorporación de maquinaria de la primera etapa responde, según la evidencia del capítulo anterior, al doble propósito de aumentar la escala operativa y elaborar productos de mayor contenido tecnológico. En efecto, la mayoría de las incorporaciones permitió solucionar 'cuellos de botella' en la producción, a la vez que introducir nuevas etapas del proceso o mejorar las existentes de acuerdo a los requerimientos impuestos por la aparición de las máquinas especiales y las nuevas generaciones de tornos paralelos. En especial, los cambios en el área de diseño acarrearón modificaciones importantes en el equipamiento. Por ejemplo, todas las incorporaciones asociadas al rectificado de

engranajes, que abarca las sub-subsecciones de rectificado liviano, dentado y la mitad de tornería, fueron realizadas como consecuencia de la introducción de tales tareas, obedeciendo a los cambios en el mecanismo de transmisión de velocidades del producto final, que se inician con el URSUS. Al mismo tiempo la aparición de equipos destinados a tratamiento térmico se realizan a partir de la incorporación de tales técnicas que buscan elevar la calidad del producto (véase por ejemplo la anécdota sobre el templado de la bancada). En general, todas las incorporaciones de la subsección de mecanizado pesado permitieron aumentar la producción, pero también se hacía imposible elaborar los nuevos productos si tales equipos no eran introducidos.

En el capítulo anterior hemos sostenido que una parte del incremento de la productividad de factores debió haber estado relacionada con estas incorporaciones. No obstante que reconocemos que muchos de estas mejoras tienen origen externo, dado que dichos equipos en su mayoría fueron importados, hemos llamado la atención sobre las determinantes de tales incorporaciones y puesto de relieve el papel de cambios en el diseño vis a vis nuevas tareas y nuevo equipamiento.

b) Con el incremento de la escala y la incorporación de gran cantidad de operarios, fue necesario acometer la formación de los mismos. La firma prefirió tomar gente sin experiencia y entrenarlos en la planta, sin ningún tipo de ayuda oficial en la formación de los operarios. El aumento de la escala creó condiciones para una mayor especialización del plantel, abandonándose la práctica de movilidad del operario dentro del taller y su sustitución por puestos fijos en cada tarea. Esto permitiría no sólo un mayor efecto de aprendizaje (en el sentido de Arrow y Alchian) sino que luego permitiría establecer tiempos y métodos apropiados, introducir dispositivos, etc. optimizando la tarea. Este tipo de efectos sobre el proceso puede interpretarse como subproducto del incremento de la escala de operaciones de la firma. 88/

c) El cambio en la composición del personal es, sin duda, una discontinuidad importante en la historia tecnológica de la firma. Se trata de la introducción de nuevas funciones que modificarán la organización de la producción y provocarán un fuerte impacto en la productividad y eficiencia general de la firma. En el capítulo anterior fueron señalados dos determinantes de este cambio. Por un lado, desequilibrios en la organización de la planta como consecuencia del aumento de la escala al final de la primera etapa. Por otro lado, la creciente complejidad del tipo de producto (apertura del mix en primera línea, mayor calidad en todos los productos, etc.).

Una comparación de la firma con sus seguidores inmediatos en el mercado de tornos puede ser útil para reflejar los motivos de tal conducta. Ambos competidores cuentan en la actualidad, con una escala de operaciones apreciable, similar a la que la firma proveía en 1965. Sin embargo, no han desarrollado actividades técnicas como métodos y tiempos, programación, etc. y su relación directos/indirectos es significativamente más elevada.

---

88/ Véase por ejemplo, el desarrollo del teorema de A. Smith hecho por G. Stigler en "The Division of Labour is limited by the extent of the market". Impreso en el libro del mismo autor "The organization of Industry", R.D. Irwin, 1968.

La explicación puede tal vez encontrarse en que dicha dotación de técnicos (muy baja) puede ser más apropiada dado que ambos elaboran un tipo de producto más estandar y de menor calidad (sólo tornos paralelos) y no cuentan con máquinas especiales entre sus productos. <sup>89/</sup> Si esto es cierto, nuevamente aparece la calidad y complejidad del producto como determinante de cambios en el proceso. Adicionalmente, las diferencias en la estructura de la propiedad entre las firmas -aquellas son de tipo familiar- pueden ser mencionadas como explicación a sus distintas relaciones directos/indirectos. En nuestro caso, el apoyo financiero del grupo propietario puede haber facilitado -ante la ausencia de ayuda estatal- la incorporación de ingenierías todavía escasamente difundidas en el sector.

d) Por último, los cambios de tipo 'desincorporado' hallados en la última fase están relacionados en forma estrecha con el punto anterior ya que provienen de las tareas de los nuevos elencos técnicos. Diremos aquí que el conjunto de esfuerzos técnicos descritos en el capítulo anterior, buscan un aumento de la productividad o si se prefiere de reducción de costos. No obstante, no debe confundirse tales actividades como conductas asociadas a una estrategia de reducción de costos frente a la competencia. La actitud de la firma frente a la competencia ha sido la de adelantarse permanentemente a la misma, ejerciendo un liderazgo en el cual la calidad y variedad del producto han sido los elementos centrales. <sup>90/</sup> Ello no quita que, en un determinado momento la excesiva diversificación y complejidad del mix haya alentado a la firma a evitar efectos desfavorables en los costos, emprendiéndose las mencionadas actividades técnicas. Pero en definitiva lo que produce tales cambios no es una estrategia explícita de reducción de costos (la que podría lograrse simplificando el mix) sino a partir de la estrategia competitiva vía diferenciación de productos.

Así, los cambios observados en este área y sus determinantes principales se resumen en el siguiente cuadro.

---

<sup>89/</sup> Según el Jefe de Planta de nuestra firma... "hoy, para producir tornos paralelos estandar no se necesita una dotación importante de ingenieros y técnicos... si nosotros no tuviéramos la segunda línea, nuestra relación directos/indirectos sería mucho más elevada que la actual".

<sup>90/</sup> El ambiente competitivo del mercado parece centrarse en competencia en productos y en menor medida en precios. En otros trabajos se ha señalado que la estrategia prevaleciente más común entre las firmas del sector en los PMD, dado el carácter oligopólico del mercado y la ausencia de competencia externa, ha sido el de mantener las porciones relativas de cada firma, siguiendo un comportamiento de tipo 'satisficing'. Véase H. Pack, ob.cit.

---

CAMBIOS EN EL AREA DEL PROCESO

DETERMINANTES

PRODUCTIVO

---

(i) Nuevas tareas y nuevo equipamiento (incorporado)	Calidad del Producto Aumento de la escala operativa
(ii) Especialización del Plantel Operario	Aumento de la escala operativa
(iii) Aumento en la relación Indirectos/Directos. Aparición de las Ingenierías de Proceso	Calidad y complejidad del output mix. Problemas de organización por aumento de la escala.
(iv) Tareas de optimización del proceso (desincorporado)	Aumento de los costos por encima del nivel 'deseado' debido a la mayor complejidad del mix producido.

---

La tabla anterior muestra también un ordenamiento temporal, en el sentido de que cambios técnicos derivados de la incorporación de nuevas maquinarias han cedido lugar en el tiempo a cambios de tipo 'desincorporado' como se los define más arriba. Esta secuencia no tiene porqué ser una regularidad empírica y tal vez lo correcto sea interpretarla como sólo un caso. Pero al menos dentro de este caso, permítasenos señalar algunos rasgos que describen la secuencia mencionada.

Un primer punto, debe tenerse presente, es que nos moveremos describiendo el proceso de una firma metalmecánica de un país en donde la escala no crece significativamente salvo en los primeros años y por lo tanto el tamaño del mercado fuerza a la firma analizada a seguir operando dentro del marco de una tecnología discontinua. Así, a posteriori del boom de los años 50 y comienzo de los 60, tanto el nivel y ritmo de crecimiento de la escala de la firma son moderados.



El origen de la secuencia se localiza en las fuertes inversiones que están asociadas con el aumento de la escala y el abandono de la organización del taller (en esto último también interviene un cambio en la estructura de la propiedad). En esta transición el producto es alterado y, asociado a este cambio, aparecen nuevas etapas y equipamiento, mientras se mantiene la organización en forma de taller (job-shops). La información sobre el proceso se encuentra en manos del Jefe de Planta y Supervisores, quienes se abocan a la solución pragmática de problemas técnico-productivos en el corto plazo.

Luego del crecimiento de las ventas y el éxito en el mercado a través de unos pocos productos la firma comienza a volver más 'complejo' el producto, entendiéndose por esto aumentos en la calidad y apertura del output mix. Problemas organizativos derivados de este cambio superan la capacidad técnica de quienes manejan el proceso. Así, la composición del personal es alterada y se incorporan planteles técnicos de ingeniería de proceso sobre quienes descansará ahora la recopilación y generación de información técnica. Se comienza mejorando el proceso a nivel de tarea, introduciéndose métodos apropiados, creándose dispositivos y asignándose tiempos operativos. Luego las relaciones entre las etapas del proceso, el flujo de materiales y el control de stocks, empiezan a estudiarse con mayor profundidad. El resultado es la optimización del proceso y la reducción de costos, que compensa el efecto opuesto provocado por decisiones en el área del producto (apertura del mix).

Sin embargo, dado el moderado aumento en la escala, todavía se mantiene la organización de 'taller' lo cual genera diversas fuentes de ineficiencia, a pesar de los esfuerzos de racionalización que intentan crear 'líneas' en ciertas sub-subetapas por medio de la unificación o de los estudios de familia de piezas. De este modo, todo esfuerzo de optimización y reducción de costos es en sentido 'restringido' dado por la permanencia en una tecnología discontinua.

Por otro lado, la moderación en el nivel y ritmo de aumento de la demanda impiden también nuevos cambios de tipo 'incorporado' al mantener a la inversión -luego del fuerte aumento de la primera etapa- a un ritmo vegetativo o de reposición.

Tal es la descripción de la secuencia de cambios incorporados-desincorporados en el proceso productivo, como fuentes del incremento en la eficiencia a lo largo de casi dos décadas.

A esta altura, la pregunta que surge es si, -aún teniendo en cuenta la particularidad del caso y subrayando el conjunto de restricciones que rodean al mismo en cuanto a sus características propias- es posible extraer de la presente secuencia el material que nos permita pasar a discutir cuestiones más generales. En este sentido, tal vez podamos arrojar luz sobre preguntas como: (i) ¿Cuáles son las fuentes de incremento en la eficiencia de un taller pequeño en los inicios del desarrollo de la industria en un PMD?; (ii) ¿Cuáles las de una planta que al cabo de los años haya adquirido una escala media y diversificado en forma amplia el output mix? y (iii) ¿Cuáles han de ser en el futuro dichas fuentes de mejoras para esta misma planta, de mantenerse una cierta limitación en la escala dada por el tamaño del mercado?

Según los rasgos del patrón subyacente en nuestro caso, las mejoras en la productividad por cambios en el proceso, en los primeros años del taller se localizarían fundamentalmente a nivel de tarea productiva y vendrían dadas por

mejoras en el equipamiento y en la habilidad del plantel operario. Ambos tipos de mejoras se acentúan cuando la escala crece y se produce la transición hacia una planta mediana. Luego de que la planta haya superado su inicial fase de expansión, una parte importante y creciente de tales mejoras puede residir en actividades introducidas por planteles técnicos que optimizan el proceso. Más adelante en el desarrollo de la firma -y dada su permanencia en una tecnología discontinua, un output mix diversificado, etc.- las mejoras en el nivel de productividad podrían provenir de:

- a) Explotar aún más la unificación y los estudios de piezas, tendiendo a crear líneas en ciertas subetapas.
- b) Modificaciones en el nivel de integración vertical o en la eficiencia de las industrias proveedoras de partes y componentes subcontratadas.
- c) Introducir nuevo equipamiento que mejore la eficiencia del proceso de mecanizado.

En nuestro caso vimos que la firma ha encarado el primer camino, en mayor medida que los dos restantes. El nivel de subcontratación se ve limitado por desarrollo de firmas proveedoras y de un conjunto de condicionantes que no trataremos por el momento. Para el reequipamiento es necesario condiciones de demanda favorables, así como estímulos vía precios relativos de los factores. También en gran medida depende del nivel y ritmo de obsolescencia tecnológica del equipo utilizado por la firma a la luz de las innovaciones introducidas en la industria. No obstante, en la mayoría de las subetapas del proceso no han aparecido maquinarias nuevas que alejen la productividad de la tarea en gran medida respecto de lo logrado en la planta. Véase por ejemplo, en el capítulo anterior la afirmación del Jefe de Planta sobre la rectificadora de bancadas 'Waldrich' (véase nota 35/). En un trabajo reciente que analiza el ritmo de innovaciones en productos de la industria de máquinas-herramienta para explicar la caída en la productividad del sector manufacturero de los EEUU 91/, parece confirmarse la afirmación anterior en el sentido de que no existen grandes mejoras en la productividad de las máquinas-herramienta más importantes desde comienzos de los 60. Esto puede explicar en parte la falta de incentivos a renovar el equipo existente. Sin embargo, el estudio mencionado excluye el impacto de la electrónica en las máquinas-herramienta. Dada la importancia del control numérico para las series de producción de tamaño reducido, conviene considerar abierta, en el futuro cercano, la introducción de equipamiento moderno como fuente de productividad.

Obsérvese que nos hemos referido a cambios en el proceso dejando inalterado el tipo de productos. Es obvio que cambios en el producto, por ejemplo, reducir la producción a uno o dos modelos, puede causar un impacto muy fuerte en produc-

---

91/ Véase T. Boucher "Capital Investment and Productivity in Manufacturing". School of Operations Research and Industrial Engineering. Cornell University. La productividad de las máquinas-herramienta es medida en el tiempo a través de un índice denominado "Productivity Criteria Quotient" (PCQ) publicado por la revista American Machinist. Véase American Machinist, noviembre 11, 1963; junio 7, 1965 y octubre 7, 1968.

tividad. Pero ello se halla limitado por otros condicionantes como vimos en la sección anterior.

### III.3 El producto como determinante de cambios en el proceso.

La sección anterior muestra que cambios en la calidad y complejidad del producto pueden llevar a cambios en el proceso productivo.<sup>92/</sup> El efecto aislado de tales cambios no pudo cuantificarse dado que al mismo tiempo el proceso cambia por otros factores. Pero al menos hemos advertido que la firma puede modificar (aumentar), con la calidad del producto, dos relaciones básicas:

- (i) Capital/Empleo al introducir equipamiento más sofisticado y menos universal con el propósito de elaborar partes del nuevo bien.
- (ii) Indirectos/Directos con el objeto de organizar y optimizar la producción de un output mix más complejo.

El tipo de producto como variable refleja, en última instancia, el poder de compra del mercado usuario. Sectores productores de bienes tecnológicamente sofisticados o de producción masiva demandan bienes con alta elasticidad ingreso y baja elasticidad precio. Lo inverso ocurre con pequeños talleres de reparaciones y sectores con firmas pequeñas. La introducción de las máquinas especiales refleja el propósito de la firma de destinar su producción a submercados de mayores ingresos. Al mismo tiempo las mejoras en la calidad de los tornos paralelos tiende a satisfacer requerimientos de producción en pequeña escala.

Los cambios en el producto han hecho que el proceso productivo se torne más capital-intensivo e intensivo también en mano de obra calificada, en relación a su estado anterior. Las relaciones anteriores pueden cambiar asumiendo cierta forma compulsiva (del tipo "no puedo producir el nuevo bien a menos que introduzca un equipo más sofisticado") o en forma más indirecta estimulando la introducción de nuevas tareas técnicas (como en el cambio de la relación indirectos/directos). Obviamente, los cambios en el proceso son más amplios que variaciones en una técnica dada o en las características factoriales del establecimiento y presuponen nueva información en el proceso y su organización.

Este breve comentario sobre los efectos del producto en el proceso productivo no pretende desconocer la posible influencia de otras variables normalmente usadas como, por ejemplo, precios relativos o escasez de factores y tamaño de la escala operativa. Simplemente hemos puesto de relieve el papel del producto, dado que ha sido encontrada mayor evidencia en favor de este efecto. También la escala operativa se halla presente en muchos de los cambios, aunque no hemos podido hallar evidencia concreta en favor de precios relativos -y los empresarios no lo incluyeron en sus explicaciones sobre los cambios mencionados-.

---

<sup>92/</sup> El punto sostenido en esta sección se encuentra ampliamente desarrollado por A. Amsden para la industria taiwanesa de máquinas-herramienta. Véase A. Amsden, ob.cit.

En un trabajo reciente, que analiza el grado de adaptación a la abundancia relativa de mano de obra que realizan distintas empresas multinacionales en Brasil, S. Morley y G. Smith han remarcado el papel del tamaño de la escala como determinante de los métodos de producción utilizados. <sup>93/</sup> Por ejemplo, en una encuesta sobre treinta y cinco multinacionales radicadas en Brasil, pidiendo a cada firma que estableciera un ranking de los factores que determinan la elección de los métodos de producción (procesos elegidos, maquinarias, etc.) el resultado fue el siguiente (la traducción es nuestra):

#### RESULTADOS DEL RANKING

FACTOR	RANGO		
	1	2	3
Calidad del producto	17	7	3
Tamaño de mercado	14	14	2
Costo de la mano de obra	1	8	9
Escasez de mano de obra calificada	1	1	3
Costo financiero	0	2	3
Incentivos gubernamentales	0	0	3
Licencias importadas	0	0	1

Fuente: S. Morley y G. Smith, ob. cit.

Nota: No todas las firmas indicaron todas sus primeras tres elecciones.

Este resultado, que es sólo uno de los datos presentados por los autores, pone claramente en evidencia que la calidad del producto ocupa junto con la escala un papel predominante en la determinación del proceso. Asimismo, los autores concluyen que el efecto de precios relativos de los factores es insignificante.

Finalmente, si la calidad del producto es una variable importante en la introducción de nuevos métodos de producción ¿por qué razón, la introducción del torno a control numérico no provoca cambios de importancia en el proceso y su organización? Dos puntos pueden tenerse en cuenta para responder a este interrogante. En primer término, conviene analizar al producto en cuestión como formado por dos partes bien distintas, una parte mecánica y una parte electrónica, estando esta última fuera del ámbito de producción de la empresa. Entonces la cuestión se reduce a indagar los cambios sufridos en la parte mecánica elaborada por la firma ante la introducción del comando electrónico, el impacto de tales cambios sobre el equipamiento, grado de integración, lay-out, fuerza de trabajo, etc., así como los skills requeridos para la introducción de tales cambios. Tal como lo señaláramos anteriormente, una serie de factores han influenciado para que dicho impacto sea pequeño. La elevada calidad del producto estandar de la

---

<sup>93/</sup> S. Morley y G. Smith, "Adaptations by Foreign Firms to Labor Abundance in Brazil", en J. Street y J. Dilmus (ed.) "Technological Progress in Latin America: The Prospect for overcoming Dependency". Westview Press, Boulder, Colorado, 1979.

firma ha permitido a la oficina de diseño 'seleccionar' un tipo de máquina a control numérico sencilla, de tal manera de aprovechar las partes del torno paralelo. En esto han influenciado positivamente el nivel de desarrollo alcanzado por la firma en el proceso de producción y en especial en las tareas técnicas de unificación. Asimismo, la experiencia de los planteles técnicos de diseño y proceso ha sido suficiente para resolver el desarrollo del prototipo mencionado. Aquellas tareas nuevas como el desarrollo de los comandos electrónicos de accionamiento de la parte mecánica fueron desarrollados por un ingeniero electrónico con una experiencia corta, de 3-4 años dada por el desarrollo de las partes electrónicas de los modelos anteriores TC-300 torno copiador y el torno T-220 ciclomático. <sup>94/</sup> En resumen, alta calidad del producto más capacidad interna de diseño y de ingeniería de proceso han facilitado la transición hacia una máquina sencilla a control numérico sin alterar sobremanera los métodos de producción.

En segundo término, debe también tenerse presente que el tipo de producto en cuestión estaba todavía, al final del período analizado, en un estado de prototipo, abarcando una fracción muy pequeña del output mix. Es de esperar que si la producción de este tipo de máquinas aumenta la presión para introducir cambios en el proceso que 'acomoden' el mismo a este producto probablemente será mayor.

#### III.4 Los cambios tecnológicos y el papel de las ingenierías de producto y proceso en el tiempo.

Analizando los esfuerzos realizados por los planteles ingenieriles y técnicos, esfuerzos que adicionan nueva información al paquete de conocimientos de la firma, el presente caso nos describe una secuencia que se inicia con mayores esfuerzos relativos en el área del producto para luego de una década concentrarse en proceso y organización.

El cuadro N° 15 intenta resumir la evidencia en este sentido, presentada en el capítulo anterior.

Nótese en el mismo que los cambios en el área del producto -y por lo tanto la actividad en las oficinas de diseño medida en horas-hombre- aumentan en el tiempo reflejando el hecho de que las variaciones del producto siguen ocupando a lo largo de todo el período un papel importante en los objetivos de la firma. No obstante, el hecho que queremos subrayar es que los esfuerzos en ingeniería de producto son anteriores a los de ingeniería de proceso los que al cabo del período pasan a ocupar un porcentaje mayoritario en los gastos asignados a tales actividades.

Desde el punto de vista del desarrollo de las ingenierías, esto significa que los 'skills' de diseño son los primeros en aparecer y reflejan ciertas diferencias respecto de las ingenierías destinadas al área del proceso. Así, por ejemplo, mientras que los ingenieros de diseño ya se hallan presentes en 1960 ocupando los puestos directivos más altos de la firma, el conjunto de ingenieros y técnicos contratados a partir de 1968 son en su mayoría jóvenes profesionales (algunos provenientes de industrias ajenas al sector de bienes de capital)

---

<sup>94/</sup> Véase S. Jacobsson, ob.cit.

Cuadro 15. Actividades en Ingeniería de Diseño y Proceso en una firma argentina de Máquinas-herramienta. 1960-1976.

HORAS-HOMBRE ANUALES PROMEDIO EN ACTIVIDADES TECNICAS		'SKILLS'		ACTIVIDADES TECNICAS		
	DISEÑO	PROCESO <sup>1/</sup>	DISEÑO	PROCESO		
1a. etapa 1960-1965	9400	1300	Ingenieros Mecánicos (Diseño)  Técnicos Dibujantes	Operarios Calificados	Primera Línea: Prototipos T-190, TL-250  Segunda Línea: Prototipos Torno Copiador TC-500 Torno Revólver TR-250 Agujereadora RB/32	Actividades de 'Trouble-Shouting' hechas por Jefe de Planta quien además controla abastecimientos (compra) y asigna tiempos junto a supervisores, basándose en experiencia directa. No hay control de stocks ni de calidad.
2a. etapa 1965-1969	12800	19500	idem	Ingenieros Industriales en Métodos y Programación (1968-69) Técnicos Control Calidad	Primera Línea: Nuevos Modelos Pequeños y Medianos T-160, T-180, T-220 y T-250  Segunda Línea: Fresadoras FPl, FA1, Torno Revólver TR-250/52, Estudio Torno 'Heycomat' Copiador.	-Primeros Estudios de Métodos (1968). -Creación Sistema de Incentivos sobre Tiempos Asignados. -Inicio Control de Stocks y Estudios Lote Optimo. -Control de Calidad.
3a. etapa 1969-1976	15000	34300	idem  Ingeniero Electrónico	idem Técnicos Metodistas. Técnico Activador Piezas en proceso Ingeniero Mecánico (Diseño y Métodos) Ingeniero Industrial (Programación)	Reconcepción Primera Línea Inicio Diseño Modular o Unificación.  Primera Línea: Modelos Pesados T-280, T-300, T-350, T-400. Nueva Versión de T-190, T-220, T-160.  Segunda Línea: Fresadora FA2 Torno Automático 'Cicromatic' Torno Copiador TCA 300 Torno Control Numérico TCN-300	-Profundización de Estudios de Métodos: apertura por secciones a) Mecanizado Pesado y b) Mecanizado Liviano y Montaje. -Creación Sección Dispositivos -Control de Stocks -Estudio Piezas en Proceso -Carga de Máquinas p/sección -Estudio Familia de Piezas (Grupos tecnológicos) -Control de Calidad p/secciones

<sup>1/</sup> Proceso incluye horas provenientes de técnicos e ingenieros de las Oficinas de Métodos y Tiempos, Programación y Control de Calidad. En la 1a. etapa se computan horas del Jefe de Planta y Asistentes.

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

que ocuparan posiciones intermedias en la organización de la firma (véase organigrama cuadro 7 en el capítulo I). Los ingenieros de diseño (primero el alemán y luego el argentino) ocuparon la dirección de la firma y su poder de decisión se mantuvo durante todo el período; en cambio la aparición de los planteles técnicos redujo el peso del antiguo Jefe de Planta en las decisiones técnicas en favor de ingenieros de Programación y Métodos.

Pero junto a estas diferencias con respecto a la organización, existe otra referida al tipo de información y conocimientos manejados por uno y otro. En oportunidades anteriores hemos remarcado la forma pragmática en que la firma -al igual que otras del sector- incorporó y adaptó tecnología. Tanto en producto (copia) como en proceso, el fenómeno de incorporación y adaptación se realizan en los primeros años de la firma de una manera informal. El temprano ingreso de ingenieros de diseño, introduce un tipo de ingeniería a la firma, que tiene un carácter más 'inherente' (a la misma) por manejar información sobre el tipo de bien producido. En cambio, los planteles de ingeniería de Métodos y Programación, introducen ingenierías de carácter más 'formal', susceptible de ser aplicada a cualquier firma manufacturera (o de servicios) la cual se adapta al tipo de Proceso Industrial que la firma posee. De este modo la 'flexibilidad' del paquete de información técnica (en el sentido de poder extenderse a otras firmas o industrias) -y de los 'skills' mismos- es mayor en el área del proceso que en diseño. 95/

En resumen, esfuerzos de ingeniería de diseño -con skills más 'inherentes' y profesionales que ocupan puestos directivos en el organigrama- son anteriores a esfuerzos de ingeniería de proceso -con skills más 'flexibles' y profesionales que ocupan puestos intermedios-.

Nuevamente, diremos que no puede interpretarse la presente secuencia sino como un caso posible. Una mayor evidencia empírica permitirá conocer tal vez, otros posibles casos y su comparación con el aquí presentado.

En relación a la secuencia podemos señalar que un conjunto de trabajos teóricos y aplicados, realizados por W. Abernathy y J. Utterback han sostenido la existencia de una secuencia en el ritmo de innovaciones de una firma que se inicia con mayor énfasis en producto para pasar años más tarde a ser dominantemente de proceso. 96/

---

95/ En un trabajo reciente S. Teitel ha analizado el tipo de ingenierías usadas por las industrias manufactureras de EEUU, encontrando que existen ingenierías más 'universales' (ej. Ing. Industrial) que se hallan presentes en todas las industrias y otras más 'específicas' (químicas, mecánicas, etc.) localizadas preferentemente en sectores relacionados a ellas. Véase "The Skills and Information Requirements of Industrial Technologies: on the use of Engineers as a Proxy". Trabajo presentado al International Symposium on Latin America, Bar-Ilan University, Ramat Gan, Israel, Mayo 1980. Obsérvese en la Tabla que en nuestro caso los Planteles de Métodos y Programación se hallan compuestos por ingenieros industriales, mientras que en diseño son ingenieros mecánicos.

96/ Véase W. Abernathy y J. Utterback, "A Dynamic Model of Process and Product Innovation", Omega, Vol. 3 N°6 (1975); "Innovation and the Evolving structure of the Firm" Harvard Business School, Working Paper 75, (junio 1975); "Production Process Structure and Technological Change", Decision Science, Vol.7 (1976). Este último trabajo pertenece al primero de los autores citados.

Dada la importancia de estos desarrollos en relación al caso aquí estudiado permítasenos resumir brevemente el marco teórico en que se produce esta secuencia producto-proceso.

La idea central de dichos estudios es que la unidad productiva (la planta), se desarrolla en el tiempo de una manera consistente e identificable conformando un 'patrón evolutivo' cuyos rasgos se manifiestan en: a) aumento en la intensidad de uso del capital; b) mejoras permanentes en la productividad del trabajo debidas a una mayor división y especialización del plantel operario; c) racionalización del flujo de materiales en proceso tendiendo a la creación de una 'línea' (tecnología continua); d) estandarización del producto (se produce sólo uno o dos productos estandarizados); e) aumentos en la escala operativa, la cual tiende a adquirir gran tamaño. <sup>97/</sup> Dentro de este patrón evolutivo, innovación en producto y proceso tienen su propia secuencia, ambas interrelacionadas. La innovación en producto se inicia en los orígenes del producto en cuestión, cuando la firma intenta maximizar la performance del nuevo producto, originando esto una alta tasa de innovación en el área. La segunda fase es la de un producto reconocido por el mercado en donde las ventas crecen y se diversifica la línea de productos (pero con uno o dos modelos que se venden mucho). Por último, la última fase es la de un producto 'maduro' que se halla altamente estandarizado, por lo tanto el ritmo de innovaciones de producto es bajo. <sup>98/</sup> Por el lado del proceso la secuencia se inicia con una estructura flexible e ineficiente, apoyada en equipamiento universal, lay out en forma de taller (job-shops) y mano de obra calificada, en donde el ritmo de innovaciones es bajo. La segunda etapa, que coincide con el aumento de la escala en uno o dos modelos dominantes, significa el paso a un proceso ordenado en 'línea'; en el mismo la innovación en proceso -internamente generada por planteles ingenieriles formales- crece y pasa a dominar a la innovación en producto. En la última etapa, el proceso conforma un 'sistema integrado' con alta interconexión entre sus subetapas, equipamiento específico, etc. en busca de minimizar costos; aquí, la introducción de cambios se hace difícil (costo) y por lo tanto la tasa de innovación en proceso vuelve a caer. La siguiente figura resume la secuencia seguida por las innovaciones en producto y proceso. <sup>99/</sup>

---

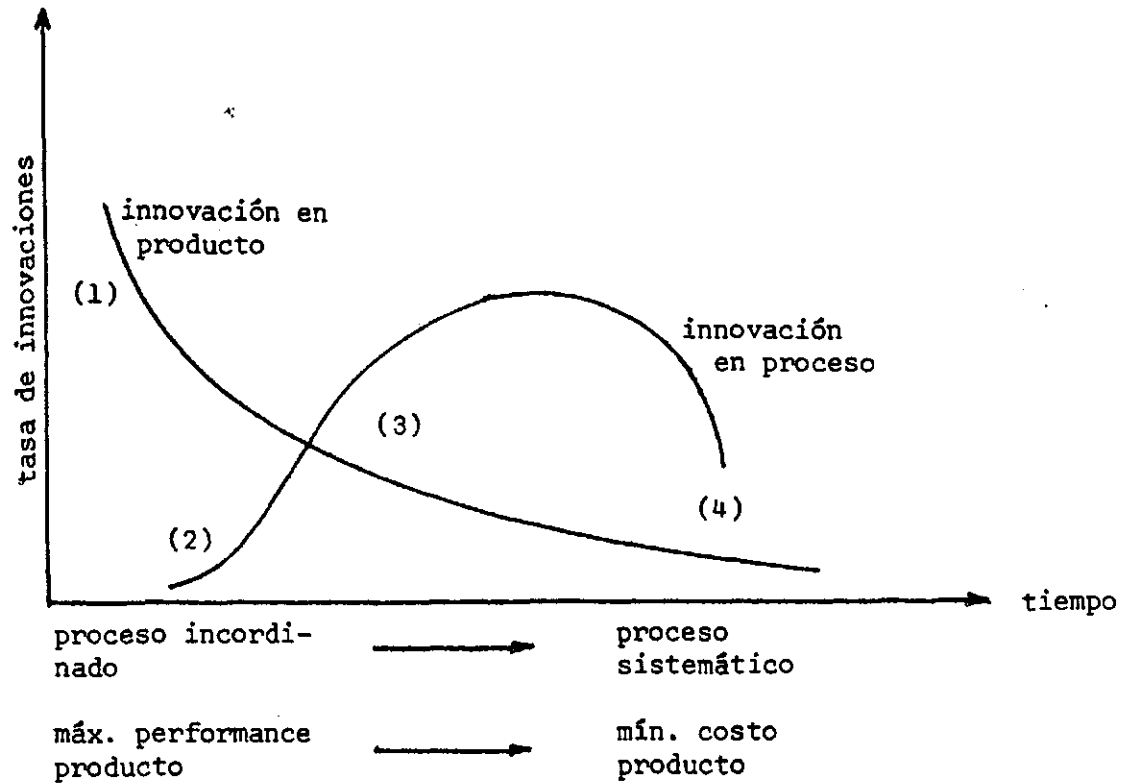
<sup>97/</sup> Véase W. Abernathy y J. Utterback (1975) citado en nota anterior.

<sup>98/</sup> La secuencia de desarrollo del área del producto está inspirada en el denominado ciclo del producto. Véase R. Vernon, International Investment and International Trade in the Product Cycle", Quarterly Journal of Economics, mayo 1966.

<sup>99/</sup> Tomada de W. Abernathy y J. Utterback (1975) citado antes.



Gráfico 2. "Innovación y etapas de desarrollo"



Fuente: J. Utterback y W. Abernathy, ob.cit. 1975, pp.645.

- (1) Región estimulada por necesidades
- (2) Región estimulada por tasa de producción
- (3) Región estimulada por tecnología
- (4) Región estimulada por costos

Al comienzo de la secuencia -temprano en el ciclo del producto- existe una alta tasa de innovación en producto estimulada por necesidades del mercado (región (1) de la figura). Al aumentar las ventas, aparecen estímulos por maximizar el volumen de producción que provocan un flujo creciente de innovaciones en proceso (región (2)). A medida que avanzamos en el ciclo del producto las innovaciones en el mismo caen, mientras que el área de proceso registra una alta tasa de innovaciones que están en manos de planteles formales (región (3) estimulada por tecnología). Por último, en la etapa en que los costos dominan los objetivos de la planta, producto y proceso cambian moderadamente.

Los determinantes de los cambios que conforman el patrón evolutivo presentado pueden ser -para los autores- de origen interno o externo a la firma, pero en especial dentro de los segundos (externos) se destaca el papel de las fuerzas del mercado. En este sentido, la relación entre el 'ambiente competitivo' que enfrenta la firma y los objetivos que se hallan implícitos en el patrón innovativo seguido, ocupa un primer lugar en importancia. De este modo, la primera etapa se desenvuelve en el marco de una competencia de productos donde la firma intenta maximizar la performance de un producto 'nuevo' ateniéndose a las necesidades del usuario; mientras que la última etapa se asocia a una industria de gran escala, con estructura oligopólica y donde predomina la competencia de precios -de allí la estrategia de minimizar costos-. En la etapa intermedia el objetivo es el de maximizar ventas, cuando el producto empieza a ser cada vez más reconocido y adquirido por los usuarios.

En resumen, el modelo permite estudiar la innovación en producto y proceso dentro de un marco conceptual amplio -que integra aspectos de teoría económica, ingeniería y management, y teoría de la organización- en el cual dos tipos de relaciones previamente estudiadas en otros trabajos tratan de ser integradas y explotadas en forma coherente: (i) la relación entre 'ambiente competitivo' y estrategia de la firma e innovación -comentado arriba- y (ii) la relación entre el desarrollo de las características del proceso productivo y el tipo de actividad innovativa que la firma acomete. 100/

A esta altura, tal vez el lector podrá encontrar más de un argumento que le haga pensar que la asociación entre el caso empírico estudiado y el 'caso' presentado por el modelo puede ser poco feliz. Nuestro caso es el de una firma pequeña-mediana productora de bienes de capital localizada en un PMD, la cual, arrancando varias décadas rezagada respecto de la frontera tecnológica internacional, ha avanzado en el tiempo generando cambios tecnológicos menores dentro de un estado tecnológico 'discontinuo' limitado por el tamaño del mercado. En cambio, la unidad productiva que sirve de ejemplo al caso anterior, ubicada en un PD -esto es arrancando a nivel de frontera tecnológica internacional- ha conseguido ascender a niveles casi gigantescos de escala dado el tamaño del mercado. Así podríamos citar al menos dos razones que limitan la aplicación del modelo a nuestro caso (o al menos, la aplicación de la totalidad del modelo).

En primer término, por analizar a una firma del sector de bienes de capital, la cual es tradicionalmente caracterizada como una industria con un elevado porcentaje de constructores pequeños y medianos, de escala reducida y amplia

---

100/ Ibid (1975), ob.cit.

diversidad de productos, nos ubicamos sólo en la primera etapa del modelo en la cual predomina una permanente modificación del producto, equipamiento universal, mano de obra calificada, lay out ordenado en forma de taller y otros rasgos de la tecnología discontinua. Pueden ser excepción a esta consideración las grandes firmas de EEUU y Europa que elaboran en gran escala un producto estandarizado.

En segundo término, debe reconocerse las diferencias que surgen al estudiar una firma de un PMD. Entre las que nos interesan podemos citar a) tamaño reducido del mercado; b) inestabilidad de la demanda; c) industrialización protegida por aranceles y otras restricciones que impide la competencia vía precios en favor de otras estrategias (ventas, participación en el mercado, etc.); d) el no hallarnos en la frontera tecnológica internacional y por ende sólo ingresar a una fase posterior del ciclo del producto. Estos rasgos conforman un universo muy distinto al observado y analizado por Abernathy y Utterback. Nuevamente, podemos decir que -al menos en lo que a restricción de escala se refiere- las firmas mayores del Brasil pueden estar más cerca del modelo.

Los puntos anteriores nos llaman la atención sobre la inaplicabilidad en sentido 'irrestringido' de la secuencia producto-proceso subyacente en el modelo, a las condiciones de nuestro caso. Sin embargo, hemos aludido en esta circunstancia al mismo por considerar que aporta nuevos elementos de análisis para entendimiento del fenómeno innovativo y el desarrollo de una firma; en especial la forma en que son tratadas las relaciones entre ambiente competitivo, innovaciones en producto y proceso, el desarrollo de la estructura organizativa de la firma y otras categorías analíticas. Es tal vez aplicando estas relaciones, la forma en la que podemos llegar a una explicación sencilla de nuestra secuencia.

Así, mientras que el área del producto es preocupación central para la firma desde sus orígenes a la luz de las condiciones del mercado (competencia en productos, incentivos para sustituir importaciones en nuevas franjas del mercado, etc.) los esfuerzos en optimizar el proceso no se justificarán hasta que aumentada la escala más allá de un mínimo, mejorado el producto y diversificada la producción aparezcan incentivos para introducir ingenierías de proceso. En la transición, la organización de la firma deberá abandonar las reglas del taller y marchar hacia un estado más complejo donde las decisiones técnicas se descentralizan. Es evidente también, que el reducido tamaño e inestabilidad del mercado obliga a la permanencia en la tecnología discontinua impidiendo que la firma expanda su escala en sólo uno o dos modelos estables. Ante tal situación, la tasa de innovación en producto se mantiene alta y los planteles técnicos tratarán de 'alinearse' hasta donde sea posible el proceso productivo (diseño modular, grupos tecnológicos, etc.).

### III.5 Resumen

El presente estudio ha seguido la evolución tecnológica de la firma mirando hacia tres áreas del conocimiento técnico de la misma -producto, proceso y organización- cada una de las cuales presupone un paquete diferente de información, skills técnicos, etc. Ha sido el objeto de este capítulo analizar la forma en que las capacidades tecnológicas involucradas en dichas áreas han evolucionado en el tiempo e identificar los determinantes de dichos cambios.

Cuatro puntos pueden resumir nuestros hallazgos.

- (1) El desarrollo de la capacidad de diseño del producto revela una secuencia que se mueve desde la importación y adaptación de tecnología vía copia hacia la concepción local de diseños avanzados y la utilización de información de mayor complejidad en el área. Los skills asociados a tal maduración revisten ciertos rasgos peculiares; en parte son recibidos externamente y en parte se desarrollan internamente luego de un período de aprendizaje. Las conductas seguidas en este área -tales como diversificación, desarrollo de máquinas especiales, control numérico, etc.- se hallan determinadas por estímulos provenientes del mercado -presión competitiva, crecimiento y estabilidad de la demanda, etc.-.
- (2) Los cambios en el área del proceso evolucionan pasando de cambios 'incorporados' en nuevas inversiones al comienzo hacia cambios 'desincorporados' (actividad de los planteles técnicos) al final, en el marco de una tecnología discontinua. En todo el período no se presentan impactos en la productividad de origen 'externo' -industrias proveedoras- ni de cambios en el grado de integración vertical.
- (3) La complejidad del tipo de productos elaborados por la firma (calidad, tamaño del mix, etc.) aparece como determinante de cambios en el proceso productivo, percibiéndose vía aumentos de las relaciones capital/empleo e indirectos (técnicos)/directos (operarios).
- (4) Dentro de los esfuerzos técnicos originados en los planteles ingenieriles de la firma; esto es, cambios 'desincorporados' y que pueden interpretarse como unidades de información adicionadas al conocimiento productivo de la firma en cualquiera de las tres áreas, hemos observado una secuencia en la cual se comienza poniendo mayor énfasis relativo en el área del producto para luego de una década concentrarse en proceso y organización.

## IV. LA FIRMA Y SUS COMPETIDORES EN EL MERCADO DE TORNOS

### Introducción.

Hasta el momento la unidad central de análisis del estudio ha sido la firma, y más específicamente aún, los cambios tecnológicos que la misma hubo de incorporar a través del tiempo, sus determinantes y consecuencias en términos de performance productiva. Este capítulo tiene por objeto examinar la misma historia evolutiva pero desde la perspectiva de la competencia que hubo de desarrollarse entre esta firma y sus competidores más inmediatos. Al mirar las cosas desde este ángulo la unidad de análisis se traslada hacia las firmas que componen la industria de tornos y a este nivel adquieren significación e importancia: 1) la diversidad de conductas tecnológicas entre las firmas, reflejando diferencias en el paquete de información (producto, proceso, organización) que adquiere y modifica cada una de ellas; 2) la estructura competitiva del mercado de tornos, su modificación en el tiempo y su relación -como 'determinante' y a la vez como 'determinada'- con la performance tecnológica-productiva de las firmas.

Lamentablemente, la carencia de información concreta sobre el resto de las firmas nos impide realizar un análisis exhaustivo de estas cuestiones. No obstante, intentaremos establecer un nexo comparativo entre la firma y su principal competidor en la década del 70, indagando en cuestiones como las arriba mencionadas. Esto permitirá focalizar ciertas nuevas preguntas sin duda relevantes para el presente caso y hasta aquí no planteadas dada la naturaleza estrictamente microeconómica del material examinado.

Al comienzo del capítulo describiremos la posición relativa de la firma y la estructura del mercado de tornos a lo largo del tiempo, retomando lo ya señalado en el capítulo I. Luego presentaremos el caso de la firma competidora, sus orígenes, performance productiva y características tecnológicas. Se pondrá énfasis en algunas diferencias respecto de la firma hasta ahora estudiada en producto, proceso y organización. Finalmente, se analizará el papel de cada uno en el mercado de tornos para la década del 70.

### IV.1 La firma y el mercado de tornos en el tiempo.

Tal como lo señaláramos en el capítulo I, la posición relativa de la firma en el mercado, se modifica entre década y década pasando de ser un taller intermedio entre los mejores del país en los años 50, a líder absoluto del mercado en los 60 y 70. Del mismo modo la estructura del mercado de tornos ha tendido a concentrarse entre década y década.

La situación hacia mediados de los 50 en la industria de máquinas-herramienta se caracterizaba por un elevado número de talleres (estimados en más de 150) algunos de larga edad y otros de reciente creación al estímulo de la política de sustitución de importaciones. Dentro de las máquinas-herramienta por arranque de viruta, los tornos y los taladros constituían la mayor parte de la producción y la mayoría de las firmas de la industria los elaboraban. En el mercado de tornos se destacaba un pequeño grupo de establecimientos que, ubicados por encima del promedio, habían logrado superar exitosamente la etapa inicial de producción de modelos atrasados. La firma se ubicaba en este grupo,

pero alejada de las dos o tres firmas que lideraban en tamaño y complejidad del producto. De todos modos, este grupo de talleres líderes no llegaba a absorber más de un 40-50% de la producción de aquella época estimada en unas 2000 unidades anuales en promedio para toda la década. 101/ Nuestra firma, con una producción promedio estable para casi toda la década en 100 unidades por año abarcaba de este modo alrededor de un 5% del mercado.

Esta situación se verá drásticamente modificada en el transcurso de la década siguiente, luego del cambio de propiedad de 1960 y del conjunto de cambios ocurridos en el período 1960-65, pasando la firma a constituirse en líder del mercado de tornos. Un elemento importante en el distanciamiento de la firma respecto de la competencia lo representaron los cambios en el producto: a) importantes mejoras en la calidad del torno paralelo, introduciendo novedades en el mercado tales como tratamiento térmico de la bancada, rectificación de engranajes, caja de velocidades, etc.; b) introducción de máquinas especiales, algunas de ellas, como los tornos copiadores, son exclusividad de la firma en el mercado argentino durante todo el período. También, como vimos en los capítulos anteriores importantes inversiones en equipamiento formación de personal y otros cambios en el proceso acompañaron los cambios en la calidad del producto. Detrás de estas inversiones en capital físico y humano se halla también presente la capacidad financiera del consorcio propietario el cual invirtió inducido por las condiciones de expansión de este sector productivo.

Dadas las condiciones de crecimiento y diversificación metalmeccánica, y en especial el fuerte impacto para la industria de máquinas-herramienta del surgimiento del complejo automotriz, parecen conformarse distintos segmentos del mercado de tornos de acuerdo a su asociación a sectores de mayor o menor nivel de ingresos y capacidad tecnológica. La firma se asocia en su etapa de expansión 1960-65 a los sectores más avanzados, como el autopartista, fabricación naval, etc. (para los cuales se destinan las máquinas especiales).

En el resto de la década del 60, cantidad, calidad y precio avanzan en la firma respecto de sus competidores entre los cuales se destacan firmas de menor tamaño y complejidad. En especial, las duras recesiones de la década del 60 en 1962-63 y en 1966-67 dejaron fuera del mercado o en malas condiciones a muchas empresas que en los cincuenta se hallaban por encima de la firma o en un mismo nivel. 102/ Así a comienzos de la década del 70 la situación de la firma era la que refleja el cuadro 2 del capítulo I. Entre las cinco firmas con más de 45 empleados (incluida la firma estudiada) en la industria de tornos, se estima que se producían la mitad de las unidades de tornos paralelos para 1971 (1600 unidades). A su vez la firma aportaba aproximadamente la cuarta parte del total (véase cuadro arriba citado).

Asimismo, el proceso de transición al liderazgo comentado en párrafos anteriores se observa claramente en el siguiente cuadro. 103/

101/ No existen datos confiables para dicho período. La única referencia la constituye el trabajo de CEPAL, ob.cit. así como lo relatado por los directivos de la firma.

102/ Tres firmas que lideraban el mercado en los 50 perdieron posiciones en pocos años. Dos de ellas terminaron cerrando y la tercera sufrió una dura crisis en los 60 de la cual se recuperó lentamente.

103/ La participación de la firma en el valor de la producción es mayor que en unidades debido a la mayor calidad (precio) de sus productos.

Cuadro 16. Participación de la firma en el valor total  
de la producción local de tornos. 1/ 1960 - 1976

---

AÑO	
1960	7,0 %
1961	14,0 %
1962	21,9 %
1963	38,7 %
1964	26,8 %
1965	23,9 %
1966	40,7 %
1967	49,0 %
1968	47,9 %
1969	30,6 %
1970	30,4 %
1971	31,3 %
1972	...
1973	32,1 %
1974	33,0 %
1975	...
1976	...

---

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

1/ Incluye todo tipo de tornos.

Hacia la mitad de la década del setenta la situación del mercado se verá modificada por la aparición de un nuevo competidor en el mercado de tornos que experimenta un crecimiento vertiginoso. El mismo inicia su producción en serie a comienzos del 70 y logrará duplicar varias veces su producción en los años siguientes. La firma líder no pierde su volumen absoluto de producción aunque si su porción del mercado en especial a partir de 1975. Así el mercado se concentra en la firma líder, el nuevo productor y un viejo productor mediano que aumenta un poco su tamaño: entre las tres firmas controlaban -según estimaciones- unos dos tercios del valor de la producción del mercado de tornos (elevándose a más de tres cuartas partes en tornos medianos).

Veamos a continuación el caso del nuevo competidor.

#### IV.2 El caso de la firma competidora.

Esta firma inicia su producción de máquinas-herramienta en 1969, pero para comprender sus orígenes debemos tener en cuenta algunos antecedentes del caso que se remontan a los años 50 y 60.

A comienzos de la década del 50, un tornero de origen italiano establece un taller (tornería) que trabaja subcontratado por terceros. Al cabo de unos años el taller pasa a producir tornos a raíz de establecerse una relación comercial con una de las firmas productoras más importantes del ramo. Dicha firma ayudó al taller a equiparse, le proveyó los planos del producto a elaborar y financiaba totalmente la producción, la cual una vez elaborada era recogida del taller y vendida luego bajo su marca. La producción del taller era escasa, y su propietario no siguió, a partir de entonces, un desarrollo independiente dada su incapacidad financiera y técnica. Así en las condiciones recesivas de mediados de los 60, la firma para la cual el taller trabajaba, entró en crisis y decidió interrumpir su relación con el taller ocasionando el cierre de este último. De este modo el personal es despedido y los equipos de producción vendidos, quedando sólo el edificio del establecimiento.

Años más tarde, dos hijos del mencionado propietario del taller -uno de ellos recientemente graduado en ingeniería mecánica- deciden iniciar actividades de reparación de máquinas-herramienta. Para ello aprovechan las instalaciones pertenecientes a la familia. Al poco tiempo, se ponen en contacto con una empresa distribuidora de máquinas-herramienta, para la cual realizaban trabajos, con el propósito de estudiar la posibilidad de iniciar la producción de tornos. Dicha empresa provee el equipamiento inicial que se reduce a unas pocas máquinas universales. El proyecto de diseño queda en manos del ingeniero quien estaba especializado en diseño. Al comienzo, éste reactualiza un viejo diseño de torno paralelo a partir de unos planos que eran propiedad de su padre. Calidad del producto y proceso de producción son, obviamente, muy precarios a esta altura, en especial debido a la imposibilidad económica de acceder a equipos de producción más adecuados.

Luego de dos años (1969-70) en los cuales logran ubicar con éxito su escasa producción -alrededor de unas 30 unidades para los dos años- superan la etapa de prueba y comienzan a concebir un plan más ambicioso.

De este modo se iniciará a partir de 1971 un vertiginoso crecimiento en el cual nivel de producción, calidad del producto, equipamiento, mano de obra, etc. se modifican radicalmente. El siguiente cuadro presenta la performance productiva de la firma a partir de dicha fecha.



Cuadro N° 17. Indicadores de Producción, Empleo y Productividad en una firma argentina de Máquinas-herramienta. 1971-79.

índices año	(1) Unidades	(2) Peso	(3) Empleo N° de personas	(4) Productividad laboral (2)/(3)
1971	100	100	100	100
1972	139	130	134	97
1973	455	390	158	247
1974	844	752	246	306
1975	883	829	227	365
1976	1150	1146	236	486
1977	1667	1684	302	558
1978	1339	1508	356	424
1979	1122	1175	293	401

Fuente: Elaboración propia sobre datos provistos por la firma.

Obsérvese el gran tamaño que alcanzan los índices respectivos en pocos años -hecho que está influenciado por valores muy pequeños para el año base-. Más adelante compararemos estos índices vis a vis los de la empresa líder. Por el momento, señalaremos que este rápido crecimiento es interrumpido a fines de 1977 cuando se inicia una caída de las ventas en el mercado. Pero entre 1971 y 1977 junto a la expansión en la escala acontecen permanentes modificaciones en la tecnología de la firma.

El producto es mejorado ostensiblemente luego de los años experimentales 1969-70. El ingeniero de diseño aprovecha la experiencia recogida en la modernización del viejo diseño para iniciar el diseño y proyección de una máquina nueva a la que se le va mejorando permanentemente los parámetros de potencia, velocidad de corte, rigidez, etc. y la calidad de acuerdo a las posibilidades de producción del taller. El cuadro N° 18 nos muestra algunos rasgos de la evolución del producto desde 1970.

Algunos hechos que resultan de la observación del cuadro merecen ser destacados.

En primer lugar, nótese que la firma se inicia produciendo tornos paralelos medianos y pesados para al cabo de pocos años introducir un modelo liviano (TP-180) y uno más pesado (TP-400). Sin embargo, como veremos más adelante,

Cuadro N° 18. Evolución del Producto elaborado por una firma argentina de Máquinas-herramienta. 1970-1979.

AÑO	MODELOS FABRICADOS	CARACTERISTICAS Y MEJORAS TECNICAS INTRODUCIDAS A TRAVES DEL TIEMPO
1970	TP-300 tornos paralelos TP-350 los medianos-pesados	-Caja de velocidades (Norton) incompleta -Bancada sin tratar, resqueteada -Engranajes sin rectificar -Ejes con chaveteros -"Guitarra' abierta
1971	TP-200 nuevos modelos TP-230 medianos TP-250	-Con caja de velocidades (Norton) completa -Bancada templada y rectificada -Eje con chaveteros -Engranajes sin rectificar -Guitarra cerrada
1972	idem	idem, sin cambios
1973	TP-180 modelo pequeño con las características de los anteriores	idem, sin cambios
1974	idem	idem, sin cambios
1975	TP-400 nuevo modelo pesado	Se comienzan a rectificar los engranajes
1976	TP-300 nueva versión	Se cambian los ejes con chavetas por ejes estriados en todos los modelos
1977	idem	Incorporación de instrumental de medición para el control exhaustivo de todos los componentes con el fin de mejorar la calidad
1978	idem	idem, sin cambios
1979	idem	idem, sin cambios

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

la producción se concentra alrededor de los modelos medianos lanzados en 1971. En otros términos, la apertura del output mix es significativamente menor que la de la firma líder.

En segundo término, la calidad es aumentada en forma visible en el tiempo. Debe notarse que toda mejora en calidad se hace extensible a todos los modelos producidos. Los cambios más importantes fueron: (i) las modificaciones del año 1971 entre las que se destaca especialmente, el templado y rectificado de la bancada (la que antes se rasqueteaba y no se sometía a tratamiento térmico) <sup>104</sup>, y la mejora en la caja de velocidades; (ii) el rectificado de engranajes (1975) es otro rasgo fundamental en las mejoras introducidas y (iii) la incorporación de instrumental para el control de calidad (1977). Estas mejoras tienen como veremos su contrapartida en cambios en el proceso, en especial los dos primeros asociados a equipamiento que permita realizar dichos cambios.

Por último, debe notarse el rezago existente en el tipo de cambios aquí introducidos respecto de los incorporados por el líder. En especial, el tratamiento de la bancada, el rectificado de engranajes y la caja de velocidades fueron mejoras introducidas por primera vez al mercado por el líder a comienzos de los años 60.

En el área del proceso también se observan cambios profundos dada la aparición de nuevas tareas relacionadas con cambios en la calidad del producto y con la necesidad de incrementar la escala operativa. El equipamiento (lamentablemente no pudimos acceder a datos sobre stock de capital) es incrementado poco a poco al comienzo y basándose en incorporaciones de equipos de segunda mano. En especial se destacan dos incorporaciones. Por un lado una rectificadora plana de bancada, incorporada en 1971 que permitió el abandono de la técnica manual de rasqueteado y de este modo un incremento en la producción. <sup>105</sup>/ Por otro lado, y de mayor importancia en términos del stock de capital, se destacan las incorporaciones en la sub-subsección de rectificado liviano (1975) con el objeto de rectificar los engranajes. Aquí, si bien no se pudo obtener información más precisa se sabe que hubo también incorporación de equipos usados. Obsérvese además que el tema del rectificado de engranajes no será encarado por la firma sino años después de su inicio (y también más tarde en relación a las mejoras

---

<sup>104</sup>/ Esta modificación constituye un elemento importante en la calidad de prestaciones desde el punto de vista del usuario. Así, como se observa en uno de los catálogos de venta de la firma: "El tipo de bancada adoptada constituye la innovación más importante en los tornos paralelos y configura la característica más sobresaliente de esta máquina".

<sup>105</sup>/ Curiosamente, dicha máquina fue adquirida en la firma líder. El ingeniero gerente de la firma nos relató que se enteró que la firma líder tenía una rectificadora en venta y decidió adquirirla pues estaba, según él, muy barata y ellos justamente estaban buscando este tipo de máquina que les permitiera expandirse. La operación se retrasó unos meses debido a que la firma líder esperaba otra máquina importada para reemplazarla, lo cual hizo que esta firma no pudiera expandirse hasta que la compra se realizara. La máquina en cuestión era una Zocca (1958) que la firma líder había reemplazado como primera máquina de sección en 1963 cuando introdujo la Waldrich. Véase el comentario de la página 39 en el capítulo II.

en el producto de 1971) debido al alto costo en términos de capital instalado que debe incorporarse a tal sub-subsección. Por otro lado, se nos volvió a insistir, como en el caso del líder, en que se trata de una sub-subsección con un alto porcentaje de capacidad ociosa. 106/

En cuanto al plantel operario el caso es similar al de la firma líder a comienzos de los sesenta: no contratan gente calificada sino que, salvo puestos claves, la mano de obra que ingresa tiene poca experiencia previa (y ninguna en máquinas-herramienta). Esta afirmación es en parte verificada por la corta edad promedio del plantel operario, que oscila entre los 25 y 30 años. Se manifestó que llevó varios años entrenar al plantel y que en tal actividad no recibieron ningún tipo de ayuda estatal.

Por su parte, el aprovisionamiento de las partes fundidas es resuelto al comienzo comprando a pequeñas fundiciones de bajos niveles en precio de venta y calidad del producto. Luego cuando se decide mejorar el producto (y en especial introducir un nuevo tipo de bancada que es la pieza fundida más importante) se enfrenta el problema de calidad-precios que parece ser una constante para todos los productores del sector. Por un lado, las fundiciones pequeñas tienen problemas de calidad y entrega del producto; por otro, las fundiciones de mayor envergadura están asociadas a ramos del sector metalmeccánico que realizan grandes compras y, por lo tanto, no reciben pedidos pequeños (o si lo hacen es a precios unitarios elevados). Basándose en estos hechos, la firma justifica su decisión de haber sustituido a los pequeños fundidores por una fundición 'cautiva' que fue instalada en una zona cercana a la planta en sociedad con otra persona (50%), y cuyo mayor porcentaje de producción es destinado a la firma. Otra dificultad mencionada fue la aparición de restricciones a la producción dadas por el espacio físico del taller cuando la producción se incrementó en gran medida. Para solucionar este problema se recurrió nuevamente a la creación de otras dos sociedades: una a los efectos de instalar una tornería en la zona de influencia de la planta y la otra construir un edificio en una zona industrial que permitiera allí, elaborar algunas partes de las máquinas; esto último con el objeto de mudar en el futuro -si la producción seguía aumentando- el antiguo taller al nuevo edificio. 107/

Por último, la participación de técnicos e ingenieros en las actividades de la firma a lo largo de estos años puede observarse en el cuadro siguiente.

---

106/ Este hecho pone de manifiesto la falta de especialización y de división del trabajo que todavía padece la industria de máquinas-herramienta, si la comparamos con los estándares internacionales. La existencia de alta capacidad ociosa en secciones tales como la de rectificado de engranajes son casi una constante entre las firmas del sector. Sin embargo las firmas optan por integrar esta actividad dada la ausencia de firmas que se especialicen en tales partes. Una de las futuras vías de investigación que este trabajo pretende dejar planteadas se refiere al fracaso del sector para organizar económicamente tales actividades y las causas que limitan la división del trabajo.

107/ Ambos cambios representaron modificaciones en el grado de integración de la planta original tendientes a descentralizar la producción y por lo tanto provocan un sesgo hacia arriba en nuestro índice de productividad laboral, sesgo que oscilaría entre un 10-15%, dado que las actividades descentralizadas ocupan un porcentaje similar de operarios respecto del total.

Cuadro Nº19. Personal técnico en una firma argentina de máquinas-herramienta

AÑO	INGENIEROS Y TECNICOS	TIPO DE PERSONAL TECNICO	
		PRODUCTO	PROCESO
1970	1	Ingeniero afectado a tareas de diseño y programación	Control de calidad efectuado por capataz de planta
1971	2	idem	Técnico en programación
1972	2	idem	idem
1973	3	1 dibujante técnico	idem
1974	3	idem	idem
1975	4	1 dibujante técnico	idem
1976	5	idem	Técnico control de calidad
1977	9	idem	Ingeniero control calidad Técnico control calidad Ingeniero métodos Técnico métodos
1978	9	idem	idem
1979	6	Se retira un dibujante	Se retiran ingeniero y técnico métodos

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

En el cuadro se observa un desarrollo de la capacidad de diseño anterior a la introducción de elencos de ingeniería de procesos, los cuales ingresan especialmente en 1977 cuando la escala de la firma adquiere un volumen considerable. En este sentido no muestra una evolución muy diferente a la vista en el Cuadro 15 del capítulo anterior referido a la firma líder. La reducción de personal técnico en 1979 se explica por la acentuación de las condiciones recesivas en el mercado, lo cual obligó a que las tareas de métodos (tiempos asignados de los estudios realizados en los dos años anteriores) y control de calidad quedaran en manos de 1 ingeniero y 2 técnicos. Al parecer, el interés de la firma era el de constituir planteles estables pero ello se dificultó en 1979 por la caída de la producción.

En resumen, hemos visto brevemente el caso de una nueva firma que surge al mercado de tornos paralelos reflejando un extremado dinamismo en su evolución. Los cambios en producto y proceso se suceden durante el período reflejando también una evolución tecnológica relativamente rápida.

De la información presentada también surgen un conjunto de diferencias y similitudes con respecto al caso de la firma líder. Entre las diferencias se destacan aquéllas que son producto de diferentes paquetes de información tecnológica manejados por cada una de las firmas: el tipo de producto, las características del proceso productivo y la organización de cada unidad productiva aparecen como bien distintos. En este sentido, estas diferencias están acentuadas muchas veces por el tipo de solución pragmática que los empresarios de esta industria aplican a problemas diversos.

Las diferencias en el paquete de información en diseño del producto es, sin duda, claro entre firmas. En el caso de la firma líder observamos un ciclo de maduración desde copia a diseño propio y el papel determinante que juega la disponibilidad de skills técnicos. El camino recorrido por la firma competidora es distinto dado su reciente nacimiento y la mayor rapidez con que se incorporan elementos de diseño ya aprobados por los usuarios. La brecha entre ambas firmas en materia de capacidad de ingeniería es elevada si se tienen en cuenta las máquinas especiales; no obstante en el producto estandar las diferencias de calidad se han ido cerrando en el tiempo.

En el área del proceso se observan diferencias en el equipamiento y en la forma en que son organizadas las tareas de aprovisionamiento de materias primas. El equipamiento de la firma competidora se realizó en gran medida sobre maquinaria de segunda mano. La necesidad para la firma competidora de incrementar su volumen de producción la llevó a organizar de una manera muy particular su relación con proveedores y a descentralizar tareas en sociedad con otros productores. Aquí también se dan cita algunas similitudes respecto de la firma líder (y demás firmas de la industria) en lo referente a la creación de una fundición 'cautiva' y a la de integrar etapas importantes del proceso como la elaboración interna de engranajes.

También, la estructura de la propiedad impone diferencias en la organización de las actividades productivas, la capacidad financiera y el acceso al crédito, la disponibilidad de información técnica proveniente del exterior y la comercialización interna y externa de los productos.

#### IV.3 Performance y dinámica competitiva en líder y competidor.

El propósito de esta sección es la de analizar más de cerca la performance relativa del seguidor respecto al líder, y el impacto de la aparición y crecimiento de la nueva firma sobre la estructura del mercado de tornos en la década del 70.

En primer lugar, presentamos el siguiente cuadro que compara producción total y productividad del trabajo en cada una de las firmas.

Cuadro N°20. Índices de Producción y Productividad Laboral en dos firmas de la industria argentina de máquinas-herramienta. 1971-79

Índices Año	Producción Total (Tn)		Productividad (Tn/horas trabajadas)	
	Líder	Competidor	Líder	Competidor
1971	100,0*	5,2	100,0*	25,0
1972	98,9	6,7	101,1	24,1
1973	112,9	20,3	113,3	61,6
1974	108,2	39,2	112,1	76,4
1975	102,7	43,2	109,8	85,4
1976	114,3	59,7	121,4	121,1
1977	107,2	87,8	112,8	139,2
1978	114,7	78,6	118,0	105,9
1979	...	61,2	...	100,3

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

Nota \*: El resto de los números de esta serie (tanto en líder como en competidor) se miden sobre esta cifra base.

Allí hemos tomado como base (igual a 100) los valores de producción y productividad del líder para 1971 a los fines de poder comparar la performance relativa de cada uno. De este modo, en 1971 la producción y productividad de la firma seguidora eran cifras que constituían un 5,2% y un 25% respectivamente, respecto de los mismos valores de ese año para el líder.

Para 1971, la producción y productividad laboral en la firma líder habían alcanzado valores bastante alejados respecto del año 1960. Tomando datos del cuadro 9 del capítulo II observamos que en 1971 la producción y la productividad laboral eran un 306,1% y 113,7% respectivamente superiores a los valores registrados en 1960. Por otra parte, según nos muestra el cuadro referido, a partir de 1971, estas cifras crecen más lentamente.

Lo que resalta a primera vista en el cuadro aquí presentado es la velocidad con que, en pocos años, el competidor se acerca al líder. El punto culminante

de dicho acercamiento es el año 1977 en el cual la producción en toneladas del competidor alcanza al 82% de la del líder y la productividad del trabajo resulta ser superior. A partir de 1977 las cifras para el competidor caen nuevamente.

A pesar de que los datos de producción en peso ocultan diferencias de calidad entre las dos series de producción, y por lo tanto subestiman la diferencia existente entre las firmas (respecto de los valores obtenidos de haber utilizado valor agregado o valor de la producción); nos dan de todos modos una idea bastante aproximada del fenómeno de acercamiento que queremos describir.

Una de las diferencias importantes, para una más adecuada medición de performance relativa, resulta del hecho de que la firma líder elabora tornos paralelos y máquinas especiales, estas últimas de muy superior calidad respecto de los primeros. Por este hecho, para percibir más adecuadamente el impacto en el mercado del surgimiento del competidor intentaremos medir la producción relativa de tornos paralelos en ambas firmas.

El cuadro N°21 nos muestra la producción de tornos paralelos pequeños, medianos y pesados elaborados por cada firma.

Dicho cuadro está expresado en números índices con el objeto de ocultar información confidencial, siendo todas las cifras expresadas respecto a la base (100) dada por la primera cifra de la columna (3).

El cuadro presentado muestra con claridad que el crecimiento de la firma competidora se concentra en el segmento de modelos medianos, mientras que el líder mantiene un output mix más diversificado.

Obsérvese que el volumen de unidades de tornos medianos elaborados por ambos productores se duplica merced al incremento de la producción del competidor, quedando por lo tanto la producción total dividida en partes más o menos iguales para fines del período.

Por su parte, la evolución de la producción en el segmento de tornos pequeños, que presenta oscilaciones importantes a lo largo del período muestra que la firma competidora no se introduce en dicho segmento. <sup>108/</sup> Asimismo, el segmento de tornos pesados registra un avance en la producción de ambas firmas, donde el líder mantiene una leve superioridad en el número de unidades producidas.

Dado que la competencia entre ambas firmas se dió con mayor fuerza en el segmento de modelos medianos intentamos a continuación observar el grado de competencia por tipo de productos en ese segmento. Así construimos un cuadro similar al anterior agrupando de a dos los modelos medianos que compiten entre sí (el T-190 con el TP-200, etc.). Los resultados se presentan en el cuadro N°22 donde adoptamos una metodología similar a la empleada para constuir el cuadro anterior.

---

<sup>108/</sup> En realidad, no sabemos exactamente si tal situación se debió a un fracaso del modelo TP-180 o a una decisión de la firma de volcarse hacia el segmento mediano dadas las condiciones de la demanda. Según los datos, el mercado de tornos medianos es el de mayor tamaño y el más estable de los tres.



Cuadro N° 21. Indices de producción por tipo de modelos en dos firmas argentinas de máquinas-herramienta. 1971-1978  
(en unidades)

AÑO	MODELOS PEQUEROS			MODELOS MEDIANOS			MODELOS PESADOS		
	(1) LIDER Modelos T-160, T-180	(2) COMPETIDOR Modelo TP-180	(3) TOTAL (1)+(2)	(4) LIDER Modelos T-190, T-220 T-250	(5) COMPETIDOR Modelos TR-200, TR-230 TP-250	(6) TOTAL (4)+(5)	(7) LIDER Modelos T-280, T-300 T-350, T-400	(8) COMPETIDOR Modelos TP-300, TP-350 TP-400	(9) TOTAL (7)+(8)
1971	100	0	100*	164	12	176	3	2	5
1972	126	0	126	142	18	160	12	0	12
1973	154	11	165	131	49	180	25	4	29
1974	112	0	112	148	112	260	25	5	30
1975	64	0	64	161	112	273	21	10	31
1976	59	0	59	131	147	278	47	13	60
1977	56	0	56	137	218	355	40	14	54
1978	43	0	43	170	157	327	38	29	67

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

\* : Todas las cifras del cuadro son índices, cuya base es la primera cifra de la columna (3).

Cuadro N° 22. Indices de producción por tipo de modelos (tornos paralelos medianos)  
de dos firmas argentinas de máquinas-herramienta. 1971-1978.

ANO	(1) LIDER Modelo T-190	(2) COMPETIDOR Modelo T-200	(3) TOTAL (1)+(2)	(4) LIDER Modelo T-220	(5) COMPETIDOR Modelo T-230	(6) TOTAL (4)+(5)	(7) LIDER Modelo T-250	(8) COMPETIDOR Modelo TP-250	(9) TOTAL (7)+(8)
1971	90	10	100*	69	6	75	92	2	94
1972	77	8	85	58	14	72	83	6	89
1973	78	32	110	35	33	68	88	9	97
1974	103	80	183	58	64	122	66	27	93
1975	68	60	128	118	43	161	60	69	129
1976	61	60	121	77	65	142	62	99	161
1977	122	74	196	34	97	131	54	162	216
1978	136	52	188	70	54	124	54	134	188

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

\* : Todas las cifras del cuadro son índices, cuya base es la primera cifra de la columna (3).

Dicho cuadro nos permite apreciar que la presencia del competidor se localizó con mayor fuerza en un tipo de modelo específico (el modelo de 250 mm. de altura s/bancada). En el modelo de 190/200 mm. la firma competidora alcanzó hacia fines del período a cubrir alrededor de un tercio de las unidades producidas por las dos firmas. En el modelo de 220/230 mm. dicho porcentaje se eleva a aproximadamente la mitad (en promedio para los últimos años). Mientras que en el modelo de 250 mm. la firma competidora llegó a producir casi las tres cuartas partes del total producido por ambas firmas. La concentración de la producción de la firma competidora en el segmento de tornos paralelos medianos, entre modelos muy cercanos en tamaño que cuentan con un elevado porcentaje de partes comunes; pero especialmente en un tipo de modelo (TP-250), sin duda ha beneficiado la eficiencia de la producción e influenciado por tal motivo la rapidez con que crece la productividad.

Obsérvese por ejemplo los siguientes porcentajes que expresan el número de unidades TP-250/total de unidades producidas por la firma competidora.

1971	11%	1974	15%	1977	46%
1972	20%	1975	36%	1978	47%
1973	10%	1976	79%	1979	45%

En cambio la firma líder mantiene un output mucho más diversificado, no sólo en tornos paralelos sino también a causa de la producción de máquinas especiales.

En resumen los cuadros presentados nos dan una idea de la performance relativa de líder y competidor así como del impacto que sobre el mercado de tornos tiene la nueva firma. A un nivel agregado los índices de producción total y de productividad del trabajo revelan el dinamismo de la firma competidora, la que hacia fines del período se acerca a los valores del líder. A un nivel más desagregado hemos podido observar que el impacto de la aparición del competidor se localiza en segmentos del mercado más concretos y específicamente en modelos de cierto tamaño.

A esta altura, aparecen un conjunto de interrogantes que merecen ser considerados. En términos generales ¿cómo se explica el éxito obtenido por la nueva firma?; ¿cuáles han sido las conductas seguidas (al menos implícitamente) en este período por líder y competidor?. A un nivel más concreto ¿qué papel juega la conducta innovativa en producto y proceso en los resultados aparentes de esta situación?

Un primer punto que conviene tener presente se refiere a las condiciones de demanda elevada para la primera mitad de la década. En el siguiente cuadro N°23 puede verse que el crecimiento del Producto Bruto Industrial, del sector metalme-cánico y de la industria automotriz alcanzaron valores elevados para los primeros años de la década, oscilando a partir del año 1975. Por otro lado, no disponemos de series muy confiables sobre la producción (en valor o peso) de máquinas-herramienta y tornos, salvo las provistas en el cuadro 1 del capítulo I expresadas en unidades, que por otro lado no parecen estar acordes con el crecimiento de las otras series para el período 1970-74. (En especial, la serie de unidades producidas de tornos entre 1972-1975 vistas en dicho cuadro parece estar sesgada hacia abajo). Otro hecho que confirmaría que la primera mitad de la década registró una fuerte demanda por máquinas-herramienta lo constituye las series de exportaciones, mostradas en el presente cuadro.

Cuadro N° 23. Producto bruto industrial, producto metalmecánico, producción automotriz y exportación de máquinas-herramienta en la República Argentina. 1970-1979.

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	Producto bruto industrial	Producto sector metalme- cánico Agrupación 38 CIU	Valor Producción automotriz (millones pesos de 1970)	Exportacio- nes de tor- nos	Exportacio- nes de má- quinas-he- rramienta
AÑO	(índices)	(índices)	(índices)	(miles U\$S)	(miles U\$S)
1970	100,0	100,0	100,0	365	2041
1971	109,6	115,3	115,4	680	3497
1972	116,2	123,7	124,3	458	1980
1973	123,6	136,7	133,6	...	...
1974	131,1	145,6	130,3	1896	6650
1975	127,4	134,1	109,2	1518	9485
1976	121,7	129,0	88,1	2964	8169
1977	126,8	143,0	107,2	2232	9212
1978	116,8	122,8	81,9	1125*	5000*
1979	129,6	144,4	115,0	...	...

Fuentes: (1) y (2) Banco Central de la República Argentina. Gerencia de Inv. y Est. Económicos. Estimaciones trimestrales sobre oferta y demanda global, 1980.

(3) Información Sectorial

(4) y (5) Instituto Nacional de Estadística y Censos, Argentina

\*: Estimado para el primer semestre del año.

En estas condiciones de alta demanda, la empresa líder optó por no expandir su capacidad productiva, dejando lugar para la rápida expansión de la firma competidora. Cabe notar que la decisión de líder fue tomada en condiciones de casi plena utilización de su capacidad: 109/ dada la localización urbana de la planta ésta no podía ser ampliada y un aumento de la capacidad en estas condiciones requeriría la descentralización de ciertas etapas del proceso o la relocalización de la planta. Al parecer, la percepción de los directivos de la firma sobre el aumento de la demanda no fue interpretado como un cambio permanente, ni tampoco justificaba las importantes inversiones que debieran haberse realizado. 110/

Esta actitud traería consecuencias desfavorables para la firma líder, años más tarde, en el mercado de tornos paralelos. No obstante, conviene tener presente la amplia diferencia que separaba a la firma líder de sus competidores en materia de calidad del producto. Estas diferencias eran tales, que el producto de la firma líder no tenía en realidad sustitutos verdaderos que pudieran hacerle perder ventas en los 'nichos' en que la firma tenía casi exclusividad. Estos otros productos eran de calidad muy inferior y no podían ingresar a los sectores usuarios que la firma líder abastecía. De este modo, con una calidad netamente superior y una demanda 'esperada' creciendo muy lentamente, la actitud de la firma ante la expansión de algunos submercados fue la de abandonar a los competidores, segmentos de menor calidad y precio, concentrándose hacia los de mayores ingresos en los cuales tenía un liderazgo absoluto.

Nótese que arriba hablamos sólo de tornos paralelos, pero tales movimientos aparecen más nítidos si tenemos presente la supremacía de la firma en máquinas especiales y su intención de moverse hacia máquinas de mayor sofisticación como el control numérico.

La nueva firma surge en plena etapa expansiva del ciclo, desde prácticamente un valor cero, siguiendo un camino muy idiosincrático: arrancando con un producto viejo al que se modifica de acuerdo a las posibilidades de un proceso productivo establecido sobre equipos de segunda mano, mano de obra en el inicio del proceso de aprendizaje y una organización pragmática. ¿Por qué fue esta firma, y no otra de las ya establecidas la que logra llenar el exceso de demanda? La respuesta debe encontrarse sin duda en la capacidad innovativa -en especial en el área del producto- y en la velocidad de respuesta de las firmas a condiciones cambiantes en el mercado. Como vimos, la rapidez con que la firma nueva logra 'innovar' introduciendo a un producto nuevo características de mayor calidad, ya introducidas por el líder una década antes, le permitirán también separarse del resto de los otros constructores. Hasta 1975 su producto parece estar muy lejos en calidad del respectivo producto del líder; sin embargo, las mejoras introdu-

---

109/ Según valores calculados en el cuadro A-7 del apéndice, el porcentaje de capacidad no utilizada osciló para la década del 70 entre un 0-15%.

110/ Debe notarse que nos referimos a la percepción de los directivos de la firma y no a la de la firma comercializadora o el consorcio propietario. Este último, a comienzos de la década, propuso a consideración de los directivos de la firma la posibilidad de trasladar la planta a una zona industrial con el objeto de ampliar la capacidad. La respuesta de la dirección fue negativa puesto que según ellos tal decisión no se justificaría en términos económicos.

cidas poco a poco se perfeccionan y líder y competidor ya empiezan a competir en productos y precios en tornos paralelos más allá de 1977. 111/

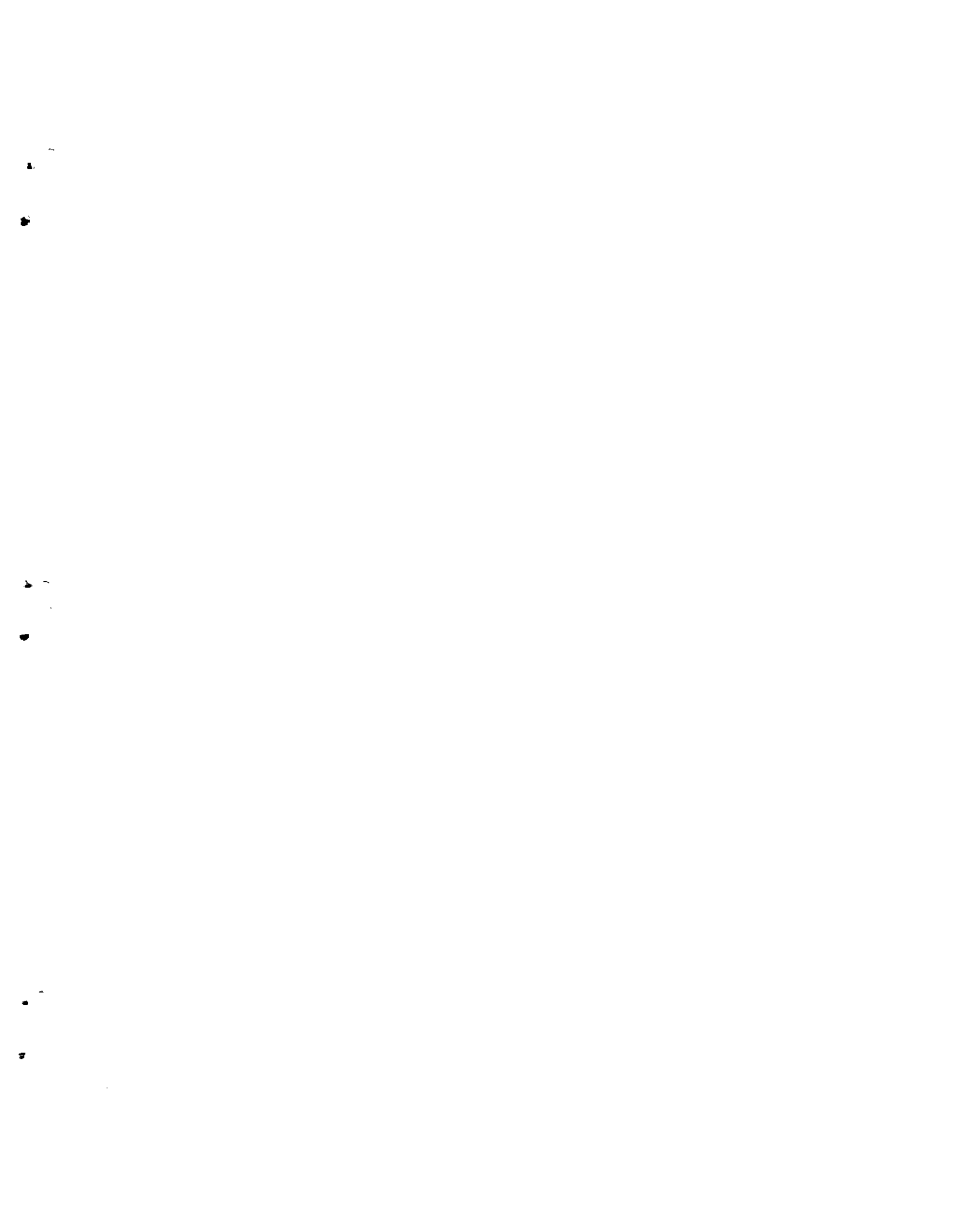
Los párrafos anteriores evidencian que las actitudes o conductas innovativas de las firmas constituyen un lugar central en el conjunto de acciones que toma cada una y tienen especial importancia para determinar los cambios en el mercado.

La breve historia del competidor nos muestra dos hechos importantes en este sentido. Primero, cuando hablamos de su éxito en términos del producto, nótese que no se trata simplemente de decir que hubo un cambio de calidad, sino que detrás del mismo estuvieron presentes un conjunto de esfuerzos innovativos en producto, proceso y organización que determinaron tales cambios. Segundo, dichos esfuerzos tienen a su vez rasgos propios entre los que destacamos: i) el aspecto idiosincrático de la incorporación y generación de tecnología y de los skills implicados en tales cambios y ii) la naturaleza evolutiva y, más específicamente, acumulativa del conocimiento adquirido por la firma en el tiempo.

En el líder, por su parte, se vislumbra la estrategia de innovar introduciendo nuevos productos y mantener de este modo su liderazgo en el mercado de tornos.

---

111/ No hemos podido recabar información exacta, pero no obstante tenemos los precios de algunos productos competitivos del líder y del competidor para 1975, los que difieren en un 30% en favor del primero. Según información oral estos precios tendieron a converger a partir de 1977 y en diciembre de 1979 eran prácticamente iguales.



Se terminó de imprimir en:  
CENTROCOP S. R. L., Cerrito 270-C. Fed.  
el día 26 de Mayo de 1.981-  
HECHO EL DEPOSITO QUE MARCA LA LEY Nº11.723-



