Las colecciones de Documentos de Trabajo del CIDE representan un medio para difundir los avances de la labor de investigación, y para permitir que los autores reciban comentarios antes de su publicación definitiva. Se agradecerá que los comentarios se hagan llegar directamente al (los) autor(es). ❖ D.R. © 1998, Centro de Investigación y Docencia Económicas, A. C., carretera México–Toluca 3655 (km. 16.5), Lomas de Santa Fe, 01210 México, D. F., tel. 727-9800, fax: 292-1304 y 570-4277. ❖ Producción a cargo del (los) autor(es), por lo que tanto el contenido como el estilo y la redacción son responsabilidad exclusiva suya.

CIDE

NÚMERO 33

José Carlos Ramírez

LA ORGANIZACIÓN JUSTO A TIEMPO EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRÍZ DEL NORTE DE MÉXICO. NUEVOS PATRONES DE LOCALIZACIÓN Y EFICIENCIA

Introducción[1]

El objetivo de este artículo es explicar los principales cambios espaciales y organizacionales asociados con la aplicación de los sistemas justo a tiempo y control total de calidad (JAT/CTC). La atención se centra en las plantas automotrices del norte de México, a causa de su indisputado liderazgo en el uso de estos sistemas y de su avanzada gestión de la producción *flexible*.[2] Ambas características hacen que el estudio de esas plantas sea un punto de referencia obligado para entender cómo la aplicación del JAT/CTC determina los nuevos patrones de localización (e interacción) de la industria en México.

En la primera parte del documento se exponen los términos generales del problema. Posteriormente, se lleva a cabo un análisis multivariado de las causas más importantes que condicionaron la localización de las filiales automotrices estadunidenses (*Big Three* en adelante) y de sus proveedores en el norte de México. Y, finalmente, en la tercera parte, se estudian los efectos de la introducción de esos sistemas sobre la eficiencia de las plantas de exportación.[3] La hipótesis base es que la organización justo a tiempo del norte de México se rige por criterios de localización no tradicionales y por esquemas simétricos de cooperación.

Planteamiento del problema

El JAT/CTC y los patrones modulares de localización

La tradicional distribución territorial de algunas industrias mexicanas se ha visto alterada por la reciente introducción de sistemas JAT/CTC.[4] La manifestación más clara de este

[1] Agradezco a Raphael Kaplinsky de la Universidad de Sussex (Inglaterra) y a Javier Jasso del CIDE sus acuciosos comentarios al borrador inicial de este trabajo.

[2] *Flexibilidad* es la capacidad de producir una amplia y cambiante gama de productos sobre pedido (*customized*), usando maquinaria reprogramable flexible y trabajadores multicalificados y multicapacitados (Sayer, 1986). Un proceso de producción flexible es aquel proceso que tiene a la flexibilidad como su máxima prioridad estratégica.

[3] Los datos relativos a las secciones dos y tres provienen de documentos internos de las empresas, investigaciones y entrevistas realizadas a 27 productores del norte y 22 del centro entre 1991 y 1992.

[4] El JAT consiste en "producir y entregar bienes para ser vendidos justo a tiempo, partes de subensamble para ser ensamblados justo a tiempo en los productos finales, partes fabricadas justo a tiempo para ser subensambladas y materiales comprados para ser transformados justo a tiempo en partes fabricadas" (Schonberger, 1982, p. 16). Este sistema se basa en la producción de pequeños lotes con el objetivo de reducir todo lo que sea desperdicio y defectos (inventarios, fuerza de trabajo, horas de re-trabajo), y de mejorar los niveles de productividad y calidad de la empresa. La reducción del desperdicio se logra eliminando las fases que no agregan valor, mediante la puesta en práctica de los principios de *equilibrio* y *sincronización*. El primero hace referencia a la necesidad de ajustar el ritmo

cambio lo constituye el surgimiento de plantas en el norte del país, con criterios de localización y competitividad diferentes a los que rigieron durante el periodo de sustitución de importaciones. Se trata de plantas tecnológicamente modernas que, alentadas por el programa de reestructuración industrial, buscan aprovechar las ventajas ofrecidas por los *greenfields*[5] para iniciar operaciones con una organización flexible de la producción.

Entre dichas ventajas cabe destacar la escasa tradición sindical y la nula resistencia de los obreros a las reglas del trabajo flexible, consideradas de suma importancia para la consecución de los objetivos competitivos bajo el JAT/CTC. Como se sabe, esos objetivos están orientados a mejorar la calidad, productividad y tiempos de entrega, y no sólo, como es la práctica taylorista de los *brownfields*, a reducir costos directos o a mejorar la relación precio-volumen (Sayer y Walker, 1992).

Un rasgo sobresaliente de esta nueva configuración espacial es la forma *modular* o *radial* en que están distribuidos proveedores y manufactureros dentro de los "complejos justo a tiempo". En dichos complejos los distintos productores se han visto forzados a trabajar con tal sincronización entre sí, que su emplazamiento a corta distancia y en forma modular se ha convertido en una práctica de localización necesaria[6] (cfr. Mair, 1989; Malecki, 1986; Estall, 1985). Esta particular distribución, que en muchos sentidos se asemeja a las estructuras por módulos o estaciones de trabajo de una empresa, es la más

de una máquina a la del ciclo de la demanda (y no al de la máquina en sí), mientras que el segundo está relacionado con la forma de organizar el *lay-out* productivo (forma celular, *back to back*, etc.).

Al igual que el JAT, el CTC hace énfasis en la prevención de defectos, pero de una manera distinta, es decir, corrigendo desde su origen cualquier problema de calidad (*quality at source*) de acuerdo con varias categorías organizacionales y técnicas. El principio rector de estas categorías es que la calidad es responsabilidad del trabajador (*in-line-function*) no de un grupo *staff*. La combinación del JAT/CTC es necesaria para asegurar mejores niveles de calidad a menores costos (Schonberger, 1982). A lo largo del documento nosotros analizaremos el JAT y el CTC como una unidad, y no haremos distinción de los efectos diferenciales de cada uno de estos sistemas sobre la calidad y productividad de la empresa. Ésto ayudará a hacer más ágil la exposición.

[5] Zonas de escaso desarrollo en las que, muy frecuentemente, el sector manufacturero está dominado por actividades agroindustriales. En Estados Unidos los *greenfields* son áreas rurales o suburbios del medio este que sirven de asiento a grandes complejos flexibles, como los Transplantes Japoneses (Mair *et al.*, 1986). Las plantas que usan estos sistemas también se han asentado en algunos *brownfields* o zonas industrializadas, caracterizados por experimentar cambios radicales en sus estructuras legales. Sin embargo, la tendencia dominante es que su ubicación tenga lugar en áreas de escaso desarrollo industrial secundario.

Cabe aclarar que *greenfields* será usado aquí para designar a los lugares donde se desarrollan los nuevos esquemas flexibles de producción por lotes. El empresario que practica estos sistemas es conocido como *lean-manufacturer* o *flexible manufacturer*; las plantas son llamadas plantas de organización flexible o simplemente flexibles. Por el contrario, los *brownfields* serán conceptualizados como la sede de los esquemas tayloristas de producción en serie o en masa. Las plantas ahí localizadas serán en la mayoría de los casos entendidas como plantas con sistemas *just in case* o *mass-production plants*. En consecuencia, el productor es un *mass-manufacturer*.

[6] Como veremos más adelante, éste es sólo un principio ideal, ya que la cercanía geográfica es importante para poner en práctica el JAT/CTC, siempre y cuando ésta asegure los mayores niveles de calidad y productividad. La cercanía bajo estos sistemas significa la menor distancia posible para hacer entregas justo a tiempo con los mayores niveles de calidad.

adecuada para garantizar la "producción puntual" en todas las etapas del proceso productivo, en especial donde se aplica intensivamente la filosofía general del Kaizen.[7]

Las estrategias inherentes a los sistemas JAT/CTC, como son "calidad desde la fuente", "producción con cero error" o inexistencia de todo tipo de inventarios, requieren que los flujos interfirma sean rápidamente socializados. La accesibilidad física entre las plantas permite que las consultas, asesorías ingenieriles, inspección de registros de control y, en general, las evaluaciones de los proveedores por parte del manufacturero, se realicen en forma expedita y en todas direcciones. Sin ello, sería muy costoso y casi imposible reducir las actividades que no agregan valor o bien hacer mejoras continuas en los estándares de calidad, productividad y tiempos de entrega.

La ausencia de estos objetivos competitivos explica por oposición la asincronía observada en buen número de fábricas de los *brownfields*. La importancia de los factores de localización weberianos[8] en la conformación de las viejas zonas industriales, ha favorecido por décadas una excesiva concentración de plantas que no mantienen prácticas productivas comunes. Su instalación se hace, por lo general, con miras a la reducción de los costos de transporte o al interés de aprovechar las economías de aglomeración de los grandes centros urbanos, pero raramente para compartir los gastos de operación con otros productores.[9]

La socialización de los recursos en los conglomerados multidivisionales de los *brownfields* se hace más bien con el fin de compensar las pérdidas de unos con las ganancias de otros, o para controlar la tasa de rendimiento global (Jacquemin, 1982). Pero no necesariamente para ligar los procesos productivos en forma modular. La función de producción de esos conglomerados es la suma de funciones de producción individuales (ya sea en productos sustitutos o complementarios). En los complejos justo a tiempo, como veremos más adelante, esto no es así pues existe una función de producción conjunta, resultante del hecho de que los procesos productivos de los miembros son completamente modulares.

Esa falta de interdependencia es la que empuja a la mayoría de los productores en masa a ubicarse en zonas donde el costo *individual* de la instalación es menor. En esas

[7] Esta es una filosofía que basa su funcionamiento en la fijación de parámetros de calidad, productividad, seguridad, etc., cada vez más exigentes. Se le considera el paraguas bajo el cual se agrupan todas la técnicas organizacionales japonesas que apuntan a maximizar el tiempo en la curva de aprendizaje. En oposición a la visión administrativa de Occidente que privilegia la innovación aplicada al hardware (innovación de "saltos"), la filosofía del Kaizen hace énfasis en el desarrollo de tecnologías de procesos que sean acordes con la idea de la innovación como proceso gradual (véase Imai, 1993).

[8] Éstos se refieren al costo de la fuerza de trabajo, el transporte y las materias primas.

[9] Esta conclusión no es completamente aplicable a las compañías con procesos de producción en masa, que están integradas vertical y horizontalmente. En estos casos, la necesidad de disminuir costos de transacción o el deseo de ejercer poder monopólico sobre ciertas actividades lleva a la firma a agrupar sus actividades dispersas bajo sistemas de *holdings*. Pero esto no cambia los términos de la conducta microeconómica a nivel individual ya que, no obstante la integración horizontal/vertical estrecha los vínculos de los agentes participantes, la lógica de relación entre sus miembros es distinta a la de los conglomerados justo a tiempo. La estrategia de las empresas multifuncionales sigue siendo la consecución de economías a escala y, por lo tanto, su justificación para agruparse es la obtención de una curva de costo promedio creciente a elevados niveles de producción (Tirole, 1992).

plantas, el enfoque administrativo se orienta a producir largas corridas de productos estandarizados, con la idea de alcanzar las máximas economías a escala. Su objetivo es evitar cualquier interrupción en la línea de producción mediante la puesta en práctica de una organización del proceso de trabajo particular basada en sistemas *just in case*. Esto es, buscan mantener inventarios ociosos para que la maquinaria y el equipo, que son diseñados para propósitos específicos, permitan al operario cumplir con sus tareas repetitivas, previamente estandarizadas, sin tener que parar la línea de manufactura. Y la manera en que los inventarios ociosos (o *just in case*) conservan la fluidez de todo el proceso es, simplemente, evitando la interrupciones por horas de re-trabajo, fallas en el suministro de materiales o por problemas de especificación técnica.

Ante estas condiciones, los productores en masa encuentran que el precio y la cantidad vendida de un grupo *limitado* de productos son variables más importantes que su calidad y variedad, ya que estas últimas, además de ser ajenas a los procesos en serie, restan fluidez a la línea. Para comprobarlo basta imaginar el tiempo y costo involucrados en producir diariamente más de un modelo con niveles de calidad crecientes, cuando se cuenta con maquinaria unifuncional y trabajadores que no son ni multicalificados ni multicapacitados. Sencillamente la planta no podría operar.

Entonces, al ser la relación precio-cantidad más importante que cualquier otro criterio productivo, la asociación de productores en los *brownfields* tiene una naturaleza muy distinta a la que se observa en los complejos justo a tiempo. En estos últimos, la asociación es determinada por el manufacturero más cercano al usuario final del producto, conforme a un esquema de "producción hacia atrás" (*pull-demand system*). El manufacturero inicia el proceso demandando lotes de productos sobre pedido a sus proveedores inmediatos, quienes a su vez hacen lo mismo con los sucesivos proveedores, hasta agotar la cadena productiva. Este esquema "hacia atrás" obliga a que la instalación de cada planta sea un acto colectivo y concatenado, diseñado para cumplir los requerimientos del agente económico inmediatamente superior de la cadena. Por lo tanto, los proveedores en cuestión son seleccionados y supervisados por el manufacturero, para trabajar en cooperación con el resto de los productores.

Por el contrario, las plantas de producción en serie están organizadas de acuerdo con un esquema de producción "hacia adelante" (*push-supply system*). La cadena arranca con el último productor y termina con el consumidor sin mediar entre ellos mas que acuerdos iniciales de gestión. Cada unidad se instala y relaciona entre sí porque existe una demanda global que les permite cubrir sus costos medios individuales.[10] Las plantas que no cumplen con este principio económico salen de la competencia, sencillamente porque la mayoría de ellas no producen con *economías de alcance*,[11] como sucede con el JAT/CTC. Las conexiones entre ellas se fortalecen

[10] Y aunque esa demanda proviniera de un cliente específico su relación se mantendría en los mismos términos que si produjera para un mercado masivo; esto es, buscaría alcanzar economías a escala.

[11] "Economías de escala existen cuando el costo de producción de un simple producto decrece con el número de unidades producidas; economías de alcance son externalidades ahorradoras de costos entre líneas de productos (por ejemplo, la producción del bien A reduce el costo de producción del bien B)" (Tirole, 1992, p. 16).

con un precio competitivo y se debilitan cuando éste no les permite seguir produciendo largas corridas rentablemente.

En este sentido, el esquema de "producción hacia adelante" basa su eficiencia en los criterios microeconómicos individuales de cada productor y no en los del conglomerado. Son los precios prevalecientes en el mercado los que se encargan de indicar la pertinencia de la localización y el tipo de vínculos que hacen posible la consecución de los objetivos competitivos de la firma. Una organización JAT/CTC no funcionaría aisladamente, debido a que una falla en el suministro de algún proveedor podría interrumpir los niveles de productividad y calidad de todo el conglomerado. En cambio, la existencia de inventarios *just in case* habilita a las empresas de producción en serie a instalarse (y funcionar) con relativa independencia del resto. De aquí que la concentración de plantas bajo los principios de JAT/CTC sea sistémica y no sólo territorial, como a menudo sucede con las plantas que se localizan en los *brownfields*.

La experiencia en México

En México, los sistemas JAT/CTC han favorecido la concentración de proveedores en torno a ensambladoras de exportación. De hecho, entre mayor es la magnitud del proyecto exportador de la ensambladora, mayor es la probabilidad de observar formas modulares de asociación entre ella y sus proveedores. Y la explicación más plausible reside en que los sistemas JAT/CTC han probado ser, desde principios de la década pasada, el medio más socorrido por las plantas para producir con estándares internacionales bajo un sistema de mejora continua.

Ahora bien, aunque los sistemas JAT/CTC son, en teoría, indisolubles y sólo a través de su aplicación simultánea es posible producir con niveles internacionalmente competitivos (Schonberger, 1982), su implementación en México dista mucho de ser completa. Los estudios al respecto muestran que la aplicación de esos sistemas en la industria manufacturera es, en términos generales, inconexa y sin un enfoque integral (Gómez-Aguirre, 1990). En la mayoría de los casos, los gerentes de las empresas tienden a confundir el JAT o el CTC con el uso de algunas de sus herramientas básicas, como son el control estadístico de procesos, los diagramas de detección de errores, o a interpretarlos como meros instrumentos para reducir inventarios.

Concretamente Gómez-Aguirre (1990), después de llevar a cabo entrevistas en 64 plantas manufactureras involucradas en procesos de mejoramiento de calidad, concluye que: *i)* las compañías están más interesadas en resolver problemas de desperdicio de material, horas de re-trabajo o lotes de productos con baja calidad, que en desarrollar estrategias de organización de la producción; *ii)* los sistemas de CTC son básicamente diseñados en términos estáticos, a causa de que las empresas no incorporan la noción de aprendizaje gradual a través de diferentes etapas de desarrollo, y *iii)* el grado de "madurez organizacional" de una compañía no es considerado en la planeación y diseño de los procesos de calidad.[12]

[12] Ésta es una omisión importante ya que, a decir del autor, no es lo mismo aplicar estos sistemas a

Estas observaciones son más bien aplicables al subconjunto de plantas con baja o nula automatización que a las llamadas industrias de punta (Mercado, 1990). Ciertas ramas de la división de "productos metálicos, maquinaria y equipo" han sido consideradas desde inicios de los ochenta como importantes usuarios de sistemas flexibles de producción (Boon y Mercado, 1990; Unger, 1990; Zapata *et al.*, 1990). En particular, los grandes ensambladores y proveedores de la industria automotriz son considerados, como ya dijimos, los mayores impulsores de los cambios organizacionales y tecnológicos en el sector manufacturero (Sandoval, 1988, 1990; Carrillo, 1990; Micheli, 1990). Ellos han montado en el norte del país una red de aprovisionamiento bien organizada, que guarda cierto parecido con la forma de operación de los *transplantes japoneses* en Estados Unidos o de algunos distritos industriales de Europa.

Cabe advertir, empero, que la industria automotriz es organizacionalmente heterogénea y por lo tanto el tipo de relación entre los productores no es igual en toda la industria. Existen diferencias importantes en la forma como las plantas llevan a cabo su reestructuración productiva y en la forma como evalúan su localización. Los efectos espaciales y organizacionales derivados de la aplicación de dichos sistemas varían de empresa a empresa. Por eso resulta importante adentrarse en el estudio particular de las plantas para, de esa manera, entender los puntos centrales del fenómeno. Una estrategia adecuada es analizar las causas generales del establecimiento de las plantas, seguido de una explicación particular de los efectos del JAT/CTC sobre su funcionamiento.

Los nuevos criterios de localización en la industria automotriz (IA)

Los factores básicos

La industria automotriz ha tenido una importante participación en el programa de reestructuración económica, impulsado por el gobierno después de la crisis del modelo sustitutivo de importaciones (Wijnbergen, 1990). Su papel como líder exportador y generador de valor agregado en el sector manufacturero durante la década pasada, ha hecho de México uno de los países en desarrollo más volcados hacia el exterior (Núñez Pérez, 1990). Esto ha sido consecuencia directa del establecimiento de siete plantas orientadas a la exportación en el norte de México y de las estrategias adoptadas por las empresas trasnacionales (ET) para contrarrestar la caída de las ventas internas. Como está ampliamente documentado, la contracción de la demanda interna de automóviles causó pérdidas a la industria por un monto equivalente a 1 500 millones de dólares entre 1981 y 1986 (Shaiken y Herzenberg, 1987).

Para apoyar la exportación de componentes y automóviles, el gobierno favoreció la desregulación del sector automotriz al emitir dos decretos en 1983 y 1989. Mediante

empresas "infantes" que a las que ya son organizacionalmente "maduras", pues la posición competitiva de ambas en el mercado es una variable básica en la explicación del éxito de dichos sistemas. En la mayoría de las plantas "infantes" o "adolescentes" los programas de mejoramiento de calidad sólo provocan retrasos, ineficiencias, frustraciones y tiempo desperdiciado en rediseño.

ellos las ET pudieron: *i)* reducir progresivamente el porcentaje de contenido local en el ensamble de autos, impuesto como obligatorio por anteriores decretos, y *ii)* desgravar la importación de componentes consumidos por exportadores directos e indirectos de autopartes. Esto dio inicio a una nueva etapa entre el gobierno y las ET puesto que, por primera vez, la política oficial se ajustaba a las necesidades productivas de las últimas (Samuels, 1990). Las principales beneficiarias de estas disposiciones fueron las subsidiarias estadunidenses, quienes de esa manera pudieron establecer cinco plantas de ensamble y de motores en el norte de México. Estas plantas conforman desde entonces la base exportadora más grande de la IA en México.[13]

Las razones de su establecimiento son múltiples y complejas. Y aunque ya algunas han sido ampliamente estudiadas por varios autores (véanse Shaiken y Herzenberg, 1987; Sandoval, 1988; Shaiken, 1990, y Micheli, 1990), poco se sabe del peso diferenciado de cada variable en las diversas etapas de localización de la planta.

A fin de aclarar esto, hemos utilizado varias técnicas estadísticas para discriminar el peso de las variables consideradas por las plantas al momento de decidir su instalación, primero en México y después, en alguna parte del norte de la República. El primer paso consistió en agrupar 19 variables nominales en cinco bloques, que sintetizan las ventajas comparativas de localización de México en relación con otros países. Estos bloques o variables politómicas son: las estrategias corporativas de la firma (FCS); su interés por permanecer en el mercado mexicano-estadunidense (MMA); las restricciones o incentivos gubernamentales que dicha firma enfrenta en su país de origen (GCI); las presiones externas por segmentar su proceso productivo (EP); y los factores de atracción ejercidos por México (AF).

El cuadro 1 contiene el vaciado inicial de los datos relativos a los factores básicos de localización.[14] En la primera columna aparecen los bloques con sus respectivas

[13] Entre 1983 y 1987 las cinco plantas contribuyeron con 72% de los motores y 92% de los automóviles exportados por el país. Su valor exportado de autos se multiplicó más de 20 veces igualando el monto exportado de motores en 1987, no obstante que en 1983 la proporción había sido de 9 a 1 en favor del último. El porcentaje de autos vendidos al exterior respecto a sus ventas totales fue 12 veces mayor (39.7%) que cuatro años atrás (3.3%). Este vertiginoso crecimiento de las plantas estadunidenses transformó por primera vez el crónico déficit de la IA en superávit en 1987, al incrementar las exportaciones totales de 483.1 millones de dólares en 1983 a 3 204 millones de dólares en aquel año. Este *boom* empezó en 1983 como resultado del explosivo crecimiento de la producción de motores del complejo de Ramos Arizpe (abierto en 1979), que duplicó su producción respecto a 1982. Ese mismo año también entró en operación la nueva planta de motores de Ford en Chihuahua, la segunda más grande de México en capacidad (500 mil unidades por año) y un año después las de Nissan en Aguascalientes y de Renault en Durango. Paralelo a estas nuevas inversiones, dos plantas terminales fueron instaladas en el norte por Ford-Mazda (Hermosillo) y Nissan (Aguascalientes), y otras dos más fueron readaptadas por VW (en Puebla) y Chrysler (en Ramos Arizpe) entre 1985 y 1987; un poco antes, en 1981, GM había puesto en marcha otra planta para exportación. De entre todas éstas, la coinversión Ford-Mazda, en Hermosillo, fue la más significativa ($500mn) como resultado de su mayor capacidad para estampar y ensamblar vehículos: 135 mil por año.

[14] Por factores básicos se entiende aquellos que son determinantes para la instalación de la planta. No son obviamente los únicos que los administradores toman en cuenta al seleccionar determinado lugar, pero sí los que seguramente harían imposible la localización de la planta en México en caso de no existir.

Cuadro 1

Factores de localización de las plantas automotrices de exportación en México

	Tipo de planta			
		No maquiladoras		
Factores	*Maquiladoras*	*Autopartes*	*Motores*	*Ensambladoras*
Bloque FCS				
1. Interés por penetrar con ventaja en el mercado de Estados Unidos y Canadá.			1	
2. Reforzar posición en el mercado mexicano.		3a	1	1
3. Invertir sólo para exportar (balancear cuenta corriente).			1	1
4. Ampliar operaciones a otros países del TLC.		6a		
5. Vender a ensambladoras.	5	8a		
Bloque MMA				
6. Cercanía a centro de investigación, proveedores y mercados de Estados Unidos y Canadá.		8b	1	1
7. Eludir restricciones comerciales.				
8. Existencia de tarifas y cuotas de producción excesivas en Norteamérica (NA).				
9. Influencia de socios para invertir en México.		4a		1c
Bloque GCI				
10. Costosos niveles de contenido local en Norteamérica (NA) y otros países.		8b	2	
11. Disturbios monetarios y financieros.				

12. Acuerdos comerciales entre países.			
Bloque EP			
13. Leyes antimonopolio o de control ambiental.			
14. Problemas sindicales en Norteamérica (NA).	5	3	2
15. Elevados costos de producción en Norteamérica (NA).	3		
Bloque AF			
16. Menores costos relativos (transporte, fuerza de trabajo y materias primas) en México.			
17. Existencia de condiciones monetarias y financieras en México.			
18. Legislación flexible sobre trabajo e inversión extranjera directa.	8	3	2
19. Extabilidad política.			

FUENTE: Cuestionario y entrevistas aplicadas a 27 gerentes de plantas automotrices en el norte de México. La muestra representa más de 60% de este tipo de plantas y comprende a las firmas que exportan 85% del volumen total exportado (motores, autos y autopartes).

[a] Plantas de propiedad mayoritariamente mexicanas.

[b] Plantas de propiedad mayoritariamente extranjeras (Estados Unidos y Alemania).

[c] Ford Motor Co. en Hermosillo, Sonora.

NOTA: Los espacios en blanco significan que, para algunas empresas, otros países ofrecen mejores condiciones que México.

variables, mientras que en las restantes se encuentran clasificadas las respuestas por tipo de planta.

Una lectura rápida del cuadro nos advierte que las variables de cada bloque resultan casi igualmente importantes tanto para las firmas de autos y motores como para las de autopartes. Con excepción de lo que acontece en el bloque FCS, la mayoría de las plantas considera que las principales razones para venir a México son: la cercanía a los centros de investigación, proveedores y mercado de Estados Unidos y Canadá; la influencia de socios en el traslado a un tercer país neutral; la posibilidad de eludir ventajosamente reglas de origen muy costosas en Estados Unidos; evitar problemas con los sindicatos de Canadá y Estados Unidos, durante sus planes de expansión y, finalmente, la existencia de leyes de inversión y laborales flexibles.

Esta semejanza de intereses es consecuencia de que todas las plantas comparten el mismo proyecto de exportación en México. Las diferencias que surgen al considerar las estrategias (bloque FCS) y el tipo de empresa que emprende ese proyecto, sólo explican el hecho de que no todas las plantas reaccionan de igual manera al liderazgo impuesto por las armadoras estadunidenses de autos y motores. Por eso resulta importante descubrir si todas esas diferencias son producidas por todas las variables descritas en los cinco bloques o si hay un grupo especial de ellas que explica el comportamiento del resto. Esto se resuelve mediante una jerarquización estadística de los factores.

Para facilitar esa jerarquización, hemos considerado un modelo factorial (ortogonal y oblicuo) con m factores comunes, cuyas características más importantes se detallan a continuación (véanse Johnson y Wichern, 1992; Morrison 1976; Lawley y Maxwell, 1971).

Propiedades básicas del modelo factorial

El modelo factorial que consideramos es de la forma:

$$\underset{(p\times 1)}{X} = \underset{(p\times 1)}{U} + \underset{(p\times m)}{P}\,\underset{(m\times 1)}{F} + \underset{(p\times 1)}{E}$$

donde: U_i = media de la variable i

P_{ij} = peso o carga de la variable i-ésima en el j-ésimo factor

F_{ij} = j–ésimo factor común

F y **E** son vectores aleatorios no observables que satisfacen las siguientes condiciones:

a) **F** y **E** son independientes

b) $E(\mathbf{F}) = 0$, $\mathrm{Cov}(\mathbf{F}) = I$
c) $E(\mathbf{E}) = 0$, $\mathrm{Cov}(\mathbf{E}) = \psi$, donde ψ es una matriz diagonal.[15]

El modelo se apoya en dos métodos para calcular *clusters* con intravarianza igual a cero. El primero es el método por componentes principales (MCP), cuyos factores (o *clusters*) extraídos comprimen la mayor cantidad de información de las variables comunes al absorber la máxima varianza entre ellas. Concretamente, en este método, la matriz de las cargas estimadas $\{P_{ij}\}$ está dada por

$$\hat{P} = \left[\sqrt{\hat{\lambda}_1}\ \hat{e}_1 \quad \sqrt{\hat{\lambda}_2}\ \hat{e}_2 \quad \ldots \quad \sqrt{\hat{\lambda}_m}\ \hat{e}_m\right],$$

donde $\left(\sqrt{\hat{\lambda}_1}\ \hat{e}_1\right)\left(\sqrt{\hat{\lambda}_2}\ \hat{e}_2\right)\ldots\left(\sqrt{\hat{\lambda}_p}\ \hat{e}_p\right)$ es la pareja de eigenvalores-eigenvectores de la matriz de covarianza muestral $\mathbf{S}$; $\hat{\lambda}_1 \geq \hat{\lambda}_2 \geq \ldots \geq \hat{\lambda}p$; y $m < p$ es el numero de factores comunes. Las varianzas específicas estimadas son calculadas por los elementos diagonales de la matriz $S - PP'$, tal que

$$= \begin{bmatrix} \psi_1 & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & \psi_2 & \cdot & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & 0 & \psi_3 & \cdot & \cdot & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \psi_4 & \cdot & 0 \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ 0 & 0 & \cdot & \cdot & \cdot & \psi_p \end{bmatrix} \quad \text{con } \hat{\psi}_i = S_{ii} - \sum_{j=i}^{m} P_{ij}^2$$

Asimismo las varianzas comunitarias son estimadas como $\hat{h}_{2i} = P_{i1}^2 + P_{i2}^2 + \ldots + P_{im}^2$

El segundo método es el de máxima verosimilitud (MMV). Su lógica de formación de *clusters* es parecida a la del MCP, excepto por el hecho de que las varianzas se obtienen a través de estimadores de máxima verosimilitud. Estos estimadores maximizan:

Son, en una palabra, los que le dan a México la ventaja comparativa respecto a otros países. En ese sentido, los factores básicos se distinguen de los factores importantes (pero no definitivos) así como de los de apoyo logístico en que los últimos se encuentran en función de los primeros. Esta información está basada directamente en el cuestionario (preguntas 29 a 33) y en los estudios a profundidad que hicimos para cada planta.

[15] La estructura de covarianzas está dada por:

A. $\mathrm{Cov}(X_i) = PP' + \psi$ o

$\mathrm{Var}(X_i) = P_{i1}^2 + P_{i2}^2 + \ldots + P_{im}^2 + \psi_i$

$\mathrm{Cov}(X_i, X_k) = P_{i1}P_{k1} + \ldots + P_{im}P_{km}$

B. $\mathrm{Cov}(X, F) = P$ o

$\mathrm{Cov}(X_i, F_j) = P_{ij}$

$$P(u, \Sigma) = (2\pi)^{-np/2} |\Sigma|^{-n/2} e^{(-1/2)} \operatorname{tr} [\Sigma^{-1n} (\sum_{j=i}^{n} (xj - \bar{x}) (xj - \bar{x})' + n (\bar{x} - u) (x - u)')];$$

si y sólo si $P' \hat{\psi}^{-1}$ es la diagonal.

Las varianzas comunitarias son encontradas entonces calculando los estimadores de:

$\hat{h}_i^2 = \hat{P}_{i1}^2 + \hat{P}_{i2}^2 + \ldots + \hat{P}_{im}^2$ para $i = 1, 2, \ldots p$, tal que

$$\frac{\hat{P}_{1j}^2 + \hat{P}_{2j}^2 + \ldots + \hat{P}_{pj}^2}{S_{11} + S_{22} + \ldots + S_{pp}} = \text{Proporción de la varianza muestral total debido al factor } j\text{-ésimo.}$$

Nosotros aplicamos ambos métodos, "rotando" las cargas de las variables de cada factor o *cluster* en forma ortogonal y oblicua.[16] Una rotación se obtiene transformando $\hat{P}*$ en $\hat{P}T$, donde $T'T = I$ es una matriz ($p \times m$) de "cargas rotadas". En el caso de una rotación ortogonal la matriz de covarianzas estimada permanece inalterada, ya que:

$$\hat{P}\hat{P}' + \hat{\psi} = \hat{P}\,T\,T'\,\hat{P} + \psi = \hat{P}*\hat{P}*' + \psi$$

Esta rotación la llevamos a cabo mediante la normalización de Kaiser (varimax) ya que selecciona la transformación ortogonal **T** que hace

$$V = 1/p \sum_{j=i}^{m} \left[\sum_{j=i}^{p} \hat{p}*ij^4 - (\sum_{j=1}^{p} \hat{p}_{ij}^{*2})^2/p \right] \text{ tan grande como sea posible.}$$

Con la rotación oblicua, la matriz de covarianzas original se altera ya que aquí los *clusters* están traslapados. Esta rotación es utilizada cuando se pretende estudiar interacción entre los factores (contrario a la otra rotación) y por lo tanto la varianza entre ellos no es eliminada.

Para conocer directamente el grado de interacción de los factores (en el caso de una rotación oblicua) o para probar la influencia de cada factor en la explicación de una variable (en caso de una rotación ortogonal), es necesario estimar los *factor scores*. Éstos se obtienen calculando el *score* de cada observación en cada factor.[17] Los dos procedimientos aquí utilizados son:

[16] Para diferenciar ambos tipos de rotaciones consideremos los m factores comunes como ejes coordenados ($p_{i1}, p_{i2}, \ldots, p_{im}$), donde el punto con las m coordenadas representa la posición de la n-ésima variable en el espacio factorial. Al estar agrupadas las variables en *clusters* no traslapados, una rotación ortogonal a una simple estructura constituye una rotación rígida de los ejes coordenados, tal que los ejes, después de la rotación, pasan muy cerca de los *clusters*. Por el contrario, una rotación oblicua es una rotación no rígida del sistema coordenado, tal que los ejes rotados (ya no más perpendiculares entre sí) pasan muy cerca a través de los *clusters*.

[17] A diferencia de los coeficientes del patrón factorial, estimados por MCP o MMV, que miden la asociación entre variables y factores, los *factor scores* miden la asociación entre casos y factores.

a) mínimos cuadrados ponderados:

$\hat{f} = (\hat{P}_z^{*\prime} \hat{\psi}_z^{-1} P_z^{*})^{-1} \hat{P}_z^{*\prime} \hat{\psi}^{-1} Z$, el subíndice z se refiere al vector de observaciones estandarizados; y

b) regresión:

$\hat{f} = (\hat{P}_z^{*\prime} R^{-1} Z)$, R es la matriz de correlación.

Los resultados

El análisis factorial basado en las cinco variables politómicas reveló que sólo dos factores resultaron importantes en la explicación de las causas del establecimiento de las plantas. Estos dos factores que aparecen desplegados en la primera parte del cuadro 2 sintetizan la información principal contenida por los cinco bloques, ya que ambos contribuyen a explicar 73% de la varianza en todas las variables.[18] En particular el factor 1 es el más significativo de los dos pues, con un eigenvalor de 2.20418, "absorbe" 44.1% de toda la varianza de sus variables asociadas.

Lo interesante del caso es que cada factor privilegia unas variables sobre otras, facilitando la identificación de las causas más importantes del emplazamiento. De acuerdo con el mismo cuadro (parte derecha) la carga o *factor loading*[19] de FCS y MMA es mayor en el factor 1 que en el 2. Lo cual quiere decir que ambas variables imprimen a ese factor sus rasgos predominantes. A este factor lo denominaremos factor "estrategia para exportar desde nuevos mercados", en virtud de las características comunes de dichas variables. De la misma manera, el factor 2, que tiene un gran peso o *loading* sobre GCI (.74857), EP (.78596) y AF (.64473), puede ser considerado como un factor de "atracción y rechazo", ya que comprime variables de localización en ambos sentidos.

Al ponderar el peso de estos factores en las decisiones de localización de las plantas automotrices, se encontró, a su vez, que únicamente una variable politómica del factor "estrategia para exportar ..." resultó estadísticamente significativa. Ésta fue FCS. El procedimiento para llegar a esta conclusión incluyó dos pasos sucesivos.

El primero consistió en calcular los *factor scores*[20] de los dos factores previamente seleccionados, considerando una rotación oblicua de las cargas. El resultado que se

[18] Esta aseveración se basa en el hecho de que el análisis factorial computado por MCP calcula cada factor considerando la máxima varianza en todas las variables. Por ejemplo, el factor 1 explica la máxima varianza posible en la primera "corrida" de todas las variables; el factor 2 explica la máxima cantidad de varianza remanente, y así sucesivamente hasta que no haya varianza significativa que explicar; el número de factores no puede ser mayor que el de variables. El coeficiente de correlación de los factores computados por componentes principales es cero, ya que bajo este método son ortogonales.

[19] El *factor loading* indica la importancia relativa de los factores en la explicación de la varianza de determinada variable.

[20] Los *factor scores* fueron calculados por el método de mínimos cuadrados ponderados. Cabe aclarar aquí que no ensayamos ninguna regresión entre los coeficientes de los *factor scores* y *loc*, ya que

Cuadro 2

Extracción de factores de "localización en México" por componentes principales y rotación no ortogonal

	Medidas obtenidas por componentes principales						*Medias obtenidas por rotación oblicua*	
Variables	*Factores*	*Varianza comunitaria*	*Varianza específica*	*Eigenvalores*	*Porcentaje de varianza acumulada*	*Factores seleccs.*	*Peso o carga est. de* $\hat{F}$ $(\rho_{ij} = \sqrt{\hat{\lambda}_i}\,\hat{\varepsilon}_{ij})$	
	F	$\hat{h}^2 i$	$\psi i = 1 - \hat{h}^2 i$	$\hat{\lambda} i$		$\hat{F}$	$\hat{F}1$	$\hat{F}2$
FCS	1	0.80017	0.19983	2.20418	44.1	$\hat{F}1$	0.81717	– 0.27430
MMA	2	0.90824	0.09176	1.44540	73	$\hat{F}2$	0.94134	– 0.331008
GCI	3	0.5723	0.4277	0.80017	89		– 0.4984	0.74857
EP	4	0.6155	0.3645	0.35075	96		– 0.18743	0.78596
AF	5	0.75336	0.24664	0.19950	100		– 0.50508	0.64473

NOTA:

[1] $\sigma_{ii} = \rho_{i1}^2 + \rho_{i2}^2 + \ldots + \rho_{im}^2 + \psi_i$, donde $\rho_{i1}^2 + \rho_{i2}^2 + \ldots + \rho_{im}^2 = \hat{h}_i^2$. En este caso las cargas (ρ_{ij}^2) elevadas al cuadrado y sumadas a ψi no son iguales a σ_{ii} porque no fueron estimadas por métodos ortogonales sino oblicuos.

[2] $\hat{\lambda} i = \rho' \Sigma \rho i = \mathrm{Var}(Yi)$ donde ρi son los correspondientes vectores de los coeficientes de $\hat{\lambda} i$. La igualdad puede ser fácilmente demostrada si se tiene en cuenta que por componentes principales la $\mathrm{Var}(Y_i) = \rho' i \Sigma \rho i$ y que cada componente es una combinación lineal no correlacionada con máxima varianza. La idea por lo tanto es maximizar $\rho \neq 0$ $(\rho' \Sigma \rho)/(\rho' \rho) = \hat{\lambda} i$ sujeto a que $\rho = \rho i$ (1).

Por el teorema de maximización de formas cuadráticas para puntos de esfera unitaria sabemos que máx $x \neq 0 \dfrac{x' Bx}{x'x} = \hat{\lambda} i$ donde B es una matriz positiva definida con eigenvalores $\lambda 1 \geq \lambda 2 \geq \lambda 3 \geq \ldots \geq \lambda p \geq 0$ y eigenvectores normalizados $\rho_1, \rho_2 \ldots \rho_p$. Al sustituir B por Σ (o matriz de covarianza cero con eigenvalores $\lambda 1 \geq \lambda 2 \geq \lambda 3 \geq \ldots \geq \lambda p \geq 0$ y aplicando la condición (1) encontramos que $\lambda 1 = (\rho' \Sigma \rho i)/(\rho' \rho i) = (\rho' \Sigma \rho i) = \mathrm{Var}(Yi)$ ya que $(\rho' \rho i)$ son eingenvectores normalizados u ortogonales (iguales a 1).

[3] El porcentaje de varianza acumulada se calcula dividiendo $\Sigma \lambda i / n$ donde n es el número de variables.

muestra en las gráficas 1a y 1b indica que sólo los *factor scores* del factor 1 presentaron una distribución elipsoidal, lo cual es indicativo de la estrecha relación que existe entre las cargas rotadas y los valores calculados para cada una de las 27 observaciones. Cuando esa relación es perfecta, los pares de valores forman una recta de 45°. En caso contrario, los *factor scores* presentan una distribución alejada de ese patrón, indicando que el factor en cuestión no es importante como "medida resumen". En este sentido el factor de "atracción y rechazo" no es significativo para explicar las decisiones de localización de las plantas en México.

El segundo paso fue verificar si las variables privilegiadas por el factor 1 eran igualmente importantes. Para tal efecto se corrieron dos regresiones múltiples que incluyeron como variables independientes a FCS y MMA, por un lado, y a GCI, EP y AF, por otro lado; en ambos casos la variable localización fue la dependiente.[21] La idea con esta división es aislar a los bloques con mayor carga en el factor 1 de los predominantes en el factor 2, para así comprobar de una manera indirecta el resultado alcanzado en el paso anterior.

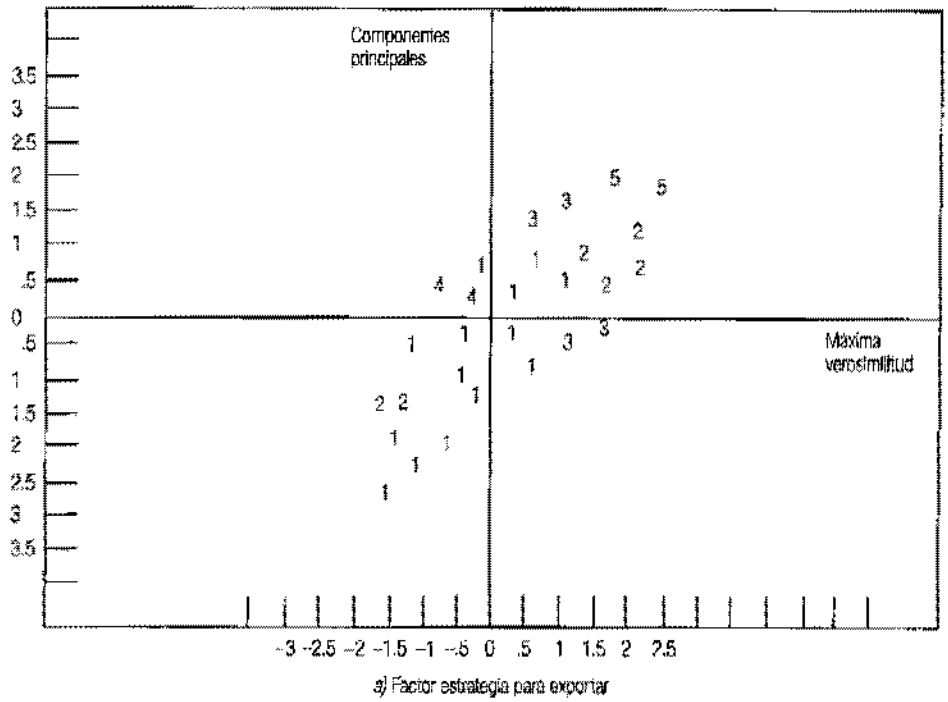
En la primera regresión (véase el cuadro 3), sólo el predictor de FCS resultó estadísticamente significativo;[22] por lo que esta variable es la única que evidenció cierta

el método de rotación que seleccionamos aumenta fuertemente la colinealidad de los factores. Más adelante (véase el cuadro 7) eliminamos este problema al ortogonalizar los factores mediante el método de rotación de máxima verosimilitud, con base en matrices de rango total.

[21] A pesar de que localización fue originalmente clasificada dicotómicamente en el cuestionario, en el sentido de que se le asignó un "1" cuando la empresa consideró la variable en cuestión básica para su instalación en México y un "0" en caso contrario, no fue tratada así en estas regresiones. Aquí se tomó como una variable unidimensional que debe interpretarse como la decisión de las empresas que seleccionaron "1" dado que "0" es descartado (tal como está dispuesta la información en el cuadro 1). En otras palabras, la probabilidad de optar por México (opción "1") es la certeza; no hay probabilidad intermedia entre 0 y 1. Este es un método válido para variables independientes no aleatorias que son tabuladas cualitativamente. Las regresiones presentadas a continuación no son más que funciones lineales entre las decisiones de esas empresas que escogieron a México y los cinco bloques de variables que explican las razones básicas de por qué lo hicieron. Cada variable nominal de esos cinco bloques fue a su vez clasificada como básica, importante, logística e irrelevante (esto mismo se repitió para las demás regresiones). En algunos casos las dos primeras categorías fueron agrupadas en "básicas" para evitar que las celdas de la matriz de respuestas de algunas variables estuvieran subrepresentadas (en particular cuando los gerentes consideraron a una variable básica e importante a la vez). Las respuestas fueron avaladas por documentos internos de las empresas e investigaciones de caso existentes. En otro documento, desarrollamos un modelo logit de la forma $L_n [Y_i/1 - Y_i] = B'x_i + u_i$ en la que tratamos a la variable dependiente localización como variable dicotómica, pues ahí sí nos interesaba conocer por qué las empresas consideraron la opción "0" (otros países) como relevante (Ramírez, 1993).

[22] El estimador de FCS es significativo al 0.3% , mientras que el de MMA lo es a 12.3%. Así que al construir un intervalo de confianza razonable para B2 estimado, no fue posible rechazar la hipótesis nula de "no influencia sobre *loc*". El predictor MMA tuvo, en consecuencia, que ser eliminado dada la alta probabilidad de cometer un error tipo I. Decidimos no correr otra regresión, considerando sólo a FCS como predictor, porque lo que importaba era resaltar la significancia estadística de la influencia de esta variable sobre *loc*, no más. Indudablemente esta nueva regresión hubiera ayudado mucho a mejorar las medidas de asociación múltiple (coeficiente de correlación y determinación). En general, estas medidas son muy bajas para datos de sección cruzada y no pueden ser tomadas como fieles indicadores de la bondad global del ajuste.

Gráfica 1a
Pares de *factor scores* obtenidos por mínimos cuadrados ponderados de acuerdo con el MCP y MMV

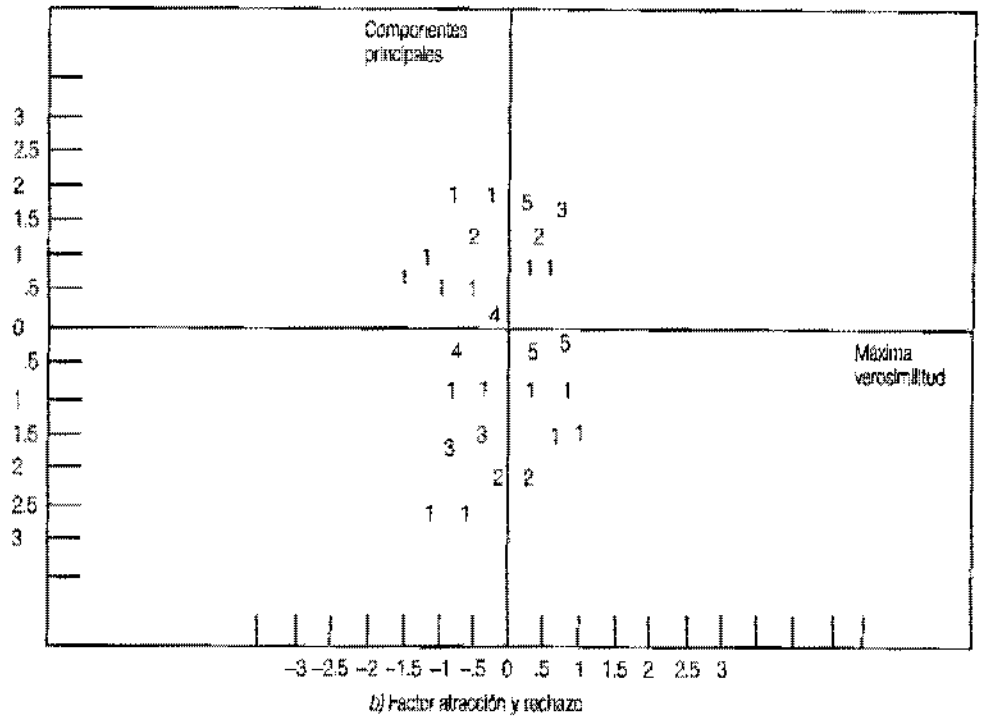


influencia en las decisiones de localización de la planta. En el caso de la segunda regresión, la probabilidad de las desviaciones atribuibles a errores muestrales resultó muy alta, lo que nos llevó a descartar la relación indicada por los predictores de GCI, AF, EP.[23]

Consecuentemente, al ser el predictor de MMA poco significativo, FCS se convierte en la causa determinante de localización de las plantas en México. Y por determinante se entiende aquí no la única causa, sino aquella que permea todo el proceso de selección. Esto fue ampliamente confirmado por 92% de los gerentes entrevistados, quienes señalaron que al menos una de las variables comprendidas en FCS determinó de principio a fin su decisión de venir a México. Estas variables que aparecen en el cua-

[23] La graficación de los residuos estandarizados *vs* los valores de los predictores estandarizados, indica que el ajuste del modelo no es bueno ya que los residuos no están distribuidos normalmente respecto a cada valor de los predictores. Los valores de los predictores están bastante alejados de la media de la variable estandarizada. Por otra parte, los parámetros son significativos al 76% (GCI), al 48% (EP) y al 25% (AF), por lo que los intervalos de confianza de cada uno de los B*i* estimados incluyen a B*i* = 0. Esto obligó a no tomar en cuenta ninguna de las estimaciones del modelo de ajuste, ya que las hipótesis nulas para cada B*i* estimado resultaban difícil de rechazar a niveles razonables. Paralelo a estas regresiones desarrollamos pruebas de chi cuadrada desagregadas y comprobamos que las mayores desviaciones en las celdas se daban al contrastar esas variables. Esto también fue confirmado con la prueba total de Fisher.

Gráfica 1b
Pares de *factor scores* obtenidos por mínimos cuadrados ponderados de acuerdo con el MCP y MMV



b) Factor atracción y rechazo

dro I son: *1)* la posibilidad de penetrar con mayores ventajas en el mercado estadunidense; *2)* el interés por reforzar su posición en la industria de México; *3)* producir para exportar; *4)* expandir operaciones en los tres países de Norteamérica y *5)* exportar indirectamente a través de la venta a los grandes ensambladores.

Las diferentes estrategias de localización

Cada uno de estos criterios es percibido de distinta manera por los productores. Las prioridades estratégicas de las maquiladoras son, para empezar, distintas a las de las no maquiladoras al momento de su instalación. Mientras las primeras se ubican en México para vender exclusivamente a los ensambladores estadunidenses, para las segundas el espectro de alternativas es más amplio. Veamos esto con más detenimiento.

a) Las plantas de autopartes

Las plantas de autopartes que no son maquiladoras adoptan ciertos criterios de localización dependiendo de su antigüedad y origen de capital. Las que se instalaron antes de 1983 (30% del total) consideran que las razones (2) "interés por reforzar su posición

Cuadro 3

Modelos para *loc* en el norte de México

Variable	*Modelo 1*	*Modelo 2*	*Evaluación*
Constante	0.85417 (0.41864) [0.049]	2.459556 (5.16023) [0.734]	Las pruebas de bondad de ajuste indican que las variables del modelo 1 sí explican significativamente a *loc* en forma conjunta. La situación cambia al llevar a cabo las pruebas de hipótesis para las variables con altos valores de *p*. De acuerdo a un intervalo de confianza construido para $(\beta_2 + t_{33}(0.025)\sqrt{\mathrm{Var}(\beta_2)})$ éste quedó incluido en el intervalo (-0.100277, 0.72527); por lo que dado FCS, MMA agrego poco a la explicación de *loc*. Esta misma conclusión fue alcanzada al calcular el estadístico del multiplicador de Lagrange. En este caso los valores *p* obtenidos al regresionar el vector residual del modelo restringido (sin β_2) con las variables del modelo no restringido, resultan excesivamente altos para β_2 (Error Tipo 1 muy grande). Estos ajustes se desarrollaron bajo el supuesto de esfericidad de errores (véanse las notas correspondientes).
FCS	0.1667 (0.05028) [0.003]		
MMA	0.31250 (0.19563) [0.123]		
GCI		0.11905 (0.3102) [0.75932]	
EP		–0.54784 (0.7242) [0.47625]	
AF		–0.22413 (0.1882) [0.2523]	
R^2	0.31597	0.19193	
R^2	0.25897	0.08653	
Error estándar	0.41353	0.44473	
F	5.54315	1.822096	
Significancia de f	0.0105	0.17152	

D-W	1.8342	1.4021	En el modelo 2 ninguna prueba (total o parcial) pudo rechazar la hipótesis de independencia. Ya que el modelo está correctamente especificado concluimos que las variables no son estadísticamente significativas para explicar *loc*.
Prueba conjunta de Wald y del Multiplicador de Lagrange	Se rechaza la H0 de independencia para $F_{2,24(0.05)}$ $\chi_{2,25(0.05)}$	No se rechaza $H_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$ para $F_{2,24(0.05)}$ $\chi_{2,23(0.05)}$	
Prueba parcial de Wald y Lagrange	No se rechaza $H_0 : \beta_2 = 0$	No se rechazan individualmente $H_0 : \beta_i = 0$	

NOTA: Los valores entre paréntesis redondos y cuadrados representan, respectivamente, la desviación estándar y los valores p para pruebas de dos colas ($p\ t > (t_c)$.

Tanto en estos modelos como en los incluidos en el cuadro 8, incorporamos los datos de 8 productores de "segunda fila" (que pertenecen a Nemak, Vitroflex, Metalsa y Cifunsa). De esta manera se puede mantener sin violación el supuesto de normalidad para muestras pequeñas. En ambos modelos los grados de libertad son iguales o mayores que 30.

en la industria de México" y (4) "expandir operaciones en los tres países de Norteamérica" son decisivas para explicar su emplazamiento en el norte. Para ellas, las ventas a los ensambladores de exportación son sólo un mecanismo más (no obstante muy importante) para colocar sus productos en el extranjero. Su sólida posición en el mercado nacional les permite alternar sus proyectos de abastecimiento nacional con la exportación indirecta a través de la venta a las *Big Three*.

La mayoría de esas plantas son monopolistas nacionales que recientemente se han asociado con tecnólogos extranjeros para cumplir los requerimientos de calidad y diseño exigidos por las ensambladoras. Están ubicadas en el corredor industrial Monterrey-Saltillo desde hace varias décadas y han creado nuevas divisiones en el perímetro de influencia de las viejas casas matrices. Sus principales actividades giran en torno a la elaboración de monoblocks, cristales, cables, arneses, suspensiones, chasises y parabrisas, y cuentan con una cimentada red de proveedores nacionales y extranjeros.

En cambio, para las plantas que se instalaron después de 1983, la razón (5) "exportar indirectamente a través de la venta a los grandes ensambladores", es de vital importancia ya que sus operaciones dependen de los contratos con las *Big Three*. Estas plantas se componen de proveedores de "primera fila" que son filiales de ET independientes o de las mismas ensambladoras. Los primeros se especializan en las fases terminales del proceso (estampado, pintura, químicos, sellado y llantas) y trabajan prácticamente sin redes de aprovisionamiento nacional. Los segundos, en cambio, colaboran con proveedores de segunda fila (nacionales o extranjeros) en la producción de partes de plástico, tableros, interiores, estampados, etc. Todos estos proveedores, sin excepción, consideran la razón (5) y el cabildeo ejercido por sus matrices en Estados Unidos, como las causas más importantes de su instalación.[24]

Estas diferencias de criterios son explicables por la naturaleza del producto de cada tipo de planta. Los productores nacionales se concentran en productos de alta estandarización donde México tiene ventajas comparativas sobre otros países competidores. Booz-Allen y Hamilton (1987) señalan, por ejemplo, que los costos en fundición de aluminio y en barras de aluminio y acero son entre un 15 y 20% más bajos en México que en Brasil, Taiwán y Korea. Estas ventajas permiten a Cifunsa o Nemak competir internacionalmente en productos, como monoblocks, cabezas de aluminio y hierro gris, que conforman el grueso de la canasta exportadora nacional. La reciente aplicación de sistemas JAT/CTC , ha permitido a esas plantas mejorar sus estándares de calidad y tiempos de entrega sustancialmente. En la actualidad, sus economías de alcance por tonelada fundida, entregada justo a tiempo y con niveles de rechazos menores de tres sigmas, es comparable con la obtenida por las empresas estadunidenses (datos ofrecidos por los gerentes).

A causa de lo anterior, y de que los nuevos materiales y la tecnología de proceso

[24] El "cabildeo" es un criterio que está comprendido en una variable de EP y por eso no aparece correlacionada con ninguna de las variables de FCS. Sin embargo, como veremos más adelante, la asociación de EP y FCS es muy estrecha cuando las empresas optan por un lugar específico del norte.

son suministrados por la misma red de productores del complejo, la contratación *in situ* de esos proveedores es un juego de suma positiva para las dos partes. Las *Big Three* pueden no sólo cubrir el requisito de contenido nacional exigido por el decreto de 1989, sino también canalizar exportaciones baratas y de alta calidad. Los proveedores nacionales, a su vez, pueden balancear su cuenta corriente a costa de reducir su capacidad ociosa sin grandes costos de instalación.[25]

Para los otros proveedores, las reglas de incorporación al complejo son más estrictas. En particular, los productores de artículos localizados en la etapa final de ensamble son contratados por la ensambladora desde antes de su instalación en México. La baja estandarización de sus procesos, la gran tasa de innovación en sus materiales y, en general, la necesidad de mantener en secreció la tecnología del producto, son variables que influyen en la selección de *international champions* o filiales de sus mismas divisiones. Son plantas hechas a la medida, cuya ventaja competitiva se basa en la diferenciación de productos por medio de la aplicación de tecnologías flexibles. Hay de hecho plantas de una misma firma que producen el mismo artículo con métodos totalmente diferentes.

b) Las plantas terminales

Para las armadoras de autos y motores la situación es un tanto distinta, ya que en su caso las variables a considerar son: *1)* el deseo de montar una base exportadora para penetrar competitivamente en el mercado estadunidense; *2)* la necesidad de reforzar su posición en el mercado nacional, y *3)* localizar un lugar en el cual se invierta sólo para exportar. Cada una de estas razones tiene, sin embargo, una historia diferente en cada empresa, sobre todo porque las fusiones, *takeovers* y acuerdos tecnológicos, que tuvieron lugar desde mediados de la década de los años setenta, las afectó de manera desigual.

Así tenemos que aun cuando las armadoras de autos y motores se instalaron en el norte con el doble propósito de balancear su déficit comercial interno (y así asegurar su posición en el mercado local) y de enfrentar ventajosamente la competencia nipona, las condicionantes de sus emplazamientos fueron diferentes. La planta Ford-Hermosillo es una respuesta directa de esta trasnacional y Toyo Kogyo, a la coinversión celebrada entre GM y Toyota en California para producir autos medianos (Micheli, 1990). Su traslado de Freemont Ca. a Hermosillo terminó por decidirse porque, entre otras cosas, el sindicato de la Union of American Workers (UAW) se oponía a los planes de automatización de la firma. En este sentido, la instalación de la planta de ensamble en el norte responde al deseo de la trasnacional de enfrentar la fusión de sus rivales con plantas *After Japan*, tomando como plataforma un país con bajos costos de operación.

Un rasgo esencial de las inversiones de Ford en México es su interés por adquirir

[25] Las ventajas que ofrece Monterrey (*brownfield*) son comparables a las de Saltillo (*greenfield*), en virtud de que sus peculiares condiciones (sindicatos blancos, perfecta centralidad, etc.) permiten la aplicación expedita del JAT/CTC.

más componentes de proveedores independientes que sus rivales estadunidenses[26] (Unger, 1990). Sus plantas en Hermosillo y Chihuahua cuentan de hecho con el mayor número de proveedores independientes en la industria automotriz de exportación.

Por su parte, la GM adoptó una estrategia ligeramente diferente a Ford porque sus planes de automatización se vieron truncados por un acuerdo celebrado con su sindicato. Según el acuerdo, la planta no puede producir más allá de 14% del modelo "A" (su producto principal), lo que hace incosteable cualquier proyecto de automatización masiva. De aquí que su estrategia de localización dependa más de factores ligados con la adopción de esquemas organizacionales, que del uso de maquinaria reprogramable compleja, como en el caso de Ford-Hermosillo.

Tradicionalmente, esta trasnacional ha tendido a reproducir en México su mismo esquema mundial de integración vertical y horizontal, consistente en adquirir la mayor parte de sus componentes de sus propias plantas proveedoras (Unger, 1990, p. 152). Sin embargo, esta situación ha venido cambiando con el paso del tiempo, porque si bien esta trasnacional es la mayor propietaria de plantas automotrices en el país, su red de aprovisionamiento nacional está en constante crecimiento. De hace cinco años a la fecha, GM ha emprendido un agresivo programa de desarrollo de proveedores nacionales, incluso en productos de baja estandarización.

Por último, Chrysler ha adoptado una estrategia de localización mixta, en el sentido de que combina las ventajas comparativas que el país ofrece en la manufactura de motores con la necesidad de atender los mercados de mayor expansión. México es el tercer país más importante para Chrysler después de Estados Unidos y Canadá, y por lo mismo siempre ha sido considerado un objetivo básico en las estrategias instrumentadas por la trasnacional. La grave crisis financiera que atravesó esta firma en los años ochenta la obligó al saneamiento de sus finanzas, mediante una estricta política de racionalización de su producción mundial. La planta de motores del norte responde a esas políticas porque con ella la firma logró corregir su enorme déficit nacional a la vez que aseguró una creciente participación en el mercado de ciertos modelos (Dávila, 1988)

Al igual que el resto de las plantas del complejo de Ramos Arizpe, los motivos locacionales de esta subsidiaria de Chrysler están más ligados con la posibilidad de aplicar tecnologías organizacionales que con la automatización. Esto obedece en buena medida a que esta firma basa preferentemente su producción en la simplificación de modelos que en su diferenciación (la cual requiere un uso más intensivo de hardware). Su integración hacia atrás es realmente escasa ya que los componentes de esas etapas son ofrecidos en su mayoría por proveedores nacionales (de hecho las plantas de GM y Chrysler comparten los mismos productores de monoblocks y partes para motor).

En suma, las cinco plantas estadunidenses que están ubicadas en el norte, seleccionaron a México porque les permitía cumplir con los objetivos estratégicos contenidos en las razones 1, 2 y 3. Las diferencias de percepción acerca de la importancia

[26] Lo cual está en conformidad con su estrategia de aprovisionamiento global (*global sourcing strategy*), ya que no hay que olvidar que Ford es la compañía estadunidense que incorpora la mayor proporción de componentes producidos fuera de Estados Unidos.

individual de dichas razones se explica por la particular situación de cada compañía. Ford ponderó cada una de esas razones en función de las mayores posibilidades de automatización que le ofrecía su traslado. Para esta firma, la ubicación en México era esencial para cubrir con ventaja el requisito de automatización impuesto por su socio japonés. Las ventajas ofrecidas por la política mexicana de "manos libres" (cristalizada en los dos últimos decretos de la IA) acrecentó aún más el atractivo del traslado pues, la firma pudo de esa manera formar centros de consolidación en Monterrey, Saltillo, México, Chihuahua y Sonora, con base en proveedores de clase mundial.

Las otras dos compañías encontraron importantes las tres razones, por su posibilidad de expandir su estrategia de aprovisionamiento global *(global sourcing)* bajo esquemas avanzados de organización flexible. En el caso de GM, hubo el atractivo adicional de salvar el obstáculo que representan los restrictivos acuerdos con la UAW, ya que la subcontratación de proveedores localizados fuera de la influencia del sindicato representan un importante ahorro de costos. En Chrysler, al igual que las otras plantas de motores de GM y Ford, las ventajas comparativas de los productores nacionales en insumos claves (como monoblocks, partes para motor, etc.) resultaron de suma importancia para sanear su finanzas.

La gran relevancia que las tres trasnacionales conceden a sus operaciones en México, se ve reflejada en el papel geoeconómico que juegan estas filiales. Ellas son las tres exportadoras más importantes de América Latina, después de las empresas petroleras de Brasil, Venezuela y México (*América Economía*, 1993). El nivel tecnológico de las dos plantas de Ford es comparable a las mejores en el mundo, y muchas veces han sido pioneras en la aplicación de técnicas que posteriormente son implantadas en otras plantas de Estados Unidos. El complejo de Ramos Arizpe ha sido desde hace cuatro años protagonista de una profunda reestructuración dirigida a convertir a México en sede de lanzamiento de nuevos modelos. Actualmente estas plantas han expandido sus operaciones a costa del cierre de plantas en Estados Unidos con menor productividad. Por todo esto, la decisión de localizar esas plantas en México forma parte de un proyecto destinado a concentrar en este país operaciones que antes eran enviadas a Brasil o Argentina. México ha pasado a ser uno de los pocos centros de consolidación de estas corporaciones que, como veremos, funcionan bajo una estrategia llamada *management-centred.*

La importancia del JAT/CTC en las decisiones de localización

Sin duda, las estrategias de las plantas están conectadas a otras variables. El bloque FCS sólo expresa las razones de alto orden que están detrás de la instalación de las plantas en México, no más. Por eso es que para dar un cuadro completo de su ubicación en el norte del país, es conveniente agregar una lista de variables más amplia. Esta lista adicional comprende 10 variables nominales (véase el cuadro 4) que, como en el caso anterior, fue necesario reducir a las siguientes tres variables politómicas: la existencia de fuerza de trabajo unifuncional y tradicional (FT), la importancia de los factores weberianos (FW) y la aplicación de JAT/CTC (JAT).

Cuadro 4
Factores básicos de localización de las plantas automotrices en el norte de México

	Tipo de planta			
		No maquiladoras		
Factores	*Maquiladoras*	*Autopartes*	*Motores*	*Ensambladoras*
Bloque FT				
1. Fuerza de trabajo calificada tradicionalmente				
2. Disponibilidad de ingenieros y técnicos				
3. Centros de entrenamiento formal				
Bloque FW				
4. Buena infraestructura	3			
5. Incentivos gubernamentales federales y estatales (gasoductos, créditos, cesión de lotes, excención de impuestos)	2	2	4[a]	2
6. Menores costos de transporte, fuerza de trabajo y disponibilidad de materias primas				
Bloque JAT				
7. Fuerza de trabajo no sindicalizada y polivalente			1	
8. Relaciones contractuales flexibles y eliminación de sistemas escalafonarios			1	1
9. Uso de técnicas de JAT/CTC bajo una organización flexible		8[b]	1	1
10. Existencia de proveedores JAT de segunda y tercera fila	5	4[a]		

FUENTE: Cuestionario y entrevistas aplicadas a 27 gerentes de plantas automotrices en el norte de México.

NOTA: Los espacios en blanco significan que, para algunas empresas, otros lugares del país ofrecían al menos las mismas condiciones que el norte.

[a] Plantas de propiedad mayoritariamente mexicana.

[b] Plantas de propiedad mayoritariamente extranjera (Estados Unidos y Alemania).

Cuadro 5

Extracción de factores de "localización en el norte de México" por componentes principales y rotación

		Medidas calculadas por componentes principales				*Medidas calculadas por rotación oblicua*			
Variables	*Factores* F	*Varianza comunitaria* h_i^2	*Eigen-valores* $\hat{\lambda}_i$	*Porcentaje de varianza acumulada*	*Factores seleccs.* $\hat{F}$	*Pesos o cargas estimadas de* $\hat{F}\left(e_{ij} = \sqrt{\hat{\lambda}\,\hat{e}_{ij}}\right)$		*Correlación de cada variable con cada factor* (r_{Fi})	
						$\hat{F}1$	$\hat{F}2$	$\hat{F}1$	$\hat{F}2$
FCS	1	0.35647	3.90007	48.8	$\hat{F}1$	-0.59234	-0.09093	-0.59009	-0.07626
MMA	2	0.77476	1.84252	71.8	$\hat{F}2$	0.88036	0.00727	0.88018	-0.01452
GCI	3	0.78039	0.85618	82.5		0.87250	-0.11843	0.87543	-0.14003
EP	4	0.67896	0.66053	90.7		0.72016	-0.38299	0.72964	-0.40081
AF	5	0.81685	0.37395	95.4		0.89897	0.11818	0.89604	0.05593
FT	6	0.82607	0.24884	98.5		-0.01273	0.90848	-0.03522	0.90880
FW	7	0.82722	0.07872	99.5		0.08118	0.90790	0.05870	0.90589
JAT	8	0.68187	0.03919	100.0		0.81945	0.12410	0.81638	0.10382

Cuadro 6
Matriz de correlación entre *loc* y JAT con el resto de las variables

Variables	*Loc*	*JAT*
Loc	1.0000	0.02868
FCS	0.0428	0.04264
MMA	0.02923	0.05754**
GCI	0.03772	0.05754**
EP	0.02772	0.05588*
AF	0.01167	0.07731
FT	–0.0428	–0.01866
FW	–0.01924	–0.0381
JAT	0.02868	1.0000

NOTA: significancia (1 cola) * –0.01, ** –0.001.

Los resultados del segundo análisis factorial (véase el cuadro 5) realizado sobre todas las variables politómicas relativas a las 27 plantas del norte, arrojaron dos factores con características distintas a los de la primera corrida.[27] La inclusión de JAT incrementó el peso o *factor loading* del factor 1 sobre las variables que son condicionantes de su operación (esto es sobre todas, menos FT y FW), mientras que el factor 2 sólo tuvo gran carga sobre FT y FW.

Esta es una conclusión hasta cierto punto natural, ya que al construir una matriz de correlación entre JAT, *loc* y las variables restantes de los dos factores, es posible observar los diversos sentidos de dependencia entre ellas (véase el cuadro 6). Los coeficientes de correlación de las dos primeras con las variables del factor 1 (FCS, AF, EP y GCI) son positivos mientras que con FW y FT son negativos. Lo cual tiene sentido pues, con una estrategia competitiva basada en la exportación, crece la necesidad por el uso de JAT/TQC, a la vez que disminuye la importancia de los factores weberianos en la explicación del establecimiento de las plantas[28] (véase Mair *et al.*, 1986).

Para apreciar mejor esto y hacer más evidente el papel articulador del JAT sobre las variables que determinan la instalación de una planta en el norte, hemos incluido

[27] Este mismo resultado lo encontramos por medio de un análisis discriminante. De acuerdo con ese análisis, dos funciones discriminantes canónicas explicaban la totalidad de la varianza de las variables incluidas. Las lambdas de Wilks *after function* mostraron que la proporción de varianza remanente después de que se removieron los efectos de la función 1 (que privilegia las variables del factor 1 en el análisis factorial) fue de 0.25. Lo cual indica que los efectos de esa función son mucho mayores que los de la función 2 (que privilegia las variables del factor 2), tal como acontece en el análisis factorial. Las funciones resultaron significativas al 0%. Decidimos quedarnos con el análisis factorial por considerar que sus cualidades estadísticas (como ortogonalidad y oblicuidad) eran más útiles para nuestros objetivos.

[28] Al correlacionar localización con el resto de variables, se observa que el coeficiente de *loc* con FCS es el más pequeño de todos los positivos. La explicación reside en que ahora lo que importa es dar cuenta de los mecanismos de localización y operación de las plantas en el interior de México y no de las causas generales.

los datos de 22 plantas del centro del país, que se caracterizan por abastecer básicamente al mercado interno. Con esto se pretende resaltar el peso de los factores que están detrás de la localización de unidades que usan o no JAT/CTC.

El primer resultado obtenido después de expandir la muestra es que la agrupación de factores, llevada a cabo por el método varimax, proporciona una clasificación más amplia. Ahora existe una clara diferenciación de los tres factores arriba enunciados: *1)* el factor producir para exportar (factvar1); *2)* el factor weberiano de localización (factvar2); *3)* y el factor flexible de localización (factvar3) (cuadro 7).

Cada factor tiene un peso específico distinto, dependiendo de la distinción regional que se haga. En el norte la decisión de instalar una planta es una función positiva de los factvar1 y 3, y negativa de factvar2 (véase el cuadro 7a), mientras que lo contrario es la regla en el centro del país. Esto se explica porque hay una relación estrecha entre producir para exportar y el uso de JAT/CTC, como se descubre al realizar la regresión de las variables incluidas en los dos factores.[29]

De acuerdo con los Betas, las diferencias en el uso de JAT es la variable que tiene más efecto en la decisión de localizar una planta en el norte del país. Para saber si esas diferencias son más acentuadas en cierto tipo de plantas que en otras, hemos desarrollado el siguiente modelo log-lineal saturado:

$$V_{ij} = U + \lambda_i^A + \lambda_j^B + \lambda_{ij}^{AB}$$

donde:

V_{ij} = log-natural de la probabilidad en la celda P_{ij}

[29] Aquí es importante señalar las pruebas que llevamos a cabo antes y después de la regresión. Para empezar comparamos los R cuadrados múltiples obtenidos al efectuar una regresión de las variables independientes entre sí en grupos de tres. En cada "tanda" calculamos la suma total de las desviaciones cuadradas (STDC) para cada variable "regresionada" como dependiente así como la suma cuadrada de residuales (SCR) resultante de dicha regresión. Observamos que con excepción de EP, AT y GCI, las demás variables (JAT/FCS y MMA) presentaron un R cuadrado menor que .19 e incluso, en el caso en que FCS actuó como variable dependiente y JAT y MMA como independientes, el R cuadrado estuvo muy cercano a cero (.03). Esto quiere decir que las varianzas muestrales de los futuros estimadores B*i* no están afectadas por problemas de multicolinealidad, pues se comportan como en el caso ortogonal. Esto es la var(B*i*) = σ2/SCR(1 – R2) es aproximadamente igual a var(B*i*) = σ2/SCR, pues R es muy pequeño.

Para no perder información relevante reclasificamos las tres variables afectadas por colinealidad (considerando sus criterios más importantes) y las agrupamos en una nueva variable, previamente ortogonalizada, llamada EP*. Esta variable introdujo "nuevos ruidos" en la estimación, pues mediante la prueba de Goldfeld-Quandt descubrimos que era la fuente principal de heteroscedasticidad. Por esa razón decidimos utilizar el método de mínimos cuadrados ponderados para el caso particular de esta regresión. Aun así su estimador no resulto significativo al correr una regresión contra las otras tres variables, como se puede ver en el cuadro 6. Pero dado que esta variable no es colineal a JAT decidimos regresionarla sólo con ésta, previo su ortogonalización mediante el método de componentes principales. Las demás variables pasaron la prueba de igualdad de varianzas al aceptar la hipótesis nula a 5% de confianza. Finalmente desplegamos análisis gráficos de los residuos *vs.* los predictores y prueba de hipótesis con el índice Durbin-Watson para descartar autocorrelación de errores. Como se sabe, los ajustes con datos de corte transversal no son afectados por autocorrelación, pero aun así decidimos hacer la prueba porque teníamos sospecha acerca de la construcción de la variable dependiente.

Cuadro 7

Extracción de factores de "localización en el interior de México" por el método Varimax-normalización de Kaiser (rotación ortogonal)*

	Medidas obtenidas por componentes principales					*Medias obtenidas por rotación ortogonal*		
						Peso o carga est. de $\hat{F}(\rho_{ij} = \sqrt{\hat{\lambda}\,\hat{e}_{ij}})$		
	Factores	*Varianza comunitaria*	*Eigen-valores*	*Porcentaje de varianza acumulada*	*Factores seleccs.*			
Variables	F	$\hat{h}^2_i$	$\hat{\lambda}_i$		$\hat{F}$	$\hat{F}_1$	$\hat{F}_2$	$\hat{F}_3$
FCS	1	0.43357	3.55127	44.4	$\hat{F}_1$	0.61483	–0.12723	–0.19840
MMA	2	0.89656	1.75221	66.3	$\hat{F}_2$	0.94606	–0.03099	–0.02384
GCI	3	0.91181	1.01392	79.0	$\hat{F}_3$	0.94018	–0.16547	0.02233
EP	4	0.74207	0.69248	87.6		0.56804	–0.36400	–0.53564
AF	5	0.79103	0.48321	93.7		0.75667	0.09546	–0.45756
FT	6	0.81209	0.32814	97.8		–0.20036	0.87612	0.06597
FW	7	0.85184	0.14032	99.5		–0.20943	0.89673	0.06210
JAT	8	0.87844	0.03846	100		–0.08016	0.06940	0.93123

* Los clusters convergieron tras cinco interacciones.

Cuadro 7a

Modelo de decisión de 49 plantas automotrices al optar por localizarse en el norte o sur de México

	Modelo de probabilidad lineal		*Modelo Logit*		*Modelo Probit*	
	$Y = \alpha + \beta x_i$		$Y_c = \frac{1}{1 + e^{-\alpha - \beta x_i}}$		$Y = \int_{-\alpha}^{\alpha + \beta x_i} \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz_i$	
Variable	*MCO*	*MCOCH*	*MCO*	*MCOCH*	*MCO*	*MCO*
	0.81481	0.80365	−0.75227	−0.73217	−0.6327	−0.6443
	(0.03645)	(0.034)	(0.04523)	(0.04379)	(0.0389)	(0.03853)
FACTVAR 1	−0.11086	−0.12123	0.15421	0.16172	0.13732	0.14253
	(0.03714)	(0.0392)	(0.04327)	(0.04789)	(0.04036)	(0.04123)
FACTVAR 2	−0.07600	−0.07932	0.09376	0.10005	0.08312	0.08432
	(0.02576)	(0.02612)	(0.03012)	(0.03322)	(0.0282)	(0.02872)
FACTVAR 3	0.33530	0.33517	0.4325	0.4623	0.4270	0.4301
	(0.06261)	(0.06115)	(0.09376)	(0.09872)	(0.09421)	(0.09412)
R^2	0.79754	0.79656				
$LRI = 1 - L(\Omega)/L(\omega)$			0.68732	0.6937	0.68321	0.6121
Prueba conjunta y parcial de máxima verosimilitud	Se rechaza la hipótesis nula de independencia bajo la prueba de razón de varianzas $\chi_{2(0.15),45}$		Se rechaza la hipótesis nula de independencia bajo la prueba asintótica $-2[L(\omega) - L(\Omega) \sim \chi_{2(0.05,45)}$			

Evaluación	Los modelos están construidos con base en variables dependientes dicotómicas y variables independientes fijadas cuantitativamente. Esto último fue posible gracias a que las χ_i fueron calculadas como los coeficientes de los *factor scores* (resultantes por regresión). Dada su correcta especificación y buen ajuste la interpretación derivada de los tres modelos sugiere que FACTVAR 3 es la variable que más contribuye a explicar la decisión de las plantas de localizarse en el norte (opción 1). Esta influencia es positiva y contrasta con el signo negativo de FACTVAR 2, el cual determina la decisión de dichas plantas al seleccionar el sur del país (opción 0). Nótese que los valores de MCO y MCOCH son muy parecidos. Esto es a causa de los atributos del metodo VARIMAX de extracción y rotación de factores, cuyas matrices de rango total además de eliminar colinealidad permiten generar *clusters* de mínima varianza.

NOTA: MCO = Mínimos cuadrados ordinarios; MCOCH = Mínimos cuadrados ordinarios corregidos para heteroscedasticidad; LRI = Indice de proporción de probabilidades; $L(\Omega)$ = Máximo valor de la función de log-probabilidad, y $L(\omega)$ = Máximo valor de esta función cuando $\beta = 0$. Los paréntesis contienen las desviaciones estándar.

$U =$ promedio de las probabilidades de celda.

$\lambda_i^A = Vi. - Vii$ o parámetro que mide la intensidad en el uso de JAT/CTC por ubicación geográfica (efecto renglón).

$\lambda_i^B = V_{ij} - V..$ o parámetro que mide uso de JAT/CTC por edad de la planta (efecto columna).

$\lambda_{ij}^{AB} = V_{ij} - Vi. - V.j + V..$ o parámetro cruzado que mide correlación entre ubicación, edad y uso de JAT/CTC, y

$Vi. = \sum_j V_{ij}/j;\ V.j = \sum_i V_{ij}/I;\ V.. = \sum_i \sum_j Vij/Ij.$

La solución de la ecuación es:

$Vi = 5.323 + 0.22 + 0.432 + 0.100$

Por la magnitud de los parámetros encontrados, se puede deducir que la decisión de instalar una planta ligada al uso del JAT/CTC, es diferencial por ubicación geográfica y fecha de instalación.[30] Dos corridas paralelas para las plantas del norte y del centro evidenciaron que los componentes λ_i^A λ_i^{AB} resultaron importantes sólo para las primeras. Esto fue confirmado mediante una jerarquización del modelo que se llevó a cabo tras la eliminación de λ_{ij}^{AB}. La ausencia de este componente afectó únicamente la estimación basada en las plantas del norte, pues la relación entre edad, ubicación y uso de JAT/CTC (estimadas por ese componente) no resultó significativa para las plantas del centro. En este último caso, la hipótesis de independencia entre esas variables no fue posible rechazarla a niveles de confianza inferiores a 15%.

Esto nos condujo a correr el mismo modelo para las plantas del norte del país pero ahora incluyendo el tipo de planta usuaria de JAT/CTC (efecto renglón) y la localización por fecha de instalación (efecto columna).

Los resultados confirmaron que las plantas armadoras de autos y motores son más dependientes en el uso de JAT/CTC que sus proveedores al momento de la instalación, ya que algunos de éstos (en especial los nacionales) son incluso contratados sin tener mucha experiencia en esos sistemas. Obviamente, esta dependencia es mayor en las plantas de reciente instalación, cuyos requisitos exigidos por las ensambladoras en ciertos productos son muy demandantes. Un buen número de plantas contratadas por las ensambladoras después de 1988, pertenecen a una generación de proveedores distinta a la que se estableció entre 1983 y ese año. Son plantas que se incorporan al conglomerado al momento de existir un cambio de modelo, que por lo general requieren mayores exigencias tecnológicas, o cuando la ensambladora ensancha su línea de productos. En este último caso, las *Big Three* siempre han seleccionado filiales trasnacionales que son líderes en sistemas automatizados y que cuentan con experiencia previa en la aplicación de JAT/CTC.

[30] Las plantas del norte usan más el JAT/CTC que las del sur (λ_i^A). Asimismo, las que se instalaron después de 1983 consideran más importante el uso de JAT/CTC como variable de localización que las que se establecieron antes (λ_i^B).

Un balance

Después de estimar por regresión,[31] la importancia de los bloques restantes sobre *loc*, se encontró que MMA/FCS y EP*[32] resultaron significativas a niveles de 5% y menos. Esto no fue así para FW y FT que, a causa de su pobre y negativa asociación (respectivamente) con LOC, evidenciaron una escasa influencia en la decisión de las plantas al momento de instalarse en el norte (véase el cuadro 8).

La interpretación de estos últimos resultados debe, sin embargo, tomarse con cuidado. Si FT y FW no son significativas en la instalación de las plantas en el norte del país, esto no quiere decir que su importancia sea nula. Lo único que significa es que, en conjunto, esos bloques no son *determinantes* en las decisiones de localización: su importancia está subordinada a la de los otros bloques.

Hay, no obstante, variables al interior de FT y FW que son decisivas en las últimas etapas del proceso de instalación de las plantas y que conviene tratar por separado. Este es el caso de los estímulos estatales y federales que permitieron a las cinco plantas estadunidenses asegurar su establecimiento en un sitio determinado del norte. En Sonora, por ejemplo, el gobierno federal: construyó un oleoducto de 350 km para abastecer de gas a la planta de Ford en Hermosillo, acondicionó el puerto de Guaymas para completar el circuito de envíos y recepciones entre Japón, Estados Unidos y México, y concedió en 1984 un crédito equivalente a la décima parte del valor total de la planta (500 millones de dólares). Otro tanto hizo en Chihuahua y Ramos Arizpe, donde habilitó dos parques industriales, construyó otro gasoducto (en Ramos Arizpe) y extendió prerrogativas a los proveedores de esas armadoras de autos y motores.

Los apoyos adicionales de los gobiernos locales, consistentes en exenciones al pago de impuestos, agua y energía eléctrica, cesión gratuita de lotes e instalación de infraestructura vial y de telecomunicaciones, contribuyeron a hacer más atractivos ciertos sitios que otros. La pugna desatada, por ejemplo, entre los gobiernos de Chihuahua y Sonora por ser anfitriones de la planta de ensamble de Ford, fue en buena medida decidida en favor de Hermosillo como resultado de su mayor número de ofrecimientos en esos renglones (documento interno de Ford sobre la situación económica de Hermosillo, 1982)

Los factores llamados tradicionales o weberianos no tuvieron, por su parte, un peso considerable en las decisiones de instalación de las plantas del norte ya que ese componente representa en las armadoras apenas 4% de su capital en trabajo (Micheli, 1990); la proporción de materias primas locales consumidas por las trasnacionales es, con excepción de Monterrey y Saltillo, prácticamente nula; y los costos de transporte son, de acuerdo a la mayoría de los gerentes de las empresas de autopartes, más caros en Sonora y Chihuahua que en Monterrey o Saltillo. En otras palabras, si esos fueran los motivos básicos de localización de las plantas automotrices, éstas no seleccionarían el norte del país (o más claramente el noroeste).

[31] Excepto para AF, por problemas de multicolinealidad. En una situación similar se encuentran la relación entre GCI y MMA por lo que se cuidó de no mezclarlas.

[32] Como aclaramos en la nota 15, el estimador ponderado de esta variable compuesta resultó significativo sólo al regresionarla con IAT.

Cuadro 8
Modelos que incluyen las variables politómicas de los *factor scores*.
Plantas automotrices del norte de México

Variables	*Modelo 1*	*Modelo 2*	*Modelo 3*
Constante	2.06503 (0.34924) [<0.001]	1.90779 (0.60695) [0.005]	2.78801 (0.57424) [<0.001]
FCS	0.13757 (0.05599) [0.01972]	0.08382 (0.09994) [0.4123]	
MMA	0.18555 (0.07113) [0.009]	0.07388 (0.12453) [0.5932]	
JAT	1.04118 (0.26257) [<0.001]	0.07664 (0.49836) [0.882]	
EP*		–0.05866 (0.08619) [0.500]	
FW			0.07053 (0.11258) [0.4911]
FT			–0.34992 (0.16327) [0.049]
R^2	0.30106		0.16240
R^2	0.20989		0.09260
F	3.30233		2.32657
Significancia de F	0.0383		0.1193
Prueba conjunta de Wald y Lagrange	Se rechaza $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$	No se rechaza $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = 0$	No se rechaza $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = 0$ para $\alpha < 0.05$
Prueba parcial de Wald y Lagrange	Se rechazan individualmente $H_0 : \beta_i = 0$ con un $\alpha < 0.05$	No se rechazan individualmente $H_0 : \beta_i = 0$ con un $\alpha < 0.41$	Se rechaza solo $H_0 : \beta_2 > \beta_0$
Conclusión	Buen ajuste con esfericidad de errores	Mal ajuste	Ajuste que necesita reespecificación (eliminar β_1)

NOTA: Los valores entre paréntesis redondos y rectangulares son, respectivamente, las desviaciones estándar de la β_i y los valores de p para pruebas de dos colas ($p\ t > (t_c)$). Al igual que en el cuadro 3, los modelos aquí considerados incluyen los datos de 8 proveedores de "segunda fila" pertenecientes a Nemak, Vitroflex, Metalsa y Cifunsa, a fin de mantener un mínimo de 28 grados de libertad en las pruebas de "bondad de ajuste".

En lo que respecta al bloque FT, debe subrayarse que su asociación negativa con *loc*, no es más que el resultado del nuevo rol de la fuerza de trabajo en esas plantas. No interesa tanto para el JAT/CTC que existan torneros, fresadores o soldadores especializados, como trabajadores con cierto nivel de educación, dispuestos a ser entrenados en múltiples oficios. Las capacidades que despliega el trabajador en las plantas del norte son polivalentes, en el sentido de que abarcan todas las funciones de su celda de trabajo (en vez de puesto de trabajo). Estas son desarrolladas a través de entrenamiento formal (hasta 8 meses) y de la rotación de puestos dentro de la propia planta.[33] El 100% de las plantas reportó que sus empleados de menos de 1 año de antigüedad habían ocupado al menos dos puestos de trabajo.

En consecuencia, la relación negativa entre FT y *loc* se debe a que los gerentes consideran de poca utilidad la calificación previa, si ésta no conduce a tener trabajadores multifuncionales. La unicalificación es por sí sola contraria a lo perseguido por una administración flexible. Es su negación. En este contexto deben entenderse las aseveraciones de investigadores como Shaiken (1990), quienes señalan que la gran destreza de los trabajadores es una variable básica en la instalación de las plantas en el noroeste. De lo contrario, no podría explicarse por qué Hermosillo, con menos tradición industrial (y con menos trabajadores calificados) que Coahuila o Nuevo León, se convirtió en anfitrión de plantas de clase mundial

Por todo lo anterior, es importante destacar que si algunas variables de los bloques FT y FW influyen individualmente en las decisiones locacionales de las plantas del norte, es a causa de su conexión con la implantación del JAT/CTC. Ésta es la variable crucial en la localización de las plantas de exportación en el norte, en particular por su "efecto arrastre" sobre MMA, FCS y EP*.[34] Para que el JAT funcione es necesario que se den modificaciones al nivel de la planta y de toda la organización, que exista una amplia red de proveedores JAT y que el proyecto exportación en cuestión (MMA FCS) esté basado en un ambiente macroeconómico adecuado (EP*).

Estas condicionantes cambian de complejo a complejo y es poco recomendable hacer generalizaciones sobre los criterios que se requieren para instalar una planta justo a tiempo. En el caso del complejo de Ramos Arizpe, la aplicación de las técnicas asociadas al justo a tiempo no fueron en un principio tan intensivas como en el de Chihuahua o Hermosillo. Incluso la planta de ensamble de GM incorporó esas técnicas masivamente hasta 1985, cuando ésta inició sus exportaciones. Sin embargo esto no quiere decir que la aplicación de JAT/CTC no haya sido tan importante aquí como en el caso de las otras dos plantas de motores del complejo, que desde un inicio se orientaron a exportar su producto. Esto lo demuestran los cambios radicales en la organización administrativa y contractual que experimentó la planta desde el comienzo de sus

[33] Plantas como la Ford de Chihuahua y Hermosillo rotan a sus trabajadores a través de varias celdas de trabajo durante un año, como parte de su entrenamiento formal.

[34] Debe tenerse cuidado de no confundir este efecto arrastre con simultaneidad estadística, pues como lo acabamos de ver ésta no afecta la bondad de los ajustes. Lo único que quiere decir es que la presencia de JAT condiciona y es condición de la existencia de otras variables. Esta asociación, empero, no es ni proporcional ni homogénea y puede tener efectos diversos entre plantas.

operaciones, y que de acuerdo con Micheli (1990), dio como resultado la creación de los primeros sistemas de organización flexible en México.

Consecuentemente, cuando hablamos de JAT/CTC no sólo hacemos referencia a las técnicas propias de su implementación sino, fundamentalmente, a las condicionantes de su operación. Esto también es válido para los proveedores que, como veremos a continuación, deben cubrir ciertos requisitos mínimos de localización exigidos por las firmas exportadoras. Según la encuesta, 37.5% de los entrevistados cubre dichos requisitos para poder vender a los ensambladores.

Los efectos de la aplicación del JAT/CTC

Los cambios generales

Con el surgimiento de la red de productores en el norte de México, la estructura de la IA ha sufrido cambios sustantivos en su distribución territorial. Gracias al gran dinamismo mostrado por las *Big Three* en Sonora, Chihuahua y Ramos Arizpe, la capacidad instalada de la IA se descentralizó de una manera impresionante en poco más de una década. Actualmente, 31% de los vehículos y 63.6% de los motores son producidos en las regiones norteñas de México, cuando 17 años atrás estos porcentajes eran prácticamente nulos.

Esta relocalización geográfica ha producido, a su vez, un nuevo patrón de especialización regional dentro de México (Wong, 1989). Las plantas localizadas en el norte han tendido a concentrarse en la producción de motores de 4 y 6 cilindros, autos medianos y pequeños, vehículos comerciales ligeros y autopartes de exportación; mientras que las plantas del centro se han especializado en motores de 6 y 8 cilindros, automóviles medianos y camiones pesados de carga, en su gran mayoría para el mercado interno. A causa de esto y de su diferente grado de contenido nacional, casi no existe intercambio de partes y componentes entre ambos tipos de plantas. Finalmente, la calificación técnica de la fuerza de trabajo y los niveles de automatización de las plantas localizadas en el norte son considerablemente más complejas que las del centro (Wong, 1989).

Quizá lo más notable de estos cambios sea el hecho de que la reestructuración industrial de las plantas terminales haya impulsado a los proveedores a modificar su tradicional especialización productiva. Entre 1980 y 1990, las maquiladoras de autopartes cambiaron de ser simples ensambladores de sistemas eléctricos a productores de motores y otras autopartes.[35] Actualmente, 58% del total de las maquiladoras de autopartes produce, además de cables y arneses, partes para motor, suspensiones,

[35] Aquí cabe anotar que este proceso de reconversión de la maquila, se debe en mucho a que aproximadamente 25% de las 160 maquiladoras automotrices existentes en México pertenecen a Ford, GM y Chrysler. General Motors era en 1988 el mayor propietario de maquiladoras en México con 27 establecimientos y también el mayor empleador con 26 040 trabajadores (28% del total). En 1991, ambas cifras fueron dobladas (Flint, 1991). Contrario a las plantas no ligadas a las trasnacionales automotrices, los patrones de localización de estas maquiladoras son explicados por la estrategia *quality-at-source* de

parabrisas, pero incluyendo fases de manufactura mucho más complejas que en 1980. Asimismo, los procesos de fundición y maquinado han sido rápidamente introducidos por empresas nacidas de coinversiones entre grandes productores nacionales y las plantas automotrices para la exportación (ejemplos de ellas son Nemak y Condumex). Otras empresas nacionales han adoptado el régimen de maquila para proveer algunos productos a las plantas ensambladoras, como es la situación de algunos productores de componentes de plástico (Car Plastic en Monterrey).[36]

La situación general de las plantas no maquiladoras no es muy diferente a la de las maquiladoras automotrices. De los 400 productores de componentes existentes en México, un intervalo que oscila entre los 140 y 250 constituye la base nacional de proveedores de las 5 firmas ensambladoras de autos (Lamming, 1989). De éstos, 75% está localizado en el *Original Equipment Market* y el restante en el *After Market* (o mercado de repuestos), todos produciendo bajo diferentes esquemas organizacionales y tecnológicos. Según estimaciones hechas por Lamming (1989), sólo las 40 firmas más grandes de ambos mercados han experimentado importantes modificaciones en sus patrones productivos, como consecuencia de su estrecho contacto con las plantas exportadoras. Estos 40 establecimientos, que en su mayoría son subsidiarias de empresas trasnacionales, concentraron en 1986 dos tercios del total de las ventas de autopartes en México y tenían oligopolizada la producción de *clutches* (en tres firmas), ejes (en dos firmas), *coil springs* (en dos) y amortiguadores (en cuatro). El resto de las plantas estaba dedicado a la producción de accesorios y partes de carrocería en pequeña escala (Booz-Allen y Hamillton, 1987).

En este sentido, la reconversión industrial comandada por "las grandes ensambladoras del norte de México" ha privilegiado, casi en forma exclusiva, el desarrollo de los productores de *componentes principales*.[37] Éstos proveen de autopartes de alta y moderada tecnología a las grandes ensambladoras, mientras que el resto de productores ofrece, en promedio, productos de baja tecnología a las plantas orientadas al mercado interno. Algunas veces los productores de artículos de baja tecnología ofrecen sus piezas fundidas a las empresas trasnacionales quienes, posteriormente, las maquinan (Unger y Saldaña, 1989). Ese tipo de piezas no experimentan muchos cambios a través del tiempo y son más bien diseñadas para sustituir a las viejas. Por eso es que la probabilidad que tienen los productores de baja tecnología de ofrecer sus artículos a las grandes plantas orientadas a la exportación está en función directa de sus vínculos con los proveedores de componentes principales. Sin embargo, esta última opción es poco común y está restringida a algunos productos.

las "Tres Grandes". Al igual que los proveedores JAT, éstas mantienen un contacto estrecho con las ensambladoras, a fin de cumplir apropiadamente las especificaciones demandadas por las últimas.

[36] En estos casos, la incorporación de procesos de manufactura ha sido una mera consecuencia de transferir secciones de procesos productivos que regularmente operaban dentro de la firma nacional al régimen de maquila, o de recibir tecnología de parte de las plantas terminales para producir un producto específico (Arjona, 1990).

[37] Hay tres tipos de productores en la industria de autopartes: productores de "componentes principales", productores de "partes y sistemas de baja tecnología" y productores de "componentes de baja tecnología".

En los proyectos de exportación, el nexo entre ensamblador y proveedor se desarrolla sobre la base del *sistema de proveedores de primera fila*, que consiste en el establecimiento de relaciones directas entre un reducido grupo de empresas, que oscila entre 5% y 20% de los proveedores nacionales y los ensambladores (Lamming, 1989). Esto ha permitido que cerca de 50% del valor de la producción de autopartes quede en manos de 12 proveedores de primera fila, quienes tienen prácticamente monopolizada la producción de monoblocks, cabezas para motor, parabrisas, artículos de plástico, chasises, etc. (véase el cuadro 9). Los mayores productores están ubicados en el área Monterrey-Saltillo-San Luis Potosí-Querétaro (véase Ramírez y González-Aréchiga, 1993).

El JAT/CTC y algunas medidas de eficiencia microeconómica

Los efectos del JAT/CTC sobre el funcionamiento de una planta son múltiples y de difícil estimación (véase Best, 1990). A continuación mencionaremos sólo los que dan una idea general de los cambios más representativos experimentados por proveedores y ensambladores, y que en cierta manera ya hemos documentado en otra parte (cfr. Ramírez, 1993).

a) Entre mayor es el uso de sistemas JAT/CTC, mayor es el control ejercido sobre el proceso de producción conjunta. Las plantas del norte incorporan una gran variedad de técnicas tales como: método Taguchi; uso de control estadístico de procesos (CEP); equipos de trabajo, despliegue de la calidad (QFD) y otros, como parte de su relación contractual con el cliente. El uso intensivo de estas técnicas así como su medición estadística, forman parte de sus obligaciones orientadas a cubrir el mínimo de eficiencia, exigido por las ensambladoras. Dicho mínimo está basado en varios criterios básicos de operación como son: calidad, productividad, tiempo de entrega, seguridad, técnicas de grupo, capacidad técnica, flexibilidad y especificaciones ingenieriles en el diseño y acabado de los productos.

En términos generales, el mínimo a alcanzar es de 85 puntos en una escala especial que va de 0 a 100. La evaluación es llevada a cabo por medio de la recopilación de registros en CEP y por la supervisión directa del ensamblador. Premios y penalizaciones están basadas (en 65%) en el análisis del CEP.[38]

Los proveedores cumplen con cada criterio de muy diferentes maneras. La planta Ford-Hermosillo, por ejemplo, demanda un esquema diverso de entregas dependiendo de la categoría del proveedor. Los proveedores "satélites", o los que están localizados en el mismo parque industrial, deben hacer entregas más de dos veces por día, y algunos de ellos que son "proveedores de responsabilidad total", deben incluso trabajar en la línea de ensamble con el personal de la Ford. Esto requiere una gran sincronización por ambas partes, en la medida de que cualquier desviación de las especificaciones originales significa una severa penalización para el proveedor (20 mil dólares de multa por cada minuto que la línea de ensamble es detenida por un error atribuible al proveedor).

[38] Aquellos proveedores cuyo desempeño está por debajo del mínimo son amonestados o descartados.

Cuadro 9

Principales productores de autopartes incluidos en la muestra

			Millones de dólares				
Planta	*Ubicación*	*Propiedad*[b]	*Expor.*	*Ventas nacionales*	*Ventas totales*	*Rango nacional de importancia*[1]	*Concentración entrópica*[2]
1. Vitroflex	Monterrey	MEX-AM	85	10.0	95.0	2	2
2. Carplastic	Monterrey	AM	80	5.0	85.0	3	3
3. Cifunsa	Saltillo	MEX	56	13.0	69.0	4	1
4. Treme	Querétaro	MEX-AM	15	50.0	65.0	5	2
5. Metalsa	Apodaca, N.L	MEX-AM	24	30.0	54.0	6	1
6. Rassini	D.F.	MEX	43	8.5	51.5	7	1
7. Nemak	Monterrey	MEX-AM	19	17.0	36.0	8	2
8. Rimir[a]	Matamoros	AM	35	0	35.0	9	4
9. Deltrónico	Matamoros	AM	30	0	30.0	10	2
10. Delredo[a]	N. Laredo	AM	14	0	14.0	17	2
11. Burg Beck	D.F.	MEX-AL	2.9	7.2	10.1	19	3
12. Moresa	D.F.	MEX-AM	2.5	7.5	10.0	20	2
Total			406.4	148.2	553.6		
Porcentaje nacional[3]			25	5	15		
Porcentaje nacional excluyendo motores[4]			65	10	37		

NOTAS:

[1] Basado en Zapata *et al.* (1990); y *Expansión* (1990-1991), varios números.

[2] Concentración entrópica = ANTILOG ($Eo * \Pi\, Eg\,Pg$) donde $Eo = \Sigma\, Pg\, \mathrm{LOG}(1/Pg)$ (Inter-entropía) y $EgPg = (\Sigma(Pi/Pg)\, \mathrm{LOG}(pg/Pi))$ (Intra-entropía). Si el índice es cercano a 1 es que existe monopolio perfecto y si tiende a ser mucho mayor a 1 la industria es regida por una fuerte competencia.

[3] Banamex (1991), Examen de la situación económica de México, México, Banamex; y Reportes mensuales de la industria nacional de autopartes.

[4] Banamex (1991).

[a] Estas maquiladoras pertenecen a las *Big Three* y son, de acuerdo con *Expansión* (1991), las más importantes de México.

[b] MEX-AM = México-Americanas; AM = Americanas; MEX = Mexicanas; MEX-AL = México-Alemanas.

Los proveedores nacionales e internacionales practican un sistema llamado *one-day-at-a-time* en el cual las entregas diarias están aseguradas por envíos regulares que se hacen desde distintos puntos del mundo cada semana o 10 días. Este sistema también es puesto en práctica por Ford de Chihuahua y el complejo de Ramos Arizpe, especialmente con los proveedores que manufacturan productos de gran volumen físico. En Ford Chihuahua se desarrolla un esquema similar al de "proveedor de responsabilidad total", con el objetivo de mantener un estricto control sobre sus principales proveedores.

Empero, estos controles no están, orientados a establecer una estructura vertical entre los miembros del conglomerado, sino a mantener unida su actividad. La supervisión del proveedor en este esquema no es más que la supervisión del ensamblador por sí mismo, pues los niveles de productividad y calidad del último están en función directa de las entregas certificadas del primero. Si el ensamblador pretende alcanzar mayores niveles de calidad y productividad, estos no podrán cristalizarse si antes no redobla los mecanismos de certificación del proveedor. Esto explica el hecho de que ciertos proveedores de Ford-Hermosillo, por ejemplo, hayan tenido que aumentar su eficiencia de 3 a 1.5 unidades por minuto, en el mismo lapso (tres años) que esa compañía decidió disminuir en 50% los defectos en el área de ensamble del modelo CT-20.

Para hacer efectiva la integración horizontal en el conglomerado, los proveedores periféricos están obligados a desarrollar programas de equipos de trabajo, técnicas de involucramiento y sistemas de cooperación (círculos de calidad, intercambio de personal y equipo), no solamente con la ensambladora sino también con sus propios proveedores. Lo usual en este nuevo tipo de relación es llevar a cabo varias sesiones por semana entre proveedor y ensamblador. En Hermosillo y Ramos Arizpe, los ingenieros de los proveedores participan prácticamente en todas las actividades grupales celebradas por las ensambladoras.

Los proveedores localizados a varios cientos de millas de las ensambladoras también deben entregar sus productos "a tiempo" (tal como si estuvieran a 100 metros de la planta), con un nivel de rechazo de piezas no inferior a cuatro sigmas. Este porcentaje es realmente uno de los más bajos en el sistema mundial de producción de las *Big Three* y, por eso, la mayoría de los proveedores han obtenido el premio "Q1" "Pentastar" y "Spirit", ofrecido por las *Big Three*. Estos premios son entregados cuando el desempeño de la planta ha estado por encima del "mínimo de eficiencia". Aquellas firmas que desarrollan QFD son evaluadas no sólo por los ensambladores en México sino también por consumidores extranjeros. Cada planta debe llevar a cabo técnicas de diseño experimental para corregir eventuales errores detectados por los consumidores en el exterior.

b) La aplicación del JAT/CTC es más intensiva en las empresas que nacen con estos sistemas o que tienen una red desarrollada de proveedores. Este argumento que parece de Perogrullo no lo es tanto si consideramos que no todas las plantas logran resultados similares, aun cuando hayan invertido el mismo tiempo en introducir prácticas de JAT/CTC. La razón es que no todos los productos tienen el mismo ciclo de maduración y, por lo mismo, no todas las plantas pueden adecuarse con tanta facilidad a los cambios

en la demanda. Las plantas que cuentan con productos relativamente estandarizados, de diseño conocido y con una red de proveedores competentes, tendrán más éxito en la aplicación de estos sistemas que las plantas que no cuentan con esas características. Asimismo, las plantas que nacen con JAT/CTC "acortan" la curva de aprendizaje de estos sistemas más rápidamente que las que lo hacen parcialmente (aunque con más tiempo), porque a la par que multicalifica y multicapacita a su fuerza de trabajo, desarrolla una red más flexible de proveedores.

Esto explica, por ejemplo, el espectacular desempeño de plantas como Metalsa (Monterrey) o CISA (Hermosillo), que aparece desplegado en el cuadro 10. La primera monopoliza la producción de chasises en México y, desde hace más de dos décadas, dispone de una fila de proveedores bien cimentada. La implementación de lo que su gerente llama "esquemas sociotécnicos" (o JAT/CTC) ha dado mayor flexibilidad al proceso (puede cambiar ahora dos modelos diarios por línea); ha reducido: de 45 a cero días el inventario de materias primas, en 30% el tiempo de restablecimiento de la línea, en 4 hrs/jda el tiempo de manufactura; ha abatido en 15% el número de rechazos y ha aumentado la productividad de 0.93 chasises/hombre a 1.6 chasises/ hombre, todo en seis meses. CISA, una oligopolista de asientos para autos en México, nació con estos sistemas. Esta planta ha logrado reducir en tres años: el inventario de materia prima de 4 hrs a 2 hrs, el lote de producción de 2 hrs a 1 hr, el tiempo de restablecimiento de la línea en 45%, el *lead-time* 20 min/juego, la cantidad de rechazos de 0.63 a 0.46% y ha aumentado los productividad de 34 juegos/hr. a 44 juegos/hr.[39]

Diferentes análisis multivariados de varianzas que realizamos sobre los índices de eficiencia de las 27 plantas, mostraron que la lambda de Wilks calculada resultó en todos los casos (excepto para las variables disminución de fuerza de trabajo y reducción de espacio físico) muy superior a la del modelo de independencia, dados niveles de significancia casi iguales a cero. Las hipótesis de igual "efecto tratamiento" (*treatment effect*) de las medidas de eficiencia respecto al uso de JAT/CTC, fue rechazada sin restricciones para distribuciones de lambda de Wilks con $p = 2$ y $g = 2$. Es decir, detectamos una correlación positiva entre el uso de JAT/CTC y el comportamiento de esas medidas de eficiencia. Esta correlación es más fuerte en las plantas instaladas después de 1983 y en las plantas de productos no estandarizados, según intervalos de confianza simultáneos construidos con la prueba de Bonferroni.

c) La aplicación diferencial de JAT/CTC en el norte de México es producto de diversas estrategias adoptadas por las firmas. Shaiken y Browne (1991), citando a Johnson, señalan que las subsidiarias japonesas son más proclives a la aplicación de técnicas japonesas para disminuir costos y mejorar la calidad, cuando las empresas matrices practican una estrategia de administración centralizada (*management-centred-strategy*). Esto es a causa de la necesidad de estas últimas de mantener articuladas sus filiales cuando ellas juegan un papel regionalmente estratégico. Por el contrario, si la

[39] La razón por la cual los efectos del JAT/CTC en ésta última planta son menos espectaculares que en la primera, se debe a que es más difícil aumentar los índices generales de eficiencia cuando se parte de un nivel bajo de rechazos, *scraps*, inventarios etc., como en CISA.

Cuadro 10

Efectos de la aplicación de los sistemas JIT/TQC en algunas plantas automotrices seleccionadas 1989-1991

	Concepto											
	Flexibilidad (núm. de modelos por línea)		*Tamaño de inventario (tiempo de producción)*		*Tamaño del lote de producción*		*Espacio físico*		Set-up time		Lead-time	
Empresa	*Antes*	*Después*	*Antes*	*Después*	*Antes*	*Después*	*(m2) Antes*	*(%) Después*	*Antes*	*Después*	*Antes*	*Después*
A-Norte												
Ford-Hermosillo	SC		2 hrs	1:35 hrs[a]	MV		SC		ND		ND	
Cisa	1		4 hrs 8 días	2 hrs[a] 5 días[b]	2 hrs	1 hr	∇	10%	∇	90%	∇	20 min/jgo
Cima	SC		4 días 8 días	2 días[a] 5 días[b]	2 hrs	1:35 hrs	∇	20%	∇	90%	∇	1.5 min/seg (4-2.5 min)
Carplastic (Hermosillo)	SC		4 días	2 días[b]	2 hrs	1:15 hrs	SC		∇	90%	∇	1.5 min/seg
Carplastic (Monterrey)	1	3	5-7 días 9 días	1 día[a] 3 días[b]	ND		∇	25%	∇	30%	∇	50%
Intertrim	2	4	2 semanas	4 días[a]	8 hrs	4 hrs	SC		∇	66% (1.5 hr-1/2 hr)	∇	15 min (35-20 min)
Metalsa (Apodaca, Mty)	1	2	45 días 90 días	0 días[a] 45 días[b]	4 semanas	2 semanas	∇	10%	∇	26% (13 hrs-12 hrs)	∇ 20%	30%
Cifunsa	1	2	1 mes	15 días[a]	ND		SC		∇	0.5 (4-2 hrs) 50%	2 días ∇ 75%	8 hrs

B-Centro											
Moresa	1	2	1 mes	1 mes[a] 15 días[b]	2 mil pzas	500 pzas	SC	∇	35%	ND	
Autometales	No están interesados		2 meses 18 meses	2 semanas[a] 2 días[b]	∇	50%	SC	∇	20%	∇	5 días
										10 días-5 días	
La C. Encantada	ND		50-40 días 15-10 días	45-40 días[a] 12-8 días[b]	SC		SC	∇	5%	∇ 12%-8%	
Jaeger	No la miden		15 días 1 mes	5 días 15 días	No la miden		∇	20%	No la miden	SC	

FUENTE: Entrevistas directas.

[a] Inventario de materias primas.

[b] Inventario de productos terminados.

ND = No disponible.

SC = Sin cambios.

MV = Múltiples variaciones.

Lead-time = Tiempo de manufactura en el producto principal (incluyendo operación del proveedor).

Set-up time = Tiempo de restablecimiento de la línea.

Cuadro 10
(continuación)

	Concepto							
	Throughput time		*Trabajo directo*		*Productividad*		*Calidad*	
Empresa	*Antes*	*Después*	*Antes*	*Después*	*Antes*	*Después*	*Antes*	*Después*
A-Norte								
Ford-Hermosillo	∇	2 hrs	SC		26 hrs/carro	24 hrs/carro		∇ 27% rechazos
Cisa	2.58	1.595	226	188	34 jgos/hr	44 jgos/hr	0.63 rech/100	0.46 rech/100
Cima	5	3.75 min	∇	10%	20 jgos/hr	30 jgos/hr	1.816 rech/100	0.605 rech/100
Carplastic (Hermosillo)			∇	33%	200 tab/jda	1 200 jgos/jda	0.5 rech/100	0.35 rech/100
Carplastic (Monterrey)	ND		∇	15.20%	∇ 15%	20%	∇ 3-2%	Rechazos
Intertrim			3 turnos	2 turnos	∇ 10%		∇ 10%	Rechazos
Metalsa (Apodaca, Mty)	∇	4 hrs/jda	∇ 10%		0.93 chas/ho	1.6 chas/ho	∇ 15%	Rechazos
Cifunsa	ND		SC		40 tons/hom	60 tons/hom	∇ 15%	Rechazos
B-Centro								
Moresa	ND		SC		SC		∇ 50%	Rechazos
Autometales	∇	30%	∇	30%	ND		∇ 10%	Rechazos
La C. Encantada	ND		∇	10%	180 un/hr	185 un/hr	∇ 10%	Rechazos
Jaeger	SC				∇ 10%		SC	

FUENTE: Entrevistas directas
ND = No disponible.
SC = Sin cambios.
MV = Múltiples variaciones.
Throughput time = Tiempo de manufactura en el producto principal (incluyendo operación del proveedor).

matriz asume que su principal ventaja competitiva reside en la centralización de los procesos y en el diseño de los productos en la casa matriz, entonces las oportunidades de adopción de las diferentes técnicas por parte de las subsidiarias serán mucho menores. En tal situación, la matriz tenderá a concentrar más recursos en el desarrollo de tecnologías, dejando las tareas más simples a las subsidiarias. La planta en cuestión será tratada entonces como una clásica fábrica de ensamble *off-shore*, que no requiere de la adopción de ninguna técnica flexible.

La decisión de las *Big Three* de implementar sistemas JAT/CTC en el norte de México es, en buena medida, producto de su interés por crear plantas *After Japan*, que combinaran bajos costos y alta productividad. Es decir, buscaron desde un inicio enfrentar eficazmente la competencia japonesa y no sólo abatir costos laborales por medio de la segmentación del proceso productivo. Esto le confirió de facto a las filiales mexicanas un papel regional estratégico, si bien con características distintas en cada caso. Las diferencias de intensividad en la aplicación de JAT/CTC, obedecen, entre otras cosas, a factores extraeconómicos (en el caso de GM), a acuerdos con socios tecnólogos externos (en el caso de Ford-Hermosillo), o a problemas financieros (en el caso de Chrysler).

d) Estas estrategias vienen aparejadas con el desarrollo de un comercio intrafirma e interfirma muy intenso. La comparación de las medidas de eficiencia entre las cinco empresas claves de los tres complejos del norte, muestran al complejo de Ford-Hermosillo como el más avanzado, como resultado de la gran integración hacia atrás de sus proveedores. Esta planta no sólo ha registrado los mayores récord de calidad y productividad en todo el sistema Ford a nivel mundial, sino también, ha instrumentado la aplicación más completa del *pull-demand system* (Sandoval, 1988; y Shaiken, 1990).

La razón es que sus elevados niveles de automatización exigen un mayor control sobre un grupo exclusivo de proveedores. La sofisticación de las operaciones de todo el complejo ha dado como resultado que la planta de Hermosillo cuente con la cadena de proveedores más especializada de todo el país. Sus proveedores son proveedores *únicos*, sin filiales y las transacciones entre ellos ascienden a más de 90% del valor total de las operaciones del complejo. Esto permite una integración "a la medida" de toda la red productiva así como una implementación eficiente de los principios de *equilibrio* y *sincronización*, inscritos en el JAT/CTC.

e) Los requerimientos basados en los sistemas JAT/CTC son sólo parcialmente cubiertos por los proveedores de primera fila en el centro de México. Al igual que las plantas del norte, los grandes proveedores del centro deben observar un estricto esquema de entregas y de especificación de producto, pero sólo en proyectos de exportación. El punto es que ni los ensambladores ni los proveedores del centro son tan flexibles como los del norte del país. Ford de Cuautitlán, por ejemplo, ha registrado un tiempo de manufactura (*lead time*) en el maquinado de motor equivalente a 60% del calculado para Ford-Chihuahua. Asimismo, al combinar modelos en las fases de fundición de acero, esa planta no tiene tan buen desempeño como Cifunsa: esta última es capaz de cambiar de modelo dos veces por día, cuando Ford-Cuautitlán solamente una vez. Considerando que estas plantas, como las restantes orientadas al mercado

interno, han introducido nuevas tecnologías sólo en ciertas estaciones de trabajo, su flexibilidad no puede compararse a la de los productores del norte.

La mayor parte de los proveedores han localizado sus plantas en el centro del país por razones ligadas a la disminución de costos (motivos locacionales weberianos) y, por lo tanto, son incapaces de adoptar inmediatamente los sistemas de JAT/CTC; el 64% de ellos ha introducido el uso de CEP a lo sumo. La mayoría de esos proveedores tiende a operar individualmente y sin desarrollar sistemas de cooperación entre ellos. Sin embargo, esta situación ha venido cambiando desde 1986, a causa de las fuertes presiones competitivas derivadas de la apertura de la economía mexicana. Por esta razón, el tipo de interacción entre proveedor y manufacturero es también cambiante y no es fácil explicarla sin un estudio a profundidad por producto, firma y origen del capital.

Conclusiones y extensiones del análisis

La adopción del JAT/CTC por parte de las empresas mexicanas es, en términos generales, un proceso incompleto. Con excepción de algunas firmas electrónicas y automotrices, los experimentos ensayados por otras actividades reportan sólo resultados parcialmente exitosos (Gómez-Aguirre, 1990). Los mayores avances se han registrado en las filiales de ET que mantienen un comercio intrafirma muy denso, a causa de que ahí predominan los esquemas de *buyer control*.[40] Bajo estos esquemas los riesgos de fallas al aplicar los sistemas de producción hacia atrás (*pull-system*) se minimizan porque las señales del agente inmediatamente superior son claras y predecibles. Con un comercio intrafirma dentro de los complejos automotrices muy desarrollado, los ajustes de la producción de las filiales se dan con base en índices preestablecidos del ciclo de la demanda, lo cual garantiza la ejecución correcta de los principios de equilibrio y sincronización en toda la cadena.

Los complejos justo a tiempo que las *Big Three* han montado en el norte son, sin duda, los casos más avanzados de toda la industria mexicana, precisamente porque su circuito de proveedores filiales y matrices concentra en algunos casos más de 90% del valor de las transacciones totales. El flujo de recursos e información en el interior de ese circuito es simétrico y regulado por contratos claramente establecidos por el comprador. La entropía es muy baja y las transacciones se llevan a cabo, preferentemente, entre proveedores de primera fila y ensambladores bajo un estricto sistema de entregas y control.

Uno de los aspectos realmente interesantes del estudio de esos complejos es que su instalación en México representa un contraejemplo a las tesis desindustrializadoras de varios autores (Hoffman y Kaplinsky, 1988). Según estas tesis, la aplicación de los sistemas flexibles de producción favorece el retorno masivo de la industria de alta tecnología a los países desarrollados, a causa de: *a)* la mayor disponibilidad de centros

[40] Esto es, donde el comprador tiene el control sobre la decisión de producir.

de investigación y desarrollo en esos países; y *b)* la necesidad de las ET de ubicar todas las fases del proceso en un radio razonablemente cercano. La realidad, sin embargo, ha demostrado que tales fuerzas centrípetas de localización no siempre han operado con efectividad.

Existen tendencias contrarrestantes en la evolución de la IA que han favorecido la relocalización de ciertos segmentos de producción fuera de los países desarrollados, independientemente de los programas de flexibilización implementados por las matrices. Una de esas tendencias está relacionada con el hecho de que la tecnología es una función directa del diseño del carro y no una variable independiente. A decir de Schoenberger (1987), ésta es una fuente de estandarización que esteriliza los efectos centralizadores de la automatización flexible, a causa de que la mayoría de los diseños incluye un número importante de componentes que son utilizados por distintos modelos de carros. Por lo general, esos componentes, de tecnología intermedia, son producidos con mayor ventaja comparativa por los países de desarrollo intermedio (o países de industrialización reciente, PIR).

Otros factores que se oponen al retorno de plantas a los países desarrollados son: la rápida y exitosa aplicación de los sistemas flexibles en los PIR, así como el hecho de que no está claro que "tan cerca" deben estar las plantas para practicar el JAT/CTC. Los estudios elaborados por Shaiken (1990) y Womack *et al.* (1990) son reveladores del alto nivel de productividad y calidad logrados por las plantas automotrices del norte bajo estos sistemas. Ford-Hermosillo registró, por ejemplo, los mayores índices de calidad en el mundo apenas tres años después de haber iniciado operaciones. Lo cual es indicativo de que la distancia geográfica no dice nada por sí sola si ésta no va acompañada de niveles de calidad y productividad internacionales. Los complejos del norte nacieron porque estos niveles podían ser asegurados al menor costo posible y sin grandes demoras en el tiempo de entrega.

A estas fuerzas centrífugas hay que agregar las causas reales que materializaron la localización de esos conglomerados en el norte, para tener una idea completa del fenómeno. Nuestro análisis estadístico confirmó que éstas son de dos tipos: las que se refieren a la decisión de las ET de seleccionar a México entre varios países y las que condicionaron su localización específica en el norte. Aunque ambas se traslapan y complementan, concluimos que al nivel más abstracto la razón decisiva (aunque no la única) para escoger a México es de orden *estratégica*. Las *Big Three* optaron por los *greenfields* mexicanos porque las condiciones prevalecientes ahí (como la facilidad de producir para exportar, la cercanía al mercado estadunidense, etc.) eran compatibles con su política de confrontar la amenaza japonesa con plantas *After Japan* (esto es, que utilizan sistemas flexibles de producción).

Lo novedoso de estas implantaciones reside en que la estrategia que les da cuerpo está basada en una competencia penrosiana o schumpeteriana. Es decir, de una competencia no basada en los precios (o de tipo Bertrand) sino en la búsqueda de ventajas comparativas mediante el mejoramiento continuo del producto, proceso y organización. Estas plantas son, como lo señala M. Best (1990), nuevos competidores en el sentido de que su estrategia predominante no es la competencia de precios ni su

único medio organizacional es la minimización de costos. Son empresas cuyas formas de competencia está predeterminada por las características de su mercado (fusiones, *takeovers*, conflictos sindicales, etc.) y la forma en que organizan su producción. Como vimos estas características son distintas en Ford, GM y Chrysler, y eso explica que sus condiciones iniciales de organización de la producción sean distintas.

Lo que es invariable en las tres ensambladoras de autos es su firme decisión de escoger un sitio en el norte del país donde se les garantice la mejor aplicación del JAT/CTC. Esta es, de acuerdo a nuestro análisis multivariado, la variable más relevante en la explicación de los emplazamientos tanto de las ensambladoras como de su red de proveedores en los estados limítrofes con Estados Unidos. Todo productor en el norte ligado con la exportación de autos está sujeto a un estricta observación de los principios de JAT/CTC, pues de ello depende su relación con el resto de productores. La cooperación horizontal y vertical entre sus miembros es requisito básico para su funcionamiento, puesto que los parámetros de eficiencia son grupales no individuales. Las mejoras en los niveles de productividad, calidad o tiempos de entrega de un ensamblador son el resultado de las mejoras en los índices de los proveedores. No podría ser de otra forma.

Como resultado de esta fuerte dependencia productiva, la aplicación del JAT/CTC requiere de ciertos prerrequisitos o factores colaterales para su correcta implementación. En la sección sobre los nuevos criterios de localización en la IA, aclaramos que esas condicionantes incluyen cambios en el nivel micro (planta), meso (políticas regionales o de desarrollo de proveedores) y macro (legislación flexible o política de apertura económica). La diversidad de estos cambios y el diferente peso específico que tienen en cada firma nos lleva a la conclusión que las viejas teorías weberianas, gravimétricas o de competencia espacial que son tratadas en la teoría de la organización industrial (como la de la ciudad lineal o circular), son insuficientes para explicar sus patrones de localización. Los factores de localización de estas plantas no se limitan a un análisis de costo-beneficio o una función de maximización en la que predominen equilibrios tipo Bertrand. Son factores que se inscriben en esquemas (o equilibrios) cooperativos en el interior del conglomerado y no cooperativos entre conglomerados.

Esta conclusión debe ser matizada, pues es claro que no todos los miembros de los complejos justo a tiempo tienen igual desempeño o que todos reaccionan de manera similar ante los mismos factores. Si bien el uso del JAT/CTC es la causa principal de la localización de las filiales en los estados limítrofes con Estados Unidos, esto no significa que las condiciones de su aplicación sean iguales en todas las plantas. Hay diferencias entre ellas dependiendo de su antigüedad, origen de capital y tipo de producto. Una planta instalada antes de 1982 práctica un JAT/CTC menos completo y eficiente que las que lo hicieron después, sencillamente porque estas últimas nacieron con esos sistemas y necesitan de menos tiempo para asimilar sus técnicas. Asimismo, las autopartes que son filiales de trasnacionales se caracterizan por utilizar el justo a tiempo con maquinaria reprogramable más sofisticada que las empresas nacionales a causa de su mayor solvencia financiera; esta diferencia es más acentuada si consideramos productos de alto valor agregado.

El punto, en cualquier caso, es que la estrategia locacional asociada con la aplicación de JAT/CTC no es, en ningún momento, indiferenciada.

Esta afirmación es igualmente válida para entender los patrones de interacción y eficiencia en la IA ya que, como vimos anteriormente, éstos varían de acuerdo con los tres criterios arriba descritos. Los proveedores más eficientes son aquellos denominados de "primera fila", que son filiales de ET independientes. Se encuentran ubicados en las fases terminales del proceso (estampado, pintura, químicos, sellado y llantas) y trabajan prácticamente sin redes de aprovisionamiento nacional. Enseguida destacan los proveedores pertenecientes a las *Big Three* que están unidos con los mismos ensambladores y proveedores de segunda fila (nacionales o extranjeros) en la producción de partes de plástico, tableros, interiores, estampados, etc. Finalmente, están los monopolistas nacionales que para exportar (vía los ensambladores o directamente) se asocian con tecnólogos extranjeros. Sus principales actividades giran en torno a la elaboración de monoblocks, cristales, cables, arneses, suspensiones, chasises y parabrisas, y cuentan con una cimentada red de proveedores nacionales y extranjeros.

Cada uno de estos productores enfrenta estructuras de mercado distintas. Los primeros dos grupos pertenecen a compañías oligopólicas de productos con altas tasas de innovación, mientras que el último está constituido por monopolios de productos con largos periodos de maduración. Esto supone diferentes formas de cooperación en el interior del conglomerado, pues las demandas tecnológicas (incluyendo el uso de JAT/CTC) en ambos casos son distintas. Las especificaciones técnicas tanto en el diseño como en la manufactura son mayores y más dinámicas en los primeros dos grupos que en el último. Como consecuencia, sus exigencias de interacción entre los miembros son más estrictas y de mayor riesgo. Tal es el caso de los productores de pintura en la planta Ford-Hermosillo que no pueden hacer ninguna alteración a los parámetros de mezclado sin antes consultar a los proveedores de sellado y acabado. El tipo de tecnología utilizada en la pintura (a nivel molecular) no admite cambios sin alteraciones técnicas en las otras dos fases. Lo cual los obliga a mantener un contacto más estrecho entre sí que el que tienen, por señalar algún producto estandarizado, los productores de chasises y los de forja y fundición. Esta cooperación simétrica entre los miembros es más intensa al trabajar con esquemas cambiantes de calidad, productividad y tiempos de entrega.

Las diferencias en la tecnología de proceso, producto y organizacional generan, por tanto, distintos tipos de barreras a la entrada (y mecanismos de salida) a los tres grupos de productores. En el interior del conglomerado es posible observar productores que enfrentan una batalla más dura y compleja que otros para entrar o permanecer en el, no obstante la obligada cooperación entre ellos. El espectro incluye desde los que compiten específicamente en mercados donde la innovación y calidad son los elementos determinantes de exclusión hasta los que enfrentan un tipo de competencia Bertrand con los productos importados.

Esta doble dimensión de la estructura de la competencia (simétrica y cooperativa en el interior del conglomerado y asimétrica y no cooperativa fuera de él) representa un reto teórico en el estudio de la organización industrial de los conglomerados justo a tiempo. Su casi nula modelación (o tratamiento formal) se debe a que es todavía un

fenómeno en progreso, no generalizado en la industria, que ni siquiera merece mención en los textos clásicos de Tirole (1993) o Jacquemin (1984). La teoría de la organización industrial convencional está basada en modelos microeconómicos que son útiles para explicar la producción industrial en serie, con esquemas organizacionales dirigidos a alcanzar las máximas economías de escala. Pero tiene poco que decir cuando la empresa produce bajo una estrategia organizacional basada en la flexibilidad.[41]

Esta ausencia en la bibliografía no deja de ser una laguna importante, ya que los sistemas flexibles de producción se han convertido en el paradigma tecnoeconómico dominante en las industrias de alta tecnología del mundo. En México, su utilización ha cambiado la geografía económica de su industria líder; ha alterado los patrones de producción y especialización de los productores de autopartes y ha dado cuerpo a lo que vagamente se conoce como reestructuración industrial. En una palabra: ha integrado a los productores nacionales a la nueva competencia internacional. Así que, al menos para los estudios de organización industrial en el país, la omisión de su estudio es importante.

Referencias bibliográficas

América Economía (1993), Santiago de Chile, diciembre.

Arjona, L. E. (1990), "Industria mexicana de autopartes durante el auge exportador de los años ochenta", en J. Carrillo (ed.), *La nueva era de la industria automotriz en México*, México, Colef.

Best, M.H. (1990), *The New Competition. Institutions of Industrial Restructuring*, Cambridge, UK, Polity Press.

Boon, Gerardo y A. Mercado (1990), *Automatización flexible en la industria. Difusión y producción de máquinas-herramienta de control numérico en América Latina*, México, Limusa Noriega.

Booz-Allen y Hamilton (1987), *Industria de autopartes*, México, Bancomext-Secofi.

Carrillo, J. (1990), "Maquilización de la industria automotriz en México. De la Industria Terminal a la Industria de Ensamblaje", en J. Carrillo (ed.), *La nueva era de la industria automotriz en México*, México, Colef.

Dávila, F. M. (1986), *El Proceso de industrialización de la región sur de Coahuila. Un estudio de caso: el complejo automovilístico de Ramos Arizpe*, Saltillo, Depto. de Inv. Económicas, Universidad de Coahuila.

Estall, R. (1985), "Stock Control in Manufacturing: The Just in Time System y its Locational Implications", *Area*, vol. 17, núm. 2, pp. 129-133.

Gómez-Aguirre (1990), "Planning y Implementing Dynamic Total Quality Control Systems: A Research on Mexican Manufacturing Companies", The Wharton Schoool of The University of Pennsylvania, tesis doctoral.

Granger, W. J. (1992), *Modelling Economic Series*, Oxford, Oxford University Press.

[41] Aquí hay que aclarar que estamos refiriéndonos a la formalización de este fenómeno en los textos básicos de organización industrial, ya que existen numerosas publicaciones que desde hace tiempo se han dedicado a su estudio parcial. Entre ellas podemos citar las revistas *Industrial Organization* y *Small Business Economics*.

Hoffman, K. y R. Kaplinsky (1988), *Driving Force: The Global Restructuring of Technology, Labour and Investment in the Automobile and Components Industries*, Boulder, Westview Press.

Imai, M. (1992), *Kaizen*, México, CECSA.

Jacquemin, Alex (1982), *Economía industrial. Estructuras de mercado y estrategias europeas de empresa*, Barcelona, Hispano Europea.

Johnson R. y Wichern (1992), *Applied Multivariate Statistical Analysis*, Nueva Jersey, Prentice Hall.

Lamming, R. (1989), "Research y Development in the Automotive Components Suppliers of New Entrant Countries: The Prospects for Mexico", Acapulco IMVP International Policy Forum (mimeografiado).

Lawley, D. N. y A. E. Maxwell (1971), *Factor Analysis as Statistical Method* (2a. ed.), Nueva York, American Elsevier Publishing Co.

Mair, A. (1991), *Parts Sourcing at Japanese Automobile Transplants: Controversy in the United States. The Case of Honda in North America. Implications for Transplants in Europe*, Reino Unido, Departamento de Geografía-Universidad de Durham (Documento de Trabajo 2).

Mair, A., R. Florida y M. Kenney (1988), "The New Geography of Automobile Production: Japanese Transplants in North America", *Economic Geography*.

Malecki, E. (1986), "Industrial Location y Corporate Organization in High Technology Industries". *Economic Geography*.

Mercado, A. (1990), *La tecnología asistida por computador en México y sus implicaciones laborales y educativas*, París, IIPE-UNESCO.

Micheli, J. (1990), *Nueva manufactura, globalización y producción de automóviles en México*, (mimeografiado).

Morrison, D. F., *Multivariate Statistical Methods* (2a. ed.), Nueva York, McGraw-Hill.

Núñez Pérez, W. (1990), *Foreign Direct Investment y Industrial Development in Mexico*, París, OCDE.

Ramírez, José C. (1993), "Recent Transformations in the Mexican Motor Industry", *IDS Bulletin*, Reino Unido, Universidad de Sussex, vol. 24, núm. 2.

Ramírez, José C. y B. González-Aréchiga (1993), "Reestructuración y apertura del sector automotriz en México", *Investigación Económica*, 204, México, UNAM.

Ramanathan, Ramu (1993), *Statistical Methods in Econometrics*, San Diego, Academic Press.

Samuels, Barbara C. (1990), *Managing Risk in Developing Countries. National Demands and Multinational Response*, Princeton, Nueva Jersey, Princeton University Press.

Sandoval, S. (1988), "Los enlaces económicos y políticos de la Ford Motor Company en Hermosillo", Ramírez, José C., *La nueva industrialización en Sonora: el caso de los sectores de alta tecnología*, Hermosillo, El Colegio de Sonora.

Sayer, A. (1986)."New Development in Manufacturing: The Just in Time System", *Capital and Class*, 30, pp. 43-72.

Sayer, A. y R. Walker (1992), *The New Social Economy. Reworking the Division of Labour*, Londres, Blackwell.

Schonberger, R. (1982), *Japanese Manufacturing Techniques*, Nueva York, Free Press.

Shaiken, Harley (1990), *México in the Global Economy. High Technology and Work Organization in Export Industries*, California, Universidad de California-Centro de Estudios Mexicano-Estadunidenses (Serie Monográfica 33).

Shaiken, H. y Browne (1991), "Japanese Work Organization in Mexico", Szekely G. (ed.),

Manufacturing Across Borders and Oceans. Japan, United States and Mexico, San Diego, California, Centro de Estudios Mexicano-Estadunidenses (Serie Monográfica 36).

Shaiken, H. y S. Herzenberg (1987), *Automation and Global Production: Automobile Production in México, the United States and Canada,* San Diego, Universidad de California-Centro de Estudios Mexicano-Estadunidenses.

Tirole, Jean (1992), *The Theory of Industrial Organization*, Massachussets, MIT Press.

Unger, Kurt (1990), *Las exportaciones mexicanas ante la reestructuración industrial internacional. La evidencia de las industrias química y automotriz*, México, El Colegio de México-Fondo de Cultura Económica.

Unger, K. y L. C. Saldaña (1989), "Las economías de escala y de alcance en las exportaciones mexicanas más dinámicas", *El Trimestre Económico,* vol. LVI, núm. 2, México, Fondo de Cultura Económica.

Wijnbergen, Sweden van (1990), "Crecimiento, deuda externa y tipo de cambio real en México", *El Trimestre Económico,* vol. LVII, núm. 3, México, Fondo de Cultura Económica.

Wong-González, P. (1989), "International Integration and Locational Change in Mexico's Motor Industry: Regional Concentration y Deconcentration", Londres, Unidad de Planeación del Desarrollo, University College London, (mimeografiado).

Zapata, F., T. Hoshino y L. Hanono (1990), *Industrial Restructuring in Mexico*, Tokio, IDE.