

## La nueva fuerza de trabajo en México: equipos de trabajo y eficiencia en las plantas automotrices de exportación

José Carlos Ramírez\*

*En este trabajo se analizan los principales cambios microeconómicos experimentados por las plantas automotrices de exportación del norte de México que usan sistemas de manufactura "Justo a tiempo" (JAT) o "Control de Calidad Total" (CCT). Estos cambios se estudian por medio del impacto que tienen los equipos de trabajo (ET) en los niveles de eficiencia de las plantas que adoptan dichos sistemas.*

*La hipótesis principal de este trabajo es que los beneficios derivados de utilizar ET —y, más generalmente, de aplicar JAT o CCT— están correlacionados con el nivel de automatización, la propiedad del capital, el tipo de proceso, el producto, la edad y la flexibilidad de la planta.*

El presente trabajo analiza los principales cambios microeconómicos experimentados por las plantas automotrices del norte de México que aplican sistemas de manufactura "Justo a Tiempo" (JAT) o de "Control de Calidad Total" (CCT). Estos cambios se explican por medio del uso diferencial de los llamados equipos de trabajo (ET) en el proceso productivo, por considerar que éstos constituyen el mecanismo básico por el cual una planta que ha puesto en práctica los sistemas JAT o CCT mejora sus índices de eficiencia.

Nuestro análisis se centra en los tres complejos automotrices flexibles de Estados Unidos que se encuentran ubicados en el norte del país desde 1979, debido a su preeminente papel en la actual transformación de las manufacturas mexicanas.<sup>1</sup> El uso intensivo de sistemas JAT/CCT por parte de estos complejos les ha permitido alcanzar los grados más altos de productividad y calidad en el mercado automotriz de toda América del Norte (Ramírez, 1994, 1995).

El presente artículo se divide en dos secciones. La primera se refiere a la importancia de los ET en la reestructuración de las plantas exportadoras. La segunda muestra cómo los beneficios derivados de utilizar ET, y de modo más general de introducir sistemas JAT/CCT, se correlacionan con el grado de automatización, el origen del capital, los tipos de proceso y producto, la edad de los trabajadores y la flexibilidad de la organización en la planta.

\* División de Economía, Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE).

<sup>1</sup> General Motors, Ford y Chrysler son comúnmente conocidas como las Tres Grandes. Su notable desempeño exportador en los últimos 15 años le ha permitido a México convertirse en uno de los países en desarrollo más orientados al exterior (Ramírez y Unger, 1996).

El propósito de ambas secciones es apoyar nuestra hipótesis, la cual plantea que los índices de eficiencia de las plantas que aplican los sistemas JAT/CCT están fuertemente determinados por las variables arriba mencionadas. Para demostrar los efectos diferenciales sobre la reestructuración de las plantas, se ha incluido un análisis multivariado de medias poblacionales, así como un estudio sobre la eficiencia de las plantas encuestadas más representativas. La información para el análisis estadístico se extrapola de un cuestionario aplicado a 27 gerentes de empresas automotrices ubicadas en el norte de México,<sup>2</sup> así como de revistas y documentos corporativos internos.

#### **La importancia de los equipos de trabajo en la instrumentación de los sistemas JAT/CCT**

Como ha sido ampliamente demostrado por los especialistas (véase, por ejemplo, Kaplinsky y Posthuma, 1994), no hay manera de instrumentar adecuadamente los sistemas JAT/CCT sin alterar las funciones tradicionales de la fuerza de trabajo en el área de producción. La sustitución de las prácticas laborales rígidas por una organización flexible, dirigida a ampliar las responsabilidades de los trabajadores en la fábrica, es esencial para el buen funcionamiento de esos sistemas.

Tal sustitución ha sido impulsada desde inicios de la década de los ochenta por un grupo de plantas automotrices que han basado su reestructuración interna en los equipos de trabajo. Mediante esos equipos, las plantas (predominantemente estadounidenses y orientadas a la exportación) han inaugurado una nueva era en las relaciones laborales de México al: 1) negociar nuevos acuerdos laborales con los sindicatos y reducir el escalafón salarial de docenas de categorías a una simple categoría; 2) impulsar el desarrollo de nuevos sistemas de control y consenso para integrar más estrechamente los objetivos de los trabaja-

<sup>2</sup> La muestra incluye cinco plantas de ensamble y de motores y 22 productores de "componentes principales" (cinco de ellos son maquiladoras pertenecientes a las Tres Grandes). El número de plantas estudiadas corresponde, respectivamente, a 100 y 72% de las ensambladoras y proveedoras estadounidenses que operan como plantas orientadas al exterior, y a 50% de las mayores proveedoras mexicanas establecidas en el norte del país en ese momento (para mayores detalles técnicos sobre esta muestra, véase Ramírez, 1995). Ésta es la muestra más grande sobre el sector jamás levantada en México, así que permite hacer generalizaciones sobre aspectos de la industria automotriz que recibieron poca atención en el pasado.

dores a los de la empresa, y 3) construir una nueva organización del trabajo basada en la multicalificación y multicapacitación, nunca antes vista en el país.

Con estas modificaciones las plantas automotrices de exportación han logrado incrementar su eficiencia; reducir sus costos variables, tiempos muertos y ausentismo; y en particular, han podido enfrentar con ventaja los cambios en la demanda de sus productos (Shaiken, 1994). Estas ventajas no han sido, sin embargo, asimiladas por todas las plantas, ya que algunas no han enfrentado con la misma decisión las nuevas reglas del trabajo flexible. Existen casos documentados, incluso para plantas tan modernas como la Ford-Hermosillo, donde los conflictos laborales han surgido debido a que los sistemas de pago y evaluación no han sido transparentes (Carrillo, 1993). Las huelgas o paros técnicos que han proliferado en todas las plantas en los últimos años son una prueba de que la abolición de algunas prerrogativas (tales como la antigüedad) y el debilitamiento de los sindicatos, no pueden considerarse como procesos terminados (Arteaga, 1992).

Independientemente de estos hechos, lo relevante es que los ET son una de las bases de la nueva estructura de relaciones industriales en la industria automotriz mexicana (IAM) (Sandoval, 1990; Shaiken, 1990 y 1994). Sin ellos sería muy difícil poner en práctica las técnicas del JAT/CCT, porque no habría medio alguno para integrar las tareas en grupo. De aquí que para entender más claramente su importancia, resulte conveniente comenzar por mostrar sus características comunes en las plantas automotrices.

#### *Características comunes de los equipos de trabajo en los complejos automotrices de las Tres Grandes*

Dentro de las plantas de exportación de la industria automotriz mexicana (IAM), los ET son conocidos como células básicas –en Ford– o como unidades de responsabilidad –en GM y Chrysler–, de los sistemas de organización sociotécnicos (información obtenida con base en entrevistas a profundidad). La característica distintiva de estos sistemas reside en el énfasis que se aplica sobre las relaciones no burocráticas, así como en la influencia de los elementos culturales y sociales para explicar el éxito de la instrumentación del JAT/CCT (cuadro 1).

Cada equipo de trabajo está compuesto por grupos que incluyen entre 8 y 20 trabajadores por celda, generalmente agrupados en dos

**CUADRO 1**  
**Algunas diferencias entre el sistema sociotécnico aplicado en las Tres**  
**Grandes del norte de México y el sistema tradicional de relaciones industriales**

<i>Tradicional</i>	<i>Sociotécnico</i>
Énfasis en la ejecución individual de las tareas	Uso frecuente de equipos de trabajo como "unidades de responsabilidad" o células básicas del proceso productivo.
Asignación de tareas fijas	Definición flexible de las responsabilidades para enfrentar cambios.
Estructura organizativa con un comando jerárquico del control	Estructura organizativa basada en el consenso y la influencia mutua.
Coordinación y control basados en reglas y procedimientos	Coordinación y control basados en objetivos, valores y tradiciones comunes.
Énfasis en el rango como medio para reforzar la jerarquía	Énfasis en la solución mutua de los problemas. Diferencia mínima de jerarquías.
Pago según el desempeño	Pago según habilidades y nivel de conocimientos.
Variables (errores) controladas por supervisores y especialistas	Variables (errores) controladas por grupos autónomos desde la fuente.
Conducta individual controlada por medios coercitivos	Sistema de empleo diseñado para lograr a la vez las metas de la compañía y del trabajador.

Fuente: Documentos corporativos internos de GM, Chrysler y Ford.

formas dominantes (líneas en forma de U y "espalda con espalda"). Las celdas están distribuidas en un espacio físico independiente y en ellas los trabajadores comparten tareas comunes de acuerdo con una división del trabajo que depende del producto que elaboran y no es establecido por funciones específicas. No todos los ET usan equipo complejo. De hecho, con excepción de las áreas de pintura, soldadura o ensamble, la mayoría de los trabajadores usa maquinaria y herramienta con cuyo funcionamiento está familiarizada.

Los miembros de los ET son conocidos como "técnicos" o "técnicos universales" y ésta es la única categoría existente para los trabajadores. El líder del grupo, llamado "supervisor" o "coordinador técni-

co”, es escogido por el resto del equipo atendiendo generalmente a su capacidad técnica o su liderazgo moral. Esta posición se va rotando entre los demás miembros del equipo y sus principales funciones consisten en coordinar las actividades y sustituir a los miembros ausentes (cuadro 1). Fuera de la celda de trabajo, los supervisores sirven de enlace entre los ET y los especialistas (que a su vez controlan más de dos celdas) en aquellos casos en los que las actividades no se ajustan a los planes originales.

La gran autonomía de los ET, resultado de la separación de actividades, obliga a los miembros a asumir un buen número de responsabilidades relacionadas con la calidad del producto, el proceso de manufactura, la programación y control de las cargas de trabajo y los objetivos de la organización (Sandoval, 1990). Esto favorece el desarrollo de una microestructura dentro de los ET que sustituye a la línea de dirección jerárquica de las plantas tradicionales (cuadro 1).

En lo referente a la calidad, los ET son responsables de revisar y analizar los indicadores de rechazo y aceptación establecidos por los manuales de las Tres Grandes. La tarea se desarrolla mediante un monitoreo constante del proceso productivo que incluye la aplicación del control estadístico del proceso, las llamadas “siete técnicas” y el análisis de métodos y fallas (diagramas de Ishikawa, etcétera). El cumplimiento de las especificaciones de calidad es esencial a lo largo de las diferentes etapas del proceso, por lo que los ET deben observar a pie juntillas todas las recomendaciones del departamento de ingeniería sin desviarse de las normas de tolerancia previamente especificadas.

Para garantizar los estándares de calidad requeridos por las plantas, los miembros del ET son capacitados para cubrir cualquier función en la celda de trabajo a fin de controlar todo el proceso de manufactura, pues de otra manera les sería imposible resolver los imprevistos en forma autónoma (como por ejemplo, los problemas relacionados con cambios de modelos o con sobrecarga). Esto obliga a los miembros del equipo a rotarse en los diferentes puestos de la celda de trabajo de manera más o menos periódica. En la mayoría de las plantas el entrenamiento inicial de los trabajadores incluye una rotación por todos los puestos de la fábrica durante un año.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> La rotación se completa con programas de capacitación formal que se ofrecen al trabajador en el momento de su ingreso a la planta y que continúan a lo largo de su carrera. La intensidad de la capacitación varía de una planta a otra así como de una

En virtud de que los ET son responsables de controlar sus propias cargas de trabajo, los trabajadores están sujetos a un estricto plan de autodisciplina y regulación. La manera más común para regular la actividad conjunta del ET es la discusión abierta de los problemas en reuniones grupales.<sup>4</sup> En esas reuniones los supervisores estructuran la agenda sobre la base de los problemas presentados por los trabajadores y promueven su solución en forma conjunta. Uno de los puntos críticos de estas discusiones es la conexión con las celdas adyacentes y, en particular, con las celdas que son los “cuellos de botella” del proceso de manufactura. Estas celdas están ubicadas por lo general en las etapas iniciales de la línea de ensamble y, debido a las grandes dificultades técnicas inherentes a su funcionamiento, están integradas por los trabajadores más calificados.

Para asegurar una distribución uniforme de las cargas de trabajo, los supervisores se rigen por los criterios de *sincronización y equilibrio* implícitos en la aplicación de los sistemas JAT/CCT (para una mayor discusión sobre este punto, véase Ramírez, 1995). Según estos principios los productos son elaborados de acuerdo con el ciclo de la demanda y no con el de la máquina. Los grados de productividad, el tiempo de preparación de la línea (*setup time*), el tiempo de producción (*throughput time*) y el tiempo de entrega, son críticamente dependientes del número de artículos demandados. De aquí que la eficiencia de los ET se mida por su capacidad para cumplir a un *mis-mo ritmo* las metas de producción prescritas en las órdenes de demanda.

---

celda de trabajo a otra. Después de la capacitación formal, el mismo equipo de trabajo adiestra a sus miembros y participa en la selección y evaluación de nuevos trabajadores. De hecho, esta capacitación es una fuente constante de habilidades que permite a los técnicos resolver de manera autónoma los problemas urgentes, reducir los riesgos al hacer cambios de modelos, dar mantenimiento al equipo y mejorar las medidas de seguridad de la planta.

<sup>4</sup> La discusión en estas reuniones fomenta la solución a los problemas de producción, en particular cuando el trabajador se encuentra sobrecargado o es incapaz de resolver individualmente un problema. Estas reuniones permiten al grupo actuar conjuntamente en la solución de problemas. Dado su carácter colectivo, los equipos de trabajo mantienen un estricto control de asistencia sobre los miembros para evitar que el ausentismo afecte la calidad o productividad de la celda; el supervisor controla esos mecanismos y está encargado de informar a la administración respecto a las ausencias, así como de proporcionar las evaluaciones sobre el desempeño de los trabajadores. Los ascensos y compensaciones salariales de cada miembro del equipo de trabajo se basan en el registro presentado por el supervisor a la administración, como se indica en el cuadro 1.

De todo esto podemos concluir que los ET tienen la función de asegurar que la producción se lleve a cabo sincronizadamente dentro y fuera de las celdas, conforme a un esquema de mejoramiento continuo. Esto implica que los miembros deben mejorar la flexibilidad de la línea (por medio de la reducción del tiempo de preparación entre modelos), así como los grados de eficiencia (por medio de la reducción del tiempo de entrega o de producción) a un ritmo que no provoque desequilibrios en la organización del proceso productivo.

#### *Diferencias en la utilización de los equipos de trabajo*

Los ET no juegan, sin embargo, el mismo papel en todas las plantas entrevistadas, ni realizan siempre las mismas funciones. La descripción anterior de éstos se ajusta más bien a la organización de las plantas ensambladoras que a la de las plantas proveedoras. En el cuadro 2 se puede ver que 95% de las operaciones llevadas a cabo en las plantas de motores y de ensamble se realiza por ET. En el caso de los proveedores el porcentaje es inferior (58%) y los ET tienen menor responsabilidad en el proceso productivo, ya que intervienen de manera limitada o restringida. Esto se debe en gran medida al distinto peso relativo de cada planta dentro de la estrategia organizativa de la corporación.

De acuerdo con Johnson (1988), una subsidiaria tiene mayor probabilidad de adoptar una organización flexible si su oficina matriz practica una estrategia de "administración centrada". Conforme a esta estrategia la matriz retiene el control organizativo de toda la corporación sin limitar la autonomía tecnológica de aquellas subsidiarias que mantienen sólidas posiciones competitivas en los mercados. La lógica de este comportamiento se explica por la necesidad que tienen las empresas transnacionales de reducir sus costos de transacción mediante la concentración de sus plantas tecnológicamente más avanzadas en dichos mercados.

Si la matriz considera que sus principales ventajas competitivas consisten en centralizar las actividades vinculadas con el diseño de los procesos y productos, la subsidiaria tendrá entonces menores oportunidades de adoptar técnicas flexibles. En tal caso, la matriz procurará mantener las operaciones de alta tecnología en su lugar de origen, dejando las tareas más simples a la subsidiaria. Las plantas

**CUADRO 2**  
**Diferencias en la utilización de equipos de trabajo en las plantas**  
**automotrices del norte de México**

<i>Planta</i>	<i>Grado de auto-matización</i>	<i>Tipo de estandarización (producto)</i>	<i>Número de ET en todos los turnos</i>	<i>Porcentaje de operaciones basadas en ET</i>	<i>Tipo de intervención de ET en la producción</i>
Ford-Hermosillo	Alta tec.	Bajo	74	100	Extensiva
Ford-Chihuahua	Alta tec.	Medio	63	95	Extensiva
GM-Ensamble	Baja tec.	Bajo	172	95	Extensiva
GM-Motores	Tec. media	Medio	190	95	Extensiva
Chrysler RAC	Tec. media	Medio	154	95	Extensiva
CISA	Alta tec.	Bajo	93	90	Extensiva
CIMA	Baja tec.	Alto	32	40	Limitada
Carpplastic-Hermosillo	Alta tec.	Bajo	78	80	Extensiva
PINT PITT	Alta tec.	Bajo	4	ND	Limitada
Mortell	Baja tec.	Bajo	4	ND	Limitada
QP	Alta tec.	Bajo	4	ND	Limitada
Aurolin	Alta tec.	Bajo	4	ND	Limitada
GVO	Baja tec.	Alto	12	35	Limitada
Cifunsa	Baja tec.	Alto	133	60	Restringida
Intertrim	Baja tec.	Alto	28	30	Limitada
Metalsa-Monterrey	Baja tec.	Medio	65	30	Limitada
Metalsa-Apodaca	Alta tec.	Bajo	83	60	Restringida
Perfek	Alta tec.	Bajo	7	ND	Limitada
Nemak	Alta tec.	Bajo	68	85	Extensiva
Vitroflex	Alta tec.	Medio	59	90	Extensiva
Carpplastic-Monterrey	Alta tec.	Bajo	77	90	Extensiva
Premecna	Baja tec.	Alto	52	30	Limitada
Favesa	Baja tec.	Alto	73	40	Limitada
Coclisa	Alta tec.	Medio	54	60	Limitada
Rimir	Alta tec.	Medio	21	40	Limitada
Delredo	Baja tec.	Medio	17	40	Limitada
Deltrónico	Alta tec.	Medio	19	40	Limitada

Nota: Las plantas de motores y de ensamble usan ET en aproximadamente 95% de sus operaciones. En el caso de los proveedores esta proporción es de 85%; para mayores detalles sobre las taxonomías, véase Ramírez (1995).

ND: No disponible.

Fuente: Basada en entrevistas a profundidad.

que trabajan con este tipo de estructura son tratadas, en general, como plantas maquiladoras, con poca necesidad de transformaciones organizativas.

### La situación en las plantas de motores y de ensamble

La decisión de las Tres Grandes de instalar sistemas flexibles en el norte de México es ante todo un claro resultado de su estrategia de administración centrada, dirigida a convertir a México en el mayor centro productivo de Latinoamérica. El desarrollo de prototipos que luego son puestos en práctica en otras partes del mundo, así como la producción en México de los modelos regularmente fabricados en Estados Unidos o Canadá, son pruebas exitosas de dicha estrategia. Este nuevo papel de las filiales exportadoras de Estados Unidos ha sido fomentado últimamente por la decisión de las oficinas matrices de hacer acuerdos tecnológicos sólo con socios mexicanos familiarizados con los conceptos de "ingeniería simultánea".

Estos conceptos han involucrado tanto a ensambladores como a proveedores mexicanos en el diseño y desarrollo de productos desde 1990. El ejemplo más famoso es la coinversión celebrada entre Chrysler y seis compañías mexicanas para diseñar un motor. La asociación, que comenzó en 1990 y terminó en 1992, resultó ser tan exitosa que "[Chrysler] espera que en el futuro las empresas mexicanas encabezen el diseño de motores" (Morales, 1994: 10).

La gran atención que las matrices estadounidenses han puesto en la complejidad tecnológica de sus subsidiarias del norte de México explica a su vez las políticas de "clase mundial" en productividad y calidad de la industria automotriz mexicana (IAM). Desde 1989 la Ford-Hermosillo otorga un premio anual a los equipos de trabajo que cumplan con los requisitos del programa de mejoramiento continuo. Se otorgan premios a la calidad (por el menor número de rechazos); Kaizen (por el mejoramiento en la manufactura); Muda (por ahorro de materiales, costos y eliminación de procedimientos innecesarios), de ergonomía (mejores condiciones de trabajo), de seguridad (eliminación de riesgos para los trabajadores) y de compromiso con el trabajo (mejorar la filosofía de la planta). El mismo procedimiento se realiza en las plantas de GM y Chrysler.

### El caso de los proveedores

En las plantas proveedoras la situación es más heterogénea. Regresando al cuadro 2 podemos distinguir tres tipos de respuesta conductual en la utilización de los ET. El primer tipo está representado por em-

presas como CISA, Carplastic (tanto la de Monterrey como la de Hermosillo), Nemark y Vitroflex, cuyo uso de los ET es tan intensivo como el que realizan las cinco ensambladoras. En estas plantas el porcentaje de operaciones realizadas por los equipos oscila entre 80 y 90% e incluye completa responsabilidad en materia de productividad, calidad, innovación y seguridad en todas las áreas críticas del proceso productivo.

El papel estratégico que cada una de estas cinco plantas juega dentro de sus corporaciones es en gran medida la variable que explica su activa innovación tecnológica. La presencia de una administración central que alienta activamente las alianzas tecnológicas (en los casos de Nemark y Vitroflex), y que apoya la transferencia directa de los sistemas más avanzados de automatización de Estados Unidos a México (en los casos de Carplastic y CISA), explica en buena medida por qué estas plantas utilizan extensivamente los ET como componente principal de su modernización tecnológica. De hecho, dado que ninguna de estas plantas enfrenta impedimentos técnicos para utilizar ET, pueden considerarse, junto con las cinco ensambladoras, como las únicas usuarias extensivas de métodos de manufactura flexible (UEMMF) en la IAM. Es decir, son las únicas plantas que han llevado a cabo una reestructuración organizativa profunda en todas las esferas.

El segundo tipo de comportamiento está ejemplificado por Cifunsa y Metalsa-Apodaca, en las que solamente un bajo porcentaje de las etapas productivas son realizadas por los ET. La gran diferencia entre estas plantas y las descritas anteriormente es que aquí la inclusión de técnicas organizativas basadas en ET se restringe a ciertas áreas donde el proceso productivo puede ser técnicamente separado. Estas áreas se introdujeron recientemente para abastecer a las ensambladoras.

La introducción desigual de los ET limita la aplicación de sistemas JAT/CCT tanto dentro como fuera de ambas plantas. Los problemas técnicos con los que se enfrentan Cifunsa y Metalsa al flexibilizar sus procesos productivos explican por qué a pesar de haber mejorado sus grados generales de eficiencia en los últimos cuatro años, aún se encuentran muy lejos de satisfacer las normas de la industria en lo que se refiere a los tiempos de desarrollo y producción de algunos artículos. Debido a esto Metalsa y Cifunsa son clasificadas como usuarios técnicamente restringidos de métodos de manufactura flexibles (UTRMMF).

El último tipo de comportamiento está ilustrado por algunas maquiladoras (Deltrónico, Delredo, Coclisa, Rimir y Favesa) y plantas productoras de asientos, chasises, suspensiones, llantas, productos químicos, pinturas y tapetes (Premecna, Metalsa-Monterrey, Perfek, GYO, Aurolin, Mortell, QP y CIMA). En promedio, este grupo usa equipos de trabajo en un número selecto de operaciones que no excede 30% del total de las etapas de manufactura. Varias restricciones legales y administrativas relacionadas con el tipo de proceso explican el papel modesto que juegan los ET en estas plantas, por lo que bien pueden considerarse como usuarias limitadas de métodos de manufactura flexibles (ULMMF).

Respecto de las restricciones legales, cabe mencionar que son atribuibles al régimen fiscal en el que operan las maquiladoras. Si bien en años recientes las plantas han incorporado un mayor número de fases de manufactura, su actividad está aún en gran medida vinculada a las áreas de ensamble, mismas que requieren una intensiva especialización individual. Estas áreas están integradas por procesos altamente estandarizados que incorporan paquetes tecnológicos completos (importados de Estados Unidos), los cuales no permiten desviaciones en el diseño original. El resultado es que la participación de los ET está limitada a las fases anteriores al ensamble.

En las plantas con procesos de manufactura continua, como los proveedores de productos químicos de la Ford-Hermosillo, el tipo de producto limita la difusión de los ET. Los solventes químicos, selladores, barnices y pinturas se fabrican bajo parámetros estrictos de humedad, viscosidad y temperatura que no pueden alterarse indiscriminadamente. A diferencia de las plantas con procesos discretos donde no hay restricciones físicas o químicas en la manufactura del producto, aquí los ET no participan activamente en el proceso productivo. No pueden por ejemplo, detener el proceso en caso de falla o error sin alterar la calidad del producto. Además, hay poco lugar para innovaciones en la aplicación de cierto grupo de técnicas ya que los grados de tolerancia son muy bajos. La actividad de los ET se restringe al manejo de los materiales, supervisión de mezclas y control de parámetros.

Las restricciones administrativas que afectan a ciertas plantas interesadas en introducir estructuras basadas en ET se originan en las condiciones del contrato impuestas por las ensambladoras. Plantas como CIMA e Intertrim, por ejemplo, han tenido que abstenerse de ampliar sus operaciones en México debido a las cláusulas restrictivas de sus contratos

con Ford-Hermosillo y GM-Ramos Arizpe, respectivamente. Estas cláusulas sólo les permiten realizar un número limitado de etapas de la fabricación, no siempre adecuadas para instrumentar equipos de trabajo.

### Los resultados de la aplicación de sistemas JAT/CCT

De acuerdo con lo anterior, hay muchas razones por las cuales las plantas automotrices del norte usan equipos de trabajo en forma extensiva, restringida o limitada. Dichas razones están determinadas por el papel que desempeña la planta dentro de la organización, su tipo de producto o proceso manufacturero, las restricciones legales con las que se enfrenta y, de algún modo, el origen de su capital. Las diferencias en el aspecto tecnológico no aparecen claramente como un factor discriminatorio en la aplicación de los ET, ya que hay plantas poco automatizadas que organizan sus procesos de trabajo de manera muy parecida al de las plantas altamente automatizadas.

Lo que queda por investigar es si estas diferencias en el uso de equipos de trabajo se traducen directamente en distintos grados de eficiencia. La bibliografía respectiva no trata específicamente esta cuestión, sino más bien asume que los ET son una de las condiciones por las cuales un sistema JAT/CCT mejora los parámetros de eficiencia de una planta (Kaplinsky y Posthuma, 1994; Humphrey, 1995). Esta omisión está de alguna manera justificada, puesto que no es realista proponer una relación automática entre el uso de los ET en el área de producción y las mejoras en los rangos de calidad y productividad. Tales mejoras son resultado de factores muy diversos.

La eficiencia de una planta no puede considerarse como resultado directo de una nueva organización laboral; depende también de variables ambientales como la "edad organizativa" o de la profundidad de la reestructuración llevada a cabo por una planta. Una planta organizativamente madura puede garantizar un crecimiento más estable en productividad y calidad que otra planta infante o adolescente. Y es que dominar los principios de sincronización y los equilibrios asociados con el uso de los sistemas JAT/CCT presupone un periodo de maduración. Ese periodo puede ser muy costoso para las plantas con posiciones débiles en el mercado. Incluso hay casos en los cuales el cambio organizativo nunca pudo ser asimilado por los ET debido al reto que implicaba asimilar nuevas técnicas. De hecho, después de la reestructuración interna, dos pequeñas proveedoras de GM-Ramos Arizpe sufrieron seve-

ras pérdidas económicas. Luego se declararon en bancarrota y fueron remplazadas por una compañía más grande (Intertrim).

De modo similar, una corporación que emprende una reorganización estructural completa, utilizando equipos de trabajo en las áreas de producción y distribución, podrá registrar con seguridad mayores aumentos de productividad o calidad que una planta que restringe la aplicación de los ET al área de producción.<sup>5</sup>

Aun con todas estas consideraciones nosotros supondremos que las medidas de eficiencia que resultan de la aplicación de los sistemas JAT/CCT (dentro y fuera de la planta), dependerán sólo de la eficiencia de los ET en la producción. Esto equivale a decir que dos plantas que utilizan sistemas JAT/CCT diferirán en su eficiencia dependiendo del desempeño de sus ET si y sólo si las otras variables permanecen constantes.

### *La eficiencia microeconómica de las plantas del norte*

#### Acerca del concepto de eficiencia

Cuando se analizan los efectos de los JAT/CCT sobre la eficiencia de la planta, se presentan dos problemas. El primero es la definición de eficiencia microeconómica: ¿qué debemos entender por eficiencia?

La teoría microeconómica sostiene que una planta es eficiente si sus métodos organizativos permiten fijar un precio por encima de la línea donde la curva de costo marginal intercepta a la curva de costo promedio en su punto mínimo.<sup>6</sup> La principal restricción que se enfrenta con este tipo de criterio es que la contribución de las mejoras

<sup>5</sup> Esto explica en gran medida los avances significativos de la Ford-Hermosillo en comparación con los logrados por GM-Ramos Arizpe. Entre 1989 y 1993 la planta de Hermosillo logró reducir el tiempo de ensamble de 22 a 20.8 horas-hombre mientras que en GM-Ramos Arizpe la reducción (para un automóvil mediano) fue de 24.5 a 24 horas-hombre. Como han señalado varios autores (véase por ejemplo, Shaiken, 1994), la Ford-Hermosillo ha emprendido una restructuración más profunda que GM-Ramos Arizpe en todas sus áreas.

<sup>6</sup> Si la planta produce diferentes modelos cambia ligeramente el criterio de eficiencia porque ahora la referencia será una combinación de productos y no un producto individual. En este caso, el precio debe fijarse por arriba del costo unitario de cada lote de producto, ya que la planta se verá forzada a producir economías de alcance en lugar de economías de escala (véanse Milgrom y Roberts, 1990; Eaton y Schmitt, 1994).

organizativas a la eficiencia técnica se filtra por medio de un parámetro tecnológico, que no es más que la suma de varios factores difíciles de separar. Por lo tanto, estos modelos son poco aplicables a nuestro caso, pues estamos buscando precisamente lo que los modelos no pueden determinar: los efectos independientes de la "tecnología blanda" sobre la eficiencia de la planta.

El segundo problema se relaciona con la evaluación de la eficiencia. En general, un criterio de eficiencia completo requiere un tipo de información que, dado el carácter transversal del cuestionario y la confidencialidad de la información, es imposible obtener. Las cifras de precios, costos promedio, costos marginales y volúmenes de producción, utilizados para calcular tamaños óptimos de lotes, resultaron prácticamente inaccesibles, en particular porque los datos son procesados por las oficinas matrices. Si a esto agregamos que algunas compañías mexicanas se negaron a proporcionar este tipo de información, entonces queda claro que poco se pudo hacer al respecto.

Para compensar estas restricciones se decidió considerar algunas medidas "descriptivas" de la eficiencia utilizadas con gran éxito en varios estudios (Kaplinsky y Posthuma, 1994; Bessant y Kaplinsky, 1995). Estas medidas proporcionan una idea muy general de las mejoras en tiempo de manufacturas, flexibilidad y otras categorías asociadas con la aplicación de los sistemas JAT/CCT (cuadro 3). Al igual que cualquier otro instrumento estadístico, estas medidas poseen sus virtudes y defectos.

Entre las virtudes vale la pena destacar que los indicadores diseñados miden directamente los resultados básicos de los sistemas JAT/CCT, como productividad, calidad y demás. Una comparación de estos indicadores en el tiempo proporciona una idea sintética de las ganancias derivadas de la introducción de JAT/CCT en cada planta. Ahora bien, es evidente que la construcción de las medidas de eficiencia requiere de información que dé una idea de la contribución de cada celda de trabajo al proceso productivo, ya que sólo así podrá obtenerse una estimación más realista de la influencia de los ET sobre la nueva estrategia organizativa.

El problema es que el detalle de esa información es difícil de lograr. Las medidas que aparecen en el cuadro 3 no han sido diseñadas bajo tales criterios de desagregación. Cuando mucho, reflejan las ganancias máximas de cada categoría que, de acuerdo con los gerentes de las plantas, son regularmente registradas en determinadas líneas de producción. Por ejemplo, el gerente de Cifunsa señaló que las reducciones más importantes en el tiempo de desarrollo se dieron en una sección de

**CUADRO 3**  
**Efectos de la aplicación de los sistemas JAT/CCT en la eficiencia de las plantas, 1989-1992**

<i>Planta</i>	<i>Ganancias en tiempo de desarrollo (días)<sup>1</sup></i>	<i>Ganancias en tiempo de producción (días)<sup>1</sup></i>	<i>Máxima ganancia en producción</i>	<i>Grados de confianza en calidad</i>		<i>Reducciones máximas en tiempo de preparación (minutos)</i>	
				<i>1989</i>	<i>1992</i>	<i>1989</i>	<i>1992</i>
Ford-Hermosillo	0.333	0.180	5.4	97.7	99.97	4.44	3.25
Ford-Chihuahua	0.333	0.132	5.73	97.7	99.97	27	21
GM-Ensamble	0.100	0.071	2.1	95.4	98.3	120	62
GM-Motores	0.07	0.08	4.79	93.2	99.956	28	25
Chrysler RAC	0.08	0.06	5.32	93.2	99.72	32	25
CISA	0.34	0.24	12.76	97.7	99.97	42	8
CIMA	0.20	0.21	4.73	97.7	99.97	3	15
Carplastic-Hermosillo	0.327	0.506	12.45	97.7	99.97	25	5
PINT PITT	0.129	0.003	6.43	97.7	99.97	3	1
Mortell	0.176	0.001	1.32	97.7	99.97	3	1.6
QP	0.175	0.001	1.32	97.7	99.97	3	1.3
Aurolin	0.134	0.003	0.93	97.7	99.97	3	1.3
GVO	0.114	0.002	0.023	97.7	99.97	2	1
Cifunsa	0.58	0.092	25.0	88.2	95.0	240	120
Intertrim	0.25	0.086	4.73	94.3	96.5	90	35
Metalsa-Monterrey	0.33	0.26	2.46	95.4	96.32	720	660
Metalsa-Apodaca	0.34	0.42	10.66	95.4	97.36	720	520
Perfek	0.25	0.49	9.33	95.3	97.2	ND	ND
Nemak	0.13	0.27	23.21	95.8	98.23	85	12
Vitroflex	0.15	0.22	15.16	97.7	99.97	32	5
Carplastic-Monterrey	0.142	0.35	19.32	97.7	99.97	23	3
Premecna	0.3	0.08	3.01	95.3	96.23	49	37
Favesa	0.14	0.032	3.21	95.3	97.68	30	27
Coclisa	0.30	0.44	13.15	96.3	97.78	60	30
Rimir	0.22	0.16	9.2	95.3	97.79	17	6
Delredo	0.12	0.004	4.37	94.6	99.7	47	39
Deltrónico	0.11	0.147	11.23	95.3	98.3	42	12

<sup>1</sup> Considerando un turno de ocho horas.

Tiempo de desarrollo es el que el consumidor tiene que esperar para que salga el producto terminado; tiempo de producción es el que se invierte en convertir las materias primas en productos; tiempo de preparación es el que se invierte en cambiar un modelo por línea de ensamble.

ND: No disponible.

Fuente: Entrevistas en profundidad.

la línea de producción de motores de Ford-Chihuahua, mientras que las mayores reducciones en el tiempo de producción se registraron en otra área relacionada con la manufactura de motores de GM y Chrysler. Esta disparidad de criterios hace que sea difícil desarrollar una comparación adecuada de los rangos de eficiencia entre las plantas.

Debido a estas dificultades, las medidas que usamos no reflejan resultados precisos, sino más bien un perfil de la eficiencia general introducida por los ET en las plantas usuarias de sistemas JAT/CCT. Éste es su principal defecto. Así que para atenuar las consecuencias hemos utilizado varias técnicas multivariadas a fin de obtener una idea más precisa de la influencia que ejercen ciertas variables, ya probadas en los estudios arriba citados, sobre las medidas de eficiencia.

#### Una breve evaluación de la eficiencia

Las variables utilizadas para analizar el efecto de los sistemas JAT/CCT sobre la eficiencia de las plantas automotrices se exponen en el cuadro 3. Dos de ellas resumen la actividad global (productividad y calidad) y tres se refieren a las mejoras en el proceso productivo (tiempos de desarrollo, de producción y preparación).

La principal conclusión derivada del cuadro 3 es que entre 1989 y 1992 las plantas lograron mejoras en cada una de las cinco variables. Éste es, hasta cierto punto, un resultado esperado, ya que de no haber obtenido esas mejoras, tales plantas hubieran perdido sus contratos. Sin embargo, la cuestión es buscar lo que hay detrás de la similitud de estos números.

Para empezar, los estándares de calidad y productividad no se explican por las mismas causas en todos los casos. En las plantas que usan extensivamente métodos de manufactura flexibles, los incrementos en ambas variables son producto de modificaciones que afectan el funcionamiento de todo el proceso productivo. Reducir las posibilidades de rechazo de las mercancías a tres unidades por cada 10 000, así como elevar la productividad a rangos superiores a los registrados por plantas de la misma corporación, produjeron los siguientes resultados en la planta de Ford-Hermosillo: 1) reducción en el tiempo de inventarios de productos terminados, en promedio de 3.5 a 1.45 horas entre 1989 y 1992 ; 2) aumento en el número de cambios de modelo por línea de uno a dos; 3) en el caso de los proveedores satélites, reducción en 30% de las etapas productivas que no agregaban

valor; 4) reducción de 25 a 14 minutos en promedio de paros en la línea de ensamble por errores y fallas ocurridos en las principales plantas proveedoras, y 5) reducción en la rotación laboral de 17.3% en 1989 a 5.2% en 1992.

Otros resultados registrados en el complejo de Ramos Arizpe, aunque menos significativos, fueron igualmente ilustrativos. La planta de motores de GM, por ejemplo, fue capaz de reducir el número de discrepancias –características que no se ajustan a la norma de calidad– de 1.9 a 0.11 de 1983 a 1992 (Micheli, 1994 y entrevistas personales). La eficiencia de los ET redujo el número de motores que necesitaron reparaciones de 200 a 10 en el mismo periodo.

En las plantas que son usuarias restringidas de métodos de manufactura, los avances en los índices de productividad y calidad produjeron cambios más profundos, aunque de menor alcance. La razón fue que la aplicación de JAT/CCT genera avances importantes pero desiguales en las plantas que comienzan la reestructuración. Por ejemplo, entre 1989 y 1992 Cifunsa redujo el número de horas-hombre por tonelada de fundición de 60 a 45, con un rechazo de piezas defectuosas de 5% (contra 25% en 1985). Estos avances obedecieron a las mejoras en las áreas de fundición y forja automatizadas. El uso exclusivo de equipos de trabajo en estas áreas explica en gran parte la espectacular reducción del tiempo de entrega de dos días a ocho horas y la reducción en los inventarios de materias primas de un mes a 15 días. Sin embargo, no ha habido reducciones correspondientes en el área de fundición, de modo que los tiempos de producción en ciertos modelos productivos (especialmente en aquellos dirigidos al mercado interno), no han variado en los últimos años (información obtenida mediante entrevistas personales).

En las plantas caracterizadas por el uso limitado de métodos de manufactura flexibles, las ventajas en la calidad y productividad no siempre se tradujeron en mejoras en otras variables de eficiencia. La mayoría de las plantas informó sobre ganancias en los tiempos de producción y desarrollo no mayores a 10% en los últimos tres años. Asimismo, la flexibilidad técnica de estas plantas se hizo manifiesta sólo en ciertos artículos, ya que para la mayoría de sus productos la tecnología de proceso tiene una tasa promedio de obsolescencia de cinco años.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Las notables excepciones de este último grupo son Coclisa, Deltrónico, Intertrim y Rimir. Estas plantas han presentado mejorías superiores al promedio en sus índices de eficiencia debido a la reciente expansión de las actividades, Coclisa, por ejem-

### Las variables determinantes

Para entender claramente los cambios producidos por la aplicación de sistemas JAT/CCT y las variables que afectan su eficiencia, realizamos una serie de análisis de varianza (AV) y análisis multivariados de varianza (AMV). Las variables incluidas en los AV y AMV son clave para probar nuestra hipótesis.

La primera variable considerada es la calidad del proceso, que se define como el número de piezas rechazadas por cada 100, 1 000 o 10 000 unidades producidas. Cuando se cruzó esta variable con el grado de automatización, el tipo de proceso y producto, flexibilidad, edad y origen del capital de la planta, ninguna de las hipótesis de independencia pudo ser rechazada con un grado de confianza inferior a 10%. Esto se debió al hecho de que las ganancias en calidad resultaron relativamente similares en todas las plantas.<sup>8</sup>

Con la productividad, la historia es un poco más compleja pues, como sabemos, esta medida reacciona ante factores que no siempre pueden ser controlados por una sola corporación. De acuerdo con los cuadros 4a, 4b y 4c, la productividad difiere según los grados de automatización, origen del capital, tipo de proceso, producto y flexibilidad. En cada uno de estos cuadros se seleccionó el grado de automatización como variable de control y a las demás como covariables, debido a que otros arreglos probaron ser estadísticamente no significativos (rangos de confianza mayores a 5%). Las covariables afectaron las ganancias en productividad al relacionarlas con los grados de automatización. Las plantas más automatizadas resultaron ser las estadounidenses, las cuales a su vez exhibieron más cambios de modelo por línea, así como una tecnología de procesos y productos poco estandarizada.

Los tres cuadros siguientes muestran que las ganancias en productividad registradas en todas las plantas estudiadas son una función

---

plo, mejoró 50% la flexibilidad en los últimos tres años en sus líneas de ensamble de radiadores y condensadores, después de firmar un contrato con Ford-Hermosillo. La administración estimó que la planta había logrado reducciones de 35 a 40% en inventarios en proceso, inventarios de materias primas y productos terminados, tamaño de lote y tiempo de restablecimiento de la línea.

<sup>8</sup> En general, entre 1989 y 1992, tanto las ensambladoras como las proveedoras alcanzaron un rango de calidad preestablecido en sus contratos anuales. Su nivel de calidad se fija sobre bases similares para todos los productores y es obligatorio, ya que, con excepción de lo anterior, los contratos se retiran si se encuentra que una compañía está en falta. De modo que la calidad tiene poca relación con las variables mencionadas.

**CUADRO 4a**  
**Análisis de varianza para comparar las ganancias en productividad**  
**entre plantas con diferente grado de automatización (tomando**  
**la propiedad del capital como variante)**

<i>Fuente de variación</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>F</i>	<i>Significancia de F</i>
a) Tratamientos				
i) Regresión	SS <sub>tr</sub> = 0.7212	1	5.714	0.04872
ii) Constante	SS <sub>tr</sub> = 8.297	1	65.91	0.000
iii) Automatización	SS <sub>tr</sub> = 2.09	2	8.31	0.002
b) Residuales	SS <sub>res</sub> = 2.77	23		
Total corregido (a + b)	SS <sub>corr</sub> = 13.878	27	29.386	0.000

Análisis de regresión para el término de error intraceldas

Variable dependiente: ganancia en productividad

Covariante	BETA	Valor de T	Significancia de T
Propiedad del capital	0.35421	2.382	0.04872

positiva de la automatización. En todos los casos se rechazó la hipótesis de independencia a cualquier grado de confianza. Las diferencias surgieron cuando se incorporaron las covariables.

La porción inferior del *av* en el cuadro 4a indica que el origen del capital es una variable que se correlaciona directamente con las ganancias en productividad. El signo positivo del coeficiente de beta es una prueba de que la productividad varía directamente con el origen del capital.<sup>9</sup> Esta conclusión es natural hasta cierto punto, ya que el capital estadounidense, por estar técnica y organizativamente mejor dotado, está en posición ventajosa para obtener mayores ganancias en productividad por línea de producción.

Los resultados de los otros dos análisis de varianza fueron igualmente consistentes. Como se muestra en el cuadro 4b, la flexibilidad, expresada como la capacidad técnica de la planta para combinar la producción de modelos distintos con el uso de equipos de trabajo, también es una variable discriminatoria de las ganancias en productividad. La relación positiva que existe entre ambas variables resulta del hecho de que cuanto mayor sea la necesidad de la planta de desarro-

<sup>9</sup> Los códigos para el origen del capital fueron: 1 para coinversionistas o inversiones conjuntas; 2 para inversiones principalmente mexicanas y 3 para inversionistas principalmente estadounidenses.

## CUADRO 4b

Análisis de varianza para comparar las ganancias en productividad entre plantas con diferente grado de automatización (tomando la flexibilidad como covariante)

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	F	Significancia de F
a) Tratamientos				
i) Regresión	SS <sub>tr</sub> = 0.758	1	5.832	0.048
ii) Constante	SS <sub>tr</sub> = 13.57	1	104.28	0.000
iii) Automatización	SS <sub>tr</sub> = 2.05	2	7.88	0.003
b) Residuales	SS <sub>res</sub> = 2.86	23		
Total corregido	SS <sub>corr</sub> = 19.238	27	41.995	0.000
(a + b)				

Análisis de regresión para el término de error intraceldas

Variable dependiente: ganancia en productividad

Covariante	BETA	Valor de T	Significancia de T
Flexibilidad	0.30971	2.3962	0.048

La prueba de Bonferroni para intervalos de confianza simultáneos fue construida como sigue:

$$t_{ki} - t_{ei} \text{ pertenece a } \bar{x}_{ki} - \bar{x}_{ei} \pm t_{n-g} \left( \frac{\alpha}{pg(g-1)} \right) \sqrt{\frac{W_{ii}}{n-g} \left( \frac{1}{n_k} + \frac{1}{n_e} \right)}$$

donde:

$\hat{x}_{ki} - \hat{x}_{ei} = \hat{t}_{ki} - \hat{t}_{ei} = \hat{t}_{ki} - \hat{t}_{ei}$  es la diferencia entre las medias de las muestras

p = variable

pg(g-1) = es el número de intervalos de confianza simultáneos

n = tamaño de la muestra

$w_{ii}$  = elemento de la diagonal i de w (que es la suma de cuadrados y el producto cruz de la matriz)

Los resultantes intervalos de confianza simultáneos al 95% son:

i)  $t_{\text{norte}} - t_{\text{no-norte}}$  pertenecen a (-0.069, -0.123) o diferencias en productividad por propiedad del capital

ii)  $t_{\text{estándar}} - t_{\text{no-estándar}}$  pertenece a (-0.0821, -0.1265) o diferencias en productividad por nivel de estandarización en el producto y proceso

iii)  $t_{\text{flex}} - t_{\text{menos-flex}}$  pertenece a (-0.0793, -0.11829) o diferencias en productividad por nivel de flexibilidad

iv)  $t_{A,1983} - t_{B,1983}$  pertenecen a (-0.0724, -0.11829) o diferencias en productividad por año de instalación

**CUADRO 4c**  
**Análisis de varianza para comparar las ganancias en productividad**  
**entre plantas con diferente grado de automatización (controlando por**  
**tipo de proceso y producto)**

<i>Fuente de la variación</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>F</i>	<i>Significancia de F</i>
<i>a) Tratamientos</i>				
<i>i) Regresión</i>	$SS_{tr} = 0.82$	1	5.90	0.018
<i>ii) Constante</i>	$SS_{tr} = 3.49$	1	25.17	0.000
<i>iii) Automatización</i>	$SS_{tr} = 1.22$	2	4.41	0.025
<i>b) Residuales</i>	$SS_{rc} = 3.05$	23		
<b>Total corregido</b>	$SS_{corr} = 8.580$	27		0.000
<i>(a + b)</i>				

Análisis de regresión para el término de error intraceldas  
 Variable dependiente: productividad

Covariante	BETA	Valor de T	Significancia de T
TPP	-0.386	2.740	0.018

llar la producción conjunta de modelos, tanto mayor será la demanda del uso extensivo de los equipos de trabajo en la fábrica, y tanto mayor será también la probabilidad de obtener rangos altos de productividad con economías de escala. Aunque no hay relación directa ni inmediata en todos los casos entre flexibilidad y grado de automatización, los análisis de otros estudios (Ramírez, 1994 y 1995) proporcionan suficiente evidencia para asegurar que las plantas ULMMF son más flexibles y automatizadas.

Al relacionar las ganancias en productividad con el tipo de proceso y producto (TPP), las diferencias resultaron significativas. Con un grado de significancia inferior a 2% es posible asegurar que, dado el signo negativo del TPP BETA, cuanto menos estandarizado sea el proceso o producto, tanto mayores serán las ganancias en productividad. Éste es un resultado que merece aclararse porque se sabe que cuanto más familiarizado esté un trabajador con el procesamiento de un producto, tanto mayor será su capacidad de aprender, y por lo tanto, tanto mayor su productividad. La cuestión sin embargo, es que los procesos y productos menos estandarizados de México ya han probado ser exitosos en otras partes del mundo. Básicamente son procesos y productos con diseños conocidos que le permiten al trabajador aprender rápidamente.

La construcción de varios intervalos de confianza simultáneos, basados en la prueba de Bonferroni, apoyaron la conclusión de que las ganancias en productividad de las plantas estadounidenses fueron entre 7 y 12% superiores a las de las plantas no estadounidenses (véase la parte inferior del cuadro 4b). Estas ganancias en productividad fueron más significativas en las plantas que usan procesos y productos menos estandarizados (entre 8.21 y 12.65% mayores que con los estandarizados), más flexibles (entre 7.93 y 12.2% mayores que las plantas menos flexibles), e instaladas en México después de 1983 (entre 7.24 y 11.83% mayores que en las instaladas antes de 1983).

También los tiempos de desarrollo, producción y preparación se vieron afectados por las variables anteriores. Los AMV de los cuadros 5a, 5b y 5c demostraron que las pruebas F multivariadas (lambda de Wilk y traza de Pillai) fueron significativas con grados de confianza inferiores a 6%, indicando que todas las variables consideradas mantenían cierto grado de dependencia.

Sin embargo, este resultado no puede extrapolarse a todas las variables, pues, como sugieren las pruebas F de una variable, la significancia estadística de cada cruce varía de acuerdo con los factores considerados. En el cuadro 5a se observa que las ganancias en tiempo de desarrollo varían de acuerdo con el origen del capital (factor 1), aunque no con el grado de automatización de la planta (factor 2), considerando un porcentaje de confianza no superior a 6.35%. Por otro lado, las ganancias en tiempo de producción resultaron fuertemente dependientes en ambos factores, dado un grado de significancia inferior a 1.4%. Esta heterogeneidad explica la débil influencia de ambos factores sobre las ganancias en tiempos de desarrollo y de producción. La estrecha relación observada entre estas dos medidas, los  $TPP$  y el grado de flexibilidad, explica por oposición el gran efecto de ambos factores en el cuadro 5b. Una afirmación similar explica la estrecha correspondencia entre ganancias en tiempos de preparación y producción y los factores descritos en el cuadro 5c.

Las pruebas de Bonferroni realizadas para estimar el grado de relación observado entre las variables mencionadas, confirmaron (con un porcentaje de confianza inferior a 5%) que las ganancias en las tres medidas fueron mayores en las plantas estadounidenses que en las otras plantas. Asimismo, las más automatizadas lograron mayores reducciones en tiempo de producción que las plantas no automatizadas (véase Ramírez, 1995). Esta última variable, así como las reducciones en tiempo de preparación, resultó ser más sensible a las

**CUADRO 5a**  
**Análisis de varianza multivariado para comparar ganancias en tiempo de desarrollo y tiempo de producción entre plantas con capital de distinto origen (factor 1) y distinto grado de automatización (factor 2)**

*i) Prueba para la hipótesis de ausencia de efecto total del factor 1*

	S = 2		M = 0		N = 9.5
<i>Estadístico</i>	<i>Valor</i>	<i>F</i>	<i>DF de la hipótesis</i>	<i>DF del error</i>	<i>Significancia de F</i>
Lambda de Wilk	0.58680	2.13804	6	42	0.063
Traza de Pillai	0.44201	2.08052	6	44	0.075

*Prueba F con una variable y 2.25 grados de libertad*

<i>Variable</i>	<i>SS de la hipótesis</i>	<i>SS del error</i>	<i>MS</i>	<i>MS del error</i>	<i>F</i>	<i>Significancia de F</i>
Tiempo de producción	0.36500	0.66994	0.18250	0.2913	6.26559	0.007
Tiempo de desarrollo	0.13603	0.50102	0.06801	0.02178	3.1223	0.0635

*ii) Prueba para la hipótesis de ausencia de efecto total del factor 2*

	S = 2		M = 0		N = 9.5
<i>Estadístico</i>	<i>Valor</i>	<i>F</i>	<i>DF de la hipótesis</i>	<i>DF del error</i>	<i>Significancia de F</i>
Lambda de Wilk	0.62264	2.80676	6	42	0.055
Traza de Pillai	0.40264	2.77269	6	44	0.05

*Prueba F con una variable y 2.25 grados de libertad*

<i>Variable</i>	<i>SS de la hipótesis</i>	<i>SS del error</i>	<i>MS</i>	<i>MS del error</i>	<i>F</i>	<i>Significancia de F</i>
Tiempo de producción	0.31423	0.65763	0.15711	0.02989	5.25599	0.014
Tiempo de desarrollo	0.10086	0.46789	0.05043	0.02127	2.371116	0.117

*iii) Prueba para la hipótesis de ausencia de efectos totales del factor 1 y factor 2*

	S = 2		M = 0		N = 9.5
<i>Estadístico</i>	<i>Valor</i>	<i>F</i>	<i>DF de la hipótesis</i>	<i>DF del error</i>	<i>Significancia de F</i>
Lambda de Wilk	0.81238	1.20432	6	42	0.1932
Traza de Pillai	0.18764	1.19066	6	44	0.1932

## CUADRO 5b

**Análisis de varianza multivariado para comparar las ganancias en tiempo de desarrollo y tiempo de producción entre plantas con distinta flexibilidad (factor 1) y TRP (factor 2)**

## i) Prueba para la hipótesis de ausencia de efecto total del factor 1

	S = 2		M = 0		N = 9.5	
Estadístico	Valor	F	DF de la hipótesis	DF del error	Significancia de F	
Lambda de Wilk	0.69083	2.23451	6	42	0.058	
Traza de Pillai	0.32345	2.21867	6	44	0.0593	

## Prueba F con una variable y 2.25 grados de libertad

Variable	SS de la hipótesis	SS del error	MS	MS del error	F	Significancia de F
Tiempo de producción	0.27632	0.75862	0.13816	0.03298	4.1892	0.028
Tiempo de desarrollo	0.18670	0.065035	0.2335	0.06592	3.5421	0.033

## ii) Prueba para la hipótesis de ausencia de efecto total del factor 2

	S = 2		M = 0		N = 9.5	
Estadístico	Valor	F	DF de la hipótesis	DF del error	Significancia de F	
Lambda Wilk	0.62264	2.80676	6	42	0.053	
Traza de Pillai	0.40264	2.77269	6	44	0.054	

## Prueba F con una variable y 2.25 grados de libertad

Variable	SS de la hipótesis	SS del error	MS	MS del error	F	Significancia de F
Tiempo de producción	0.31423	0.65763	0.15711	0.02989	5.25599	0.014
Tiempo de desarrollo	0.30186	0.63789	0.1231	0.02127	5.78749	0.012

## iii) Prueba para la hipótesis de ausencia de efectos totales del factor 1 y factor 2

	S = 2		M = 0		N = 9.5	
Estadístico	Valor	F	DF de la hipótesis	DF del error	Significancia de F	
Lambda de Wilk	0.74232	2.9325	6	42	0.044	
Traza de Pillai	0.3921	2.83726	6	44	0.046	

**CUADRO 5c**  
**Análisis de varianza multivariado para comparar ganancias en tiempo de preparación y tiempo de producción entre plantas con distinta flexibilidad (factor 1) y TPE (factor 2)**

*i) Prueba para la hipótesis de ausencia de efecto total del factor 1*

	S = 2		M = 0		N = 9.5	
<i>Estadístico</i>	<i>Valor</i>	<i>F</i>	<i>DF de la hipótesis</i>	<i>DF del error</i>	<i>Significancia de F</i>	
Lambda de Wilk	0.87321	3.7127	6	42	0.0349	
Traza de Pillai	0.61226	3.19725	6	44	0.04115	

*Prueba F con una variable y 2.25 grados de libertad*

<i>Variable</i>	<i>SS de la hipótesis</i>	<i>SS del error</i>	<i>MS</i>	<i>MS del error</i>	<i>F</i>	<i>Significancia de F</i>
Tiempo de producción	0.27632	0.75862	0.13816	0.03298	4.1892	0.028
Tiempo de desarrollo	0.28732	0	0.17524	0.04272	4.10205	0.031

*ii) Prueba para la hipótesis de ausencia de efecto total del factor 2*

	S = 2		M = 0		N = 9.5	
<i>Estadístico</i>	<i>Valor</i>	<i>F</i>	<i>DF de la hipótesis</i>	<i>DF del error</i>	<i>Significancia de F</i>	
Lambda de Wilk	0.67234	2.6325	6	42	0.049	
Traza de Pillai	0.43252	2.6116	6	44	0.005	

*Prueba F con una variable y 2.25 grados de libertad*

<i>Variable</i>	<i>SS de la hipótesis</i>	<i>SS del error</i>	<i>MS</i>	<i>MS del error</i>	<i>F</i>	<i>Significancia de F</i>
Tiempo de producción	0.31423	0.65763	0.15711	0.02989	5.25599	0.014
Tiempo de desarrollo	0.27235	0.62726	0.18325	0.04732	0.38725	0.0328

*iii) Prueba para la hipótesis de ausencia de efectos totales del factor 1 y factor 2*

	S = 2		M = 0		N = 9.5	
<i>Estadístico</i>	<i>Valor</i>	<i>F</i>	<i>DF de la hipótesis</i>	<i>DF del error</i>	<i>Significancia de F</i>	
Lambda de Wilk	0.76352	3.212	6	42	0.032	
Traza de Pillai	0.76352	3.212	6	44	0.032	

variables TPP y flexibilidad de la planta. Es decir, las plantas con mayor flexibilidad y con procesos y productos menos estandarizados lograron mayores reducciones en tiempos de desarrollo y preparación de la línea.

### Conclusiones

Este trabajo ha logrado llegar a dos conclusiones importantes: 1) que el efecto de las transformaciones organizativas experimentadas por una planta que aplica los sistemas JAT/CCT depende, en particular, de su grado de automatización, de los tipos de proceso y producto, de la propiedad del capital, la edad de los trabajadores y la flexibilidad del proceso; y 2) que las diferencias en el uso de los ET explican a su vez las variaciones observadas en calidad, productividad, tiempo de producción, tiempo de entrega y tiempo de restablecimiento de la línea en las plantas usuarias de esos sistemas.

Ambas conclusiones están basadas en las siguientes consideraciones. La primera es que el uso de los ET no es homogéneo dentro de las plantas entrevistadas pues, depende del rol que éstas tienen en la organización global, del producto que elaboran y de los límites legales que enfrentan en su operación. Las plantas que usan los ET en forma extensiva practican en general un JAT/CCT más completo que aquellas que los usan en forma restringida o limitada, según nuestra clasificación. De aquí que sea conveniente distinguir entre plantas que usan métodos de manufactura flexible en forma extensiva (UEMMF) y plantas que usan esos métodos en forma restringida o limitada (UTRMMF y ULMMF, respectivamente).

La segunda consideración es que las diferencias en la adopción de manufacturas flexibles se traduce en variaciones en los grados de eficiencia. Las plantas UEMMF registraron mayores ganancias en productividad, tiempo de producción y tiempo de preparación que las MMFR y MMFL debido a su mayor grado de automatización y flexibilidad, productos y procesos menos estandarizados, propiedad del capital y mayor tiempo de aplicación del JAT/CCT (edad de la planta). Esas diferencias no fueron significativas al considerar las variables de tiempo de entrega y calidad, pues los tres tipos de plantas registraron las mismas ganancias.

La tercera y última consideración es más bien de orden metodológico. Se refiere al hecho de que esos resultados deben aceptarse con cierta reserva debido a que no están contruidos sobre bases

homogéneas. Como ya se explicó en el texto, las medidas aquí calculadas se refieren a la máxima eficiencia registrada por plantas en diferentes líneas de producción, no en los mismos procesos. Sin embargo, esto no demerita los resultados alcanzados pues aun así quedó demostrado que los efectos de los sistemas JAT/CCT no son automáticos ni homogéneos: difieren según el tipo de variable considerada, tal como quedó asentado en nuestra hipótesis. Con un conocimiento adecuado de la relación entre esas variables, se puede entender por qué unas plantas que usan con diferente intensidad los ET tienen mejor desempeño que otras. Es decir, se podría comprender por qué la aplicación de los sistemas JAT/CCT requiere un cambio organizativo comprehensivo y no sólo prescripciones administrativas.

### Bibliografía

- Arteaga, A. (ed.) (1992), *Proceso de trabajo y relaciones laborales en la industria automotriz en México*, México, Universidad Autónoma Metropolitana/Fundación Friedrich Ebert.
- Bessant, J. y R. Kaplinsky (1995), "Industrial Restructuring: Facilitating Organizational Change at the Firm Level", *World Development*, vol. 23, núm. 1.
- Carrillo, J. (1993), "La Ford en México: reestructuración industrial y cambio en las relaciones sociales", tesis doctoral, México Centro de Estudios Sociológicos, El Colegio de México.
- Eaton, C. y N. Schmitt (1994), "Flexible Manufacturing and Market Structure", *The American Economic Review*, vol. 84, núm. 4, pp. 875-888.
- Humphrey, J. (1995), "Industrial Reorganization in Developing Countries: From Models to Trajectories", *World Development*, vol. 23, núm. 1, pp. 1-18.
- Johnson, Ch. (1988), "Japanese Style Management in America", *Management Review*, vol. 30, núm. 4, pp. 67-99.
- Kaplinsky, R. y A. Posthuma (1994), *Easternisation: The Spread of Japanese Management Techniques to Developing Countries*, Londres, Frank Cass.
- Micheli, J. (1994), *Nueva manufactura, globalización y producción de automóviles en México*, México, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Milgrom, P. y J. Roberts (1990), "The Economies of Modern Manufacturing: Technology, Strategy, and Organization", *The American Economic Review*, vol. 80, núm. 3, pp. 511-528.
- Morales, R. (1994), *Flexible Production: Restructuring of the International Automobile Industry*, Oxford, Polity Press.
- Ramirez, J. C. (1994), "Recent Transformations in the Mexican Motor Industry", *IDS Bulletin*, vol. 24, núm. 2, Brighton, Institute of Development Studies, pp. 58-64.

- (1995), "The New Location and Interaction Patterns of the Mexican Motor Industry", tesis de doctorado, Sussex, UK, Universidad de Sussex.
- y K. Unger (1996), "Las grandes industrias ante la reestructuración. Una evaluación de las estrategias competitivas de las empresas exportadoras", documento de trabajo, núm. 53, México, Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE).
- Sandoval, S. (1990), "Los equipos de trabajo en la planta Ford", *Revista de El Colegio de Sonora*, vol. 1, núm. 1, pp. 23-45.
- Shaiken, H. (1990), "Mexico in the Global Economy. High Technology and Work Organization in Export Industries", La Jolla, Center for U.S.-Mexican Studies, University of California (Monograph Series, 33).
- (1994), "Industrial Restructuring, Flexible Production and Mexico", trabajo presentado en la Conferencia Internacional Confronting Free Trade: Policies for Technological Development, México, CIDE, febrero.