

La vinculación industria-centros tecnológicos de investigación y desarrollo: el caso de los centros CONACYT de México

(Recibido: junio/06–aprobado: agosto/06)

*Humberto Merritt Tapia**

Resumen

Este trabajo reporta los resultados de un estudio realizado con el fin de conocer los principales componentes de la colaboración entre el sector productivo mexicano y los Centros Tecnológicos de Investigación y Desarrollo del Sistema Conacyt (CTID-SC). El trabajo tiene un carácter mayormente descriptivo, sin embargo se pretende sirva para contribuir a la construcción de una teoría que explique los factores que determinan la vinculación entre los CTID y las empresas del sector industrial. En este respecto, la evidencia empírica recabada indica que los usuarios de los CTID-SC tienden a obtener cuatro beneficios de la vinculación: 1) excelencia; 2) profesionalismo; 3) comportamiento cooperativo; y 4) competitividad. Se concluye que una política tecnológica que busque promover la vinculación CTID-Industria debe considerar el efecto que tiene el nivel de capacidades tecnológicas de las empresas en la efectividad de los servicios proporcionados por los centros a la hora de fijarles sus misiones organizacionales.

Palabras clave: análisis institucional, centros públicos de investigación, vinculación, capacidades tecnológicas, desarrollo tecnológico; política industrial.

Clasificación JEL: L32, O32, L52, R58.

* Profesor de CIECAS, IPN (hmerritt@ipn.mx). El autor agradece las recomendaciones proporcionadas por dos revisores anónimos para mejorar el contenido de este trabajo, reconociendo que los errores que pudieran subsistir son de su entera responsabilidad.

Introducción

La literatura acerca de los llamados Sistemas Nacionales de Innovación (SNI), considera a los Centros de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CTID) como una parte fundamental de los mismos (Freeman, 1992; Berger y Revilla, 2006). Este reconocimiento se debe a la gran variedad de labores científicas y tecnológicas que llevan a cabo, siendo cuatro las actividades principales que la mayoría de los CTID realizan: 1) la prestación bajo contrato de servicios de Investigación y Desarrollo Experimental (IyDI); 2) la generación de información técnica especializada, junto con la realización de trabajos de consultoría; 3) la prestación de servicios de calibración, medición y análisis; y 4) el entrenamiento y capacitación del personal técnico industrial (Justman y Teubal, 1995; Najmabadi y Lall, 1995; Nath y Mrinalini, 2002).

Históricamente, los primeros CTID surgen a raíz del apoyo gubernamental a las iniciativas presentadas por científicos y tecnólogos para aplicar en áreas civiles las investigaciones desarrolladas durante la Segunda Guerra Mundial (Brooks, 1986; Crow y Bozeman, 1998). Con el tiempo, varios países, especialmente los menos desarrollados, buscaron imitar estas iniciativas y comenzaron a apoyar la creación de centros tecnológicos destinados a soportar el desarrollo industrial de las empresas locales (Bell, 1994).

No obstante el apoyo gubernamental desplegado, la vinculación profesional entre los centros tecnológicos y el sector productivo de muchos países no ha llegado a ser tan estrecha como se deseaba, aunque existen varios casos exitosos de colaboración industrial como los de Japón (Kojima y Okada, 1997); Corea del Sur (Lee *et al.*, 1991) y Taiwán (Hsu, 2005). Para muchas naciones en proceso de industrialización, como México, esa relación ha estado plagada de desencuentros y frustraciones, lo que ha derivado en vínculos técnicos y profesionales muy débiles y esporádicos (Najmabadi y Lall, 1995; Merritt, 2004).

Debido a que los CTID realizan una gran variedad de tareas, su ejecución efectiva demanda una alta calidad de los recursos humanos, técnicos y materiales involucrados; ello obliga a un buen número de ellos a recurrir a apoyos públicos para cubrir sus operaciones. Por desgracia el desconocimiento de los factores que afectan su funcionamiento (y que terminan por determinar su vinculación con la industria) ha llevado a algunos a proponer la disminución (o incluso la cancelación) de los apoyos fiscales bajo el argumento de que estos subsidios los desincentivan para buscar clientes potenciales en las industrias que sirven (OCDE, 1989; Banco Mundial, 1998; Ktrak, 1998). En este sentido, aun y cuando varios estudios señalan la existencia de un pobre desempeño técnico y profesional en muchos CTID (lo que se ha usado como evidencia en favor de la reducción de los subsidios), la

causalidad esgrimida (el apoyo público provoca un pobre desempeño) no logra ser demostrada de manera convincente en ningún caso.¹

Por otra parte, y dejando de lado la controversia sobre la influencia que pudieran tener los subsidios gubernamentales sobre el desempeño de los CTID, este trabajo pretende contribuir al conocimiento de los determinantes de la vinculación Centros Tecnológicos-Industria. Con este objetivo en mente se reporta el caso de los CTID del Sistema CONACYT de México.

1. La vinculación CTID-industria a escala mundial

De acuerdo con los datos disponibles, la vinculación CTID-sector productivo es raramente estrecha. La evidencia indica que éstos no parecen tener una importancia significativa en el inventario de fuentes usadas por las empresas para realizar sus actividades innovadoras. Esta aseveración se apoya en los datos arrojados por varias encuestas de innovación realizadas en los últimos diez años. Por ejemplo, Pianta y Sirilli reportan que solamente 9.3% de las 7,553 empresas italianas que fueron encuestadas en 1994 hicieron uso de los CTID para realizar sus actividades de innovación, pero únicamente 0.27% los consideró como muy importantes (Pianta y Sirilli, 1997: 362).

Una encuesta más reciente hecha por la Comunidad Europea confirma esta tendencia al encontrar que menos de 5% de las empresas europeas que se declararon innovadoras consideraron la información obtenida de los CTID como determinante para sus actividades de innovación (European Communities, 2001: 67).²

Estos datos son consistentes con lo señalado por Freeman en un trabajo previo: los CTID tienden a ocupar un lugar poco relevante como fuente para la innovación (Freeman, 1992: 178). Sin embargo, la información estadística disponible se antoja contradictoria en vista de los muchos estudios que documentan las notorias contribuciones hechas por los CTID a la innovación. Por ejemplo, un estudio reciente reporta que un número considerable de gerentes en las áreas de IyDI de las empresas más importantes de Europa consideran que los CTID no sólo son un recurso muy importante de conocimiento técnico para las actividades de innovación de sus firmas, sino que son una de las fuentes más importantes (Arundel y

¹ Merritt (2004) observa que el desempeño de los CTID se ve más afectado por el bajo nivel de desarrollo tecnológico de las empresas contratantes, así como por la dispersión en actividades y servicios que tales centros están obligados a realizar como parte de sus misiones institucionales, que por el supuesto efecto negativo de los subsidios, como muchos organismos internacionales, entre ellos el Banco Mundial, han propuesto.

² Esta información hace referencia tanto a los CTID gubernamentales como a aquellos sin fines de lucro.

Geuna, 2004: 577-578). En el caso de México, la evidencia existente sobre el uso que hacen las empresas de los CTID es todavía escasa, como se reporta a continuación.

2. Los CTID en México: evidencia empírica

La información disponible sobre su uso como fuentes externas para la innovación en nuestro país es casi inexistente, siendo las únicas referencias disponibles las dos encuestas realizadas por el CONACYT en 1996 y 2001 sobre la innovación en el sector manufacturero (CONACYT, 1998 y 2003), y los datos reportados por Capdevielle, Corona y Hernández del área de gestión del cambio tecnológico de la UAM Xochimilco (Capdevielle *et al.*, 2000).

Los datos correspondientes a 1996 de esa encuesta señalan que la utilización de los CTID como fuente de información externa era muy baja, pues sólo 3.4% de las 1,322 empresas en la muestra dijeron haber hecho uso de ellos. Según la encuesta, la fuente más utilizada por las empresas innovadoras mexicanas fueron los propios clientes, seguida de los proveedores y de la información obtenida en ferias y exposiciones, mientras que las universidades y los CTID ocuparon los últimos lugares en importancia, siendo consultados por las empresas sólo un poco más que las patentes (CONACYT, 1998: 107).

En la encuesta de innovación de 2001, la tendencia casi no registró ningún cambio, pues de acuerdo con los datos reportados sólo 5% de las 1,610 empresas encuestadas consideró a los CTID como fuentes externas muy importantes para la innovación (CONACYT, 2003:189), confirmando así la escasa relevancia de éstos para la industria local. Por otra parte, la encuesta realizada por la UAM Xochimilco confirma que los CTID, tanto gubernamentales como universitarios, no son una fuente significativa para acceder a un mayor conocimiento tecnológico para las empresas mexicanas (Capdevielle *et al.*, 2000:74).

3. Determinantes de la vinculación CTID-industria

Un examen más detallado de los datos disponibles indica que, aun y cuando el uso de los CTID es muy inferior al ideal, su influencia para quienes sí recurren a ellos parece ser mucho más trascendente de lo que se cree. Por ejemplo, un número creciente de trabajos académicos confirma que las empresas establecen acuerdos de colaboración con los CTID para obtener conocimientos tecnológicos específicos (generalmente tácitos) debido a que buscan tener un acceso más rápido a las redes informales de información tecnológica derivadas de dicha colaboración

(Gambardella, 1992; Crow y Bozeman, 1998; Beise y Stahl, 1999; Guan *et al.*, 2005; Mohan y Rao, 2005; Berger y Revilla, 2006).

Por otra parte, la evidencia empírica acerca de los determinantes para la vinculación entre los CTID y las empresas manufactureras es ambigua. Por ejemplo, Mowery encontró que la oferta de los CTID para realizar trabajos de IyDI es afectada por dos factores: el grado en el cual la especialización de los CTID en distintos tipos de IyDI se traduce en costos decrecientes por unidad del producto de la investigación; y el grado de interdependencia entre las distintas actividades de IyDI y las demás funciones de la producción dentro de la firma contratante (Mowery, 1983: 354). Es decir, la posibilidad de que un CTID pueda atraer contratos de IyDI con el sector productivo está en función de su eficiencia operativa: es decir, de sus posibilidades de explotar la posible existencia de economías de escala internas, pero también está determinada por las propias capacidades tecnológicas de la empresa contratante.³

Lo anterior significa que, según Mowery, los CTID sólo pueden establecer vínculos de colaboración efectivos con aquellas empresas que tengan un nivel de capacidades tecnológicas relativamente avanzado (del tipo señalado por Lall, 1994). Sin embargo, este nivel de capacidades tecnológicas usualmente sólo está presente en las empresas más grandes (OCDE, 1992). El análisis de Mowery induce a pensar que la vinculación CTID-industria sólo será efectiva si estos centros se vinculan con las empresas más avanzadas tecnológicamente (que usualmente son las más grandes también), lo cual plantea un serio dilema para los funcionarios públicos pues una de las principales justificaciones esgrimidas para el apoyo gubernamental de los CTID es precisamente el soporte que deben brindar al fortalecimiento de las capacidades tecnológicas de las Pequeñas y Medianas Empresas (Pymes).⁴

Los determinantes de la vinculación también han sido analizados por el lado de los incentivos para contratar IyDI externamente. Por ejemplo, Audretsch, Menkveld y Thurik (1996) reportan que las empresas que subcontratan IyDI a organizaciones como los CTID tienden a complementar la investigación realizada internamente –a la Mowery– pero solamente cuando están insertas en sectores de alta

³ Según Mowery, cuando una empresa cuenta con un área interna de investigación tiende a establecer una relación de tipo complementaria con los CTID, pero también dice que las empresas que no tienen un departamento de IyDI generalmente tienden a contratar proyectos muy simples (Mowery, 1983: 366).

⁴ En el caso mexicano, el apoyo brindado por los centros tecnológicos al desarrollo tecnológico e industrial de las Pymes se ha traducido en la inclusión formal de tareas específicas de soporte tecnológico en su marco institucional y en sus misiones organizacionales (CONACYT, 2001: 41). Sin embargo, instituciones como la OCDE y el Banco Mundial tienden a contradecir este objetivo al sugerir de manera recurrente la privatización de los CTID nacionales (OCDE, 1994: 161-62; Najmabadi y Lall, 1995: 83; Banco Mundial, 1998: 25).

tecnología, mientras que las empresas en sectores de baja tecnología tienden a adquirir IyDI externamente para sustituir la ausencia de investigación interna.⁵ Gambardella, por su parte, sugiere que la creciente complejidad del conocimiento tecnológico determina que el acceso a fuentes externas de información sea un factor cada vez más crítico para el éxito comercial, lo cual ha generado una tendencia entre las empresas más innovadoras de la industria farmacéutica –por ejemplo– hacia la diversificación de sus fuentes de información y conocimiento tecnológico (Gambardella, 1992: 404).

De acuerdo con estos estudios, pareciera que no existe una posición uniforme con relación a qué factores determinan la vinculación CTID-sector productivo. Es decir, si solamente es el tamaño de la empresa y la eficiencia de los CTID lo que determina la vinculación, o bien si es la necesidad de diversificar las fuentes de información con objeto de incrementar la competitividad lo que motiva a las empresas a vincularse con ellos.

Si mucha de la información es ambigua para los países desarrollados, en el caso de los países en proceso de industrialización el número de estudios disponibles es todavía mucho menor, lo cual nos impide saber cómo se comporta la vinculación CTID-industria local; además también existe una gran escasez de información con respecto al papel que desempeñan los CTID en el fortalecimiento de la infraestructura tecnológica de los SNI en estos países, siendo este último aspecto un área que todavía no recibe la debida atención en las investigaciones relacionadas con el tema.⁶ Por lo que este trabajo busca arrojar más luz sobre este asunto.

4. Metodología de investigación y principales resultados

Esta sección reporta la metodología y los principales resultados de una investigación realizada en 2003 (Merritt, 2004) sobre los siete Centros de Investigación Tecnológica del Sistema CONACYT (CTID-SC).⁷ El análisis parte de la hipótesis de

⁵ Audretsch y sus colegas usan un enfoque de costos de transacción para discernir las causas que motivan a las empresas a contratar servicios externos de investigación, encontrando que la especificidad de los activos juega un papel muy importante en esta decisión, por tanto aquellas firmas que tienen fuertes inversiones tanto en capital humano como en capital físico crean incentivos para realizar la investigación tanto interna –como externamente– debido a las derramas esperadas de la vinculación con su entorno (Audretsch *et al.*, 1996: 521).

⁶ Para una discusión más extensa sobre este punto véase Justman y Teubal (1995).

⁷ El Sistema CONACYT está conformado por 27 Centros de los cuales sólo siete son CTID; estos son: CIATEC, CIATEJ, CIATEQ, CIDESI, CIDETEQ, CIQA y COMIMSA y están situados en León (CIATEC), Guadalajara (CIATEJ), Querétaro (CIATEQ, CIDESI y CIDETEQ) y Saltillo (CIQA y COMIMSA). Casi todos estos centros fueron fundados en los setenta y actualmente se enfocan a la atención de industrias específicas como Cuero y Calzado (CIATEC), biotecnología y alimentos (CIATEJ), máquinas y herramientas (CIATEQ y CIDESI), polímeros (CIQA), e ingeniería y metalurgia (COMIMSA).

que la vinculación CTID-industria no es homogénea y es función del nivel de las capacidades tecnológicas existentes en las empresas contratantes, por lo que una gran parte del éxito de la vinculación recae en el grado de efectividad en la provisión de servicios de apoyo para la manufactura (servicios de calibración, análisis técnicos de muestras y materiales, etc.) por parte de los CTID.

De un universo de 68 empresas que declararon ser clientes de alguno de los siete centros del Sistema CONACYT, 71% fueron del sector manufacturero y 29% restante de los sectores de servicios y comercio. Aprovechando la adaptación para México que hicieron Dutrenit y Capdevielle (1993) de la taxonomía de Pavitt se logró clasificar a los clientes de los CTID-SC, resultando que 29% es “Dominado por el proveedor” (DP), 35% “Intensivo en escala” (IE), 3% “Basado en la ciencia” (BC) y otro 3% “Proveedor especializado” (PE). El tamaño de los clientes, medido por el número de empleados, indica que la mayoría de los clientes son firmas chicas (45.6%), seguidas de las grandes (32.4%) y de las medianas (22%).⁸

Por otra parte, debido a que las capacidades tecnológicas tienden a jugar un rol crucial en la efectividad de la vinculación con los CTID, la investigación buscó identificar y medir esta condición entre los usuarios de los CTID-SC, por lo que se le pidió a los respondientes que proporcionaran información con relación a su nivel de competencias tecnológicas.⁹

Se les preguntó a los clientes si contaban con algún tipo de instalación para la realización de actividades de IyDI.¹⁰ Las facilidades técnicas consideradas en la investigación fueron dos: de ingeniería y de investigación. De aquí que se presentaran cuatro posibles combinaciones: Categoría I: Clientes sin Ningún Tipo de Facilidad Técnica (usualmente referidos como clientes rezagados); Categoría II: Clientes con Capacidades en Ingeniería; Categoría III: Clientes con Capacidades en Investigación (ambos tipos usualmente referidos como clientes intermedios); y Categoría IV: Clientes con Capacidades Completas (usualmente referidos como clientes con capacidades avanzadas).¹¹

Los resultados de la encuesta aplicada a los clientes de los CTID-SC indican que 35.3% de las empresas encuestadas pertenecían a la Categoría I, 25% a la II, 10.3% a la III, y el 29.4% restante pertenecía a la Categoría IV, al contar estos

⁸ La clasificación usada para medir el tamaño de los clientes fue: empresa pequeña, de 1 a 99 empleados; mediana de 100 a 250; y empresa grande, más de 250 empleados.

⁹ Debido a problemas de logística para recolectar la información correspondiente a los clientes de COMIMSA, sólo los clientes de los restantes seis CTID-SC fueron considerados en el análisis.

¹⁰ Se utilizó esta información siguiendo la metodología propuesta por Goldman y Ergas para medir el grado de capacidades tecnológicas del sector productivo (Goldman y Ergas, 1997: 7-9).

¹¹ Esta taxonomía sigue de cerca la división propuesta por Rush y sus colegas (Rush *et al.*, 1996).

últimos con ambos tipos de instalaciones. Estos datos sugieren que existe una relación positiva y creciente entre el tamaño de los clientes de los CTID-SC y su nivel imputado de habilidades tecnológicas.¹² Se refuerza así la impresión de que el nivel de competencia tecnológica de la industria guarda una estrecha relación con el tipo de facilidad técnica disponible al observarse que entre más grande es la empresa, mayor es su potencial tecnológico al contar con mejores instalaciones.¹³

Un análisis más detallado de la información reportada sugiere que los CTID-SC tienden a tratar mayormente con los dos extremos del espectro de capacidades tecnológicas existente en la industria mexicana, pues de acuerdo con los datos recabados, un poco más de un tercio de los clientes encuestados dijo no contar con ningún tipo de instalación, que es casi el mismo porcentaje que mencionó tener ambas facilidades. Este resultado es consecuencia, sin lugar a dudas, de la propia estructura de la industria nacional, la cual tiende a ejercer un efecto negativo en el desempeño de los CTID, pues la dispersión de las competencias tecnológicas de los clientes incide en la efectividad de los servicios (Merritt, 2004). El problema radica en que esta situación le pone un límite a la explotación de posibles economías de escala operativas.

En este contexto uno se puede imaginar el continuo de competencias tecnológicas como una función creciente del tipo de instalación técnica disponible, de tal forma que los clientes con facilidades de ingeniería o de investigación revelarían una capacidad tecnológica intermedia y en los extremos estarían las otras dos categorías.¹⁴ Por lo mismo, la valoración de la utilidad global de los CTID-SC jugó un rol crucial para el análisis de la vinculación.¹⁵

Los resultados señalan que los CTID-SC son considerados por la gran mayoría de sus clientes como simplemente útiles (un valor promedio de 3.07 en una escala de 1 a 4). Sin embargo, estos valores tendieron a diferir de acuerdo con las

¹² Tomando en consideración las cuatro categorías propuestas para este trabajo, la hipótesis nula (H_0) se estableció como: “el tamaño del cliente no tiene relación con la existencia de un departamento de investigación, o de ingeniería.” En ambos casos la Chi cuadrada de Pearson resultó significativa al nivel de 5% (6.98 y 10.1 con 2 grados de libertad respectivamente), permitiendo rechazar la hipótesis nula con cierta confianza.

¹³ Estas aseveraciones se conectan con la famosa hipótesis schumpeteriana de la existencia de una relación positiva y monotónica entre el tamaño de la empresa y su proclividad para realizar IyDI (Cohen, 1995: 189-190). De tal manera que los datos aquí recabados parecen confirmar la existencia de este tipo de comportamiento para los clientes de los CTID-SC.

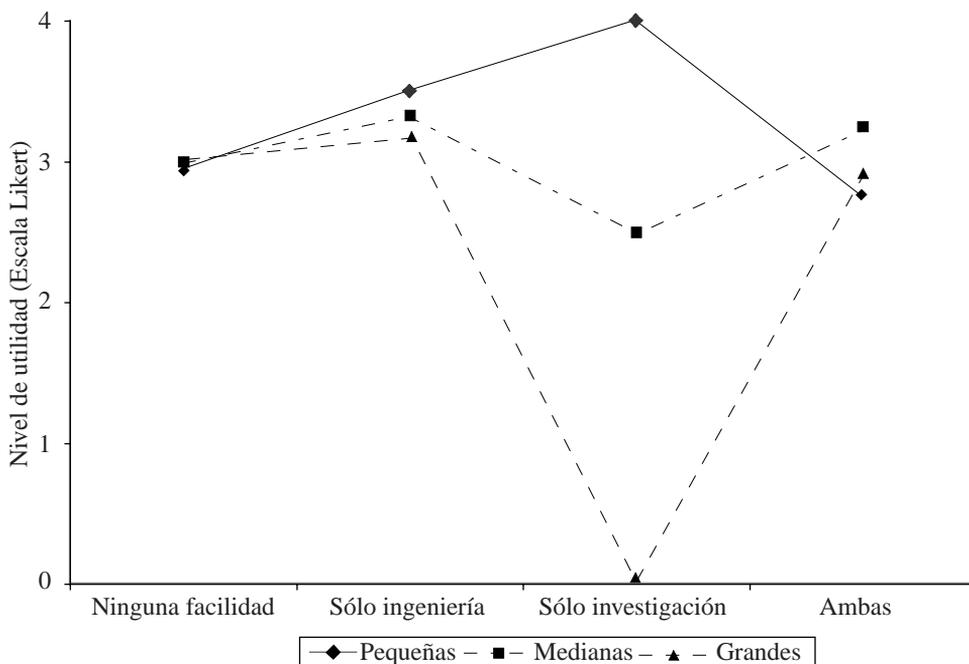
¹⁴ Esta es una generalización de la taxonomía propuesta por Rush y sus colegas, de tal modo que los “ejecutantes de IyDI” tienen las facilidades para hacer investigación, mientras que los “competentes tecnológicos” sólo cuentan con áreas de ingeniería. Las compañías “autosuficientes tecnológicamente” tratan de salir adelante mediante sus recursos humanos y finalmente las “Pymes de bajo nivel tecnológico” sólo buscan sobrevivir (Rush *et al.*, 1996: 188).

¹⁵ Para medir el grado de utilidad de los centros se les pidió a los clientes que evaluaran el impacto del trabajo de los CTID-SC mediante una escala tipo Likert, con los rangos de 1 (irrelevante) a 4 (muy útil).

capacidades tecnológicas imputadas y el tamaño de la empresa. De tal modo que las empresas en la Categoría II fueron las que mejor calificaron a los CTID-SC (3.35), seguidos por los clientes en la Categoría III (3.14). Para las empresas en la Categoría I, los CTID-SC son apenas útiles (2.96), que es casi la misma valoración que les otorgaron las empresas de la Categoría IV (2.95).

Esta información se aprecia mejor en la Gráfica 1, la cual exhibe el comparativo de la evaluación de los CTID-SC tomando en cuenta el tamaño del cliente y su nivel de facilidades.

Gráfica 1
Evaluación de los CTID-SC por tamaño de empresa
y tipo de facilidad técnica



Fuente: Merritt (2004: 145).

En la gráfica anterior se observa que las Pymes tienden a valorar mejor el trabajo de los CTID-SC, excepto cuando tienen ambos tipos de instalaciones técnicas. Aun y cuando estas diferencias no son estadísticamente significativas, sí permiten corroborar la imagen de una mayor utilidad de los CTID para las Pymes, lo cual refuerza la posición de la mayoría de las iniciativas de política científica y tecnológica que promueven la vinculación entre estos dos actores como un mecanismo para incentivar la innovación (OCDE, 1997).

Por otra parte, el tipo de servicios que es demandado por las empresas representa un punto crucial para entender los determinantes de la vinculación CTID-sector productivo. A este respecto los servicios analíticos y de metrología se caracterizan por ser el trabajo más requerido por la industria mexicana, aunque otras actividades como las consultorías, el entrenamiento y capacitación del personal industrial y la IyDI también son tareas muy solicitadas por los clientes de los CTID-SC.¹⁶

Los datos indican que el tipo de servicios solicitados también se ve influido por la clase de facilidad técnica existente, resultando que las empresas en la Categoría III recurren mayormente a los trabajos de IyDI (como era de esperarse), mientras que los clientes en la Categoría I hacen más uso de las consultorías y las empresas en las Categorías II y IV solicitan en su mayoría servicios rutinarios. El Cuadro 1 desglosa esta información por tipo de servicio demandado y las facilidades técnicas existentes en los clientes.

Cuadro 1
Porcentaje de clientes que demandan los servicios de los CTID
por tipo de facilidad reportada

<i>Tipo de servicio proporcionado</i>	<i>Tipo de facilidades técnicas (categoría de clientes)</i>			
	<i>Ninguna (I)</i>	<i>Sólo ingeniería (II)</i>	<i>Sólo investigación (III)</i>	<i>Ambos tipos (IV)</i>
Actividades de investigación	25.0	17.6	71.4	5.0
Consultorias y/o entrenamiento	54.2	35.3	28.6	45.0
Servicios de rutina y analíticos	20.8	47.1		50.0
Totales	100.0	100.0	100.0	100.0

Fuente: Merritt (2004: 199).

¹⁶ El 54.4% de los clientes solicitó la prestación de servicios rutinarios mientras que 22.1% requirió trabajos de IyDI, 19.1% solicitó consultorías técnicas y 4.4% restante capacitación y entrenamiento. La distribución de estas actividades coincide con el énfasis puesto por la mayoría de los CTID-SC en la atención a la industria, aunque el impacto en la productividad tiende a ser mayor entre más complejo sea el servicio proporcionado, como por ejemplo la IyDI y las consultorías técnicas (Merritt, 2004).

Otro patrón interesante surge de comparar el tipo de servicio demandado por las empresas mediante su ubicación en la taxonomía de Pavitt (Dutrenit y Capdevielle, 1993). Aunque sólo 70.6% de los clientes encuestados pudo ser clasificado en dicha taxonomía, los datos revelan que las firmas pertenecientes a los sectores dominados por el proveedor son las que mayormente usan los servicios de investigación de los CTID-SC, seguidas de aquellos que no pertenecen al sector manufacturero (debido a que no están clasificadas en esta taxonomía).

Por otro lado, las firmas que están insertas en los sectores intensivos en escala acuden en su gran mayoría a los CTID-SC para adquirir servicios de rutina (calibración, prueba de materiales, análisis de muestras, etcétera), pero no de investigación. Para las empresas en sectores basados en la ciencia y de proveedores especializados, su mayor contacto con los CTID-SC se da por medio de los servicios de consultoría, pero estos últimos datos hay que tomarlos con cautela debido al exiguo número de empresas en la muestra que pertenecen a estos sectores manufactureros (véase Cuadro 2).

Cuadro 2
Porcentaje de clientes que demandan los servicios de los CTID
por tipo de categoría de Pavitt

<i>Tipo de servicio proporcionado</i>	<i>Categorías de la taxonomía de Pavitt</i>				
	<i>DP¹</i> <i>(n=20)</i>	<i>IE²</i> <i>(n=24)</i>	<i>BC³</i> <i>(n=2)</i>	<i>PE⁴</i> <i>(n=2)</i>	<i>Sin clasificación</i> <i>(n=20)</i>
Actividades de investigación	40.0	8.3			25.0
Consultorias y/o entrenamiento	45.0	37.5	100.0	50.0	45.0
Servicios de rutina y analíticos	15.0	54.2		50.0	30.0
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

¹ DP : Dominado por el proveedor.

² IE: Intensivo en escala

³ BC: Basado en la ciencia

⁴ PE: Proveedor especializado; n representa el número de empresas en cada categoría.

Fuente: Merritt (2004: 200).

También fueron examinadas, las capacidades de exportación entre los clientes. El aspecto más relevante de este análisis fue que las empresas que declararon haber tenido exportaciones en el año 1999 (60% de la muestra), calificaron más alta la utilidad de los CTID-SC (3.19 en una escala creciente de importancia de 1 a 4), mientras que los usuarios que no exportaron le dieron una calificación más baja a los CTID-SC (2.60). Un análisis estadístico detallado de estos resultados permite afirmar que existe una diferencia significativa en la apreciación de los CTID-

SC asociada con el tipo de mercado en el que se mueven los clientes.¹⁷ De tal manera que se puede afirmar que las empresas más proclives a explotar los mercados internacionales pudieran estar obteniendo de igual manera mayor provecho a los CTID.¹⁸

5. Categorización de los CTID-SC

Es pertinente señalar que a pesar de que los CTID-SC están catalogadas por CONACYT como centros tecnológicos, éstos no responden a un solo patrón de funcionamiento, pues dentro del mismo subsistema de los CTID del Sistema CONACYT existe otra diferenciación más sutil pero evidente: hay algunos centros más proclives a realizar investigación básica y otros más inclinados a prestar servicios de consultoría y rutina. El primer tipo de centros es denominado por los propios administradores de los CTID-SC como “orientados a la investigación” o “académicos” y dentro de esta categoría se encuentran CIATEJ, CIDETEQ y CIQA. En tanto que al segundo tipo se les conoce como “orientados a la ingeniería” o “industriales,” entre los cuales se encuentran el CIATEQ, CIATEQ, CIDESI y COMIMSA.

Esta clasificación un tanto informal surge del hecho de que el área de conocimiento ha determinado las características de la especialización y por ende la composición del personal calificado. Los llamados “Centros Académicos” atienden a empresas de los sectores basados en la ciencia (polímeros, biotecnología y electroquímica), por lo que presentan una mayor proporción de personal con doctorado; mientras que los llamados “Centros Industriales” tienden a especializarse en áreas de aplicación como cuero y calzado, metal-mecánica y siderúrgica por lo que tienen una composición más elevada de técnicos e ingenieros.

Esta división entre los CTID-SC se ve confirmada por las diferencias en el tamaño de sus clientes. Así los centros académicos tienden a vincularse más con Pymes, mientras que los CTID industriales se relacionan más con firmas grandes. Asimismo, la vinculación entre los CTID y sus clientes tiende a ser más duradera para los centros de tipo industrial que para los de corte académico, y por consiguiente la evaluación de la utilidad que los CTID tienen para las actividades de sus clientes es más alta en aquellos, finalmente los usuarios de los CTID industriales se inclinan a valorar más la relación que existe con sus propios clientes que con cualquier otra organización (incluidos los CTID-SC), como se aprecia en el Cuadro 3.

¹⁷ El valor del estadístico t para muestras independientes fue de -2.324 (significativo a 5%), confirmando así la evaluación diferenciada de la utilidad de los CTID-SC entre aquellos usuarios que exportaron, y los que no.

¹⁸ Esta aseveración se ve reforzada por el hecho de que la gran mayoría de las empresas en las Categorías II y IV de capacidades tecnológicas imputadas son las que declararon haber exportado en 1999.

Cuadro 3
Comparación entre los CTID de acuerdo a su tipo de orientación
(variables seleccionadas)

<i>Orientación del centro tecnológico</i>	<i>Número de trabajadores^{1a}</i>	<i>Años de relación^{2a}</i>	<i>Valoración de los clientes^{3b}</i>	<i>Evaluación total⁴</i>
Académica	172.73	3.76	6.63	2.98
Industrial	710.26	6.26	7.33	3.22
Promedio Total	386.2	4.75	6.91	3.07

¹ Promedio.

² Número de años de tener contacto con los CTID.

³ Mide la importancia para la empresa encuestada de la relación con sus clientes en una escala de 1 (irrelevante) a 8 (muy importante).

⁴ Mide la utilidad para la empresa de los servicios proporcionados por los CTID en una escala de 1 (irrelevante) a 4 (muy importante).

^a Diferencia significativa a 1%.

^b Diferencia significativa a 10%.

Fuente: Merritt (2004: 212).

6. Análisis empírico de los beneficios de la vinculación CTID-industria

La presente sección es la parte final de este trabajo y ofrece los resultados de un análisis multivariado que se realizó para conocer las principales características de los beneficios obtenidos por parte de las empresas de su vinculación con los CTID-SC. Con este objetivo en mente se buscó identificar los elementos más apreciados por los usuarios en los CTID. Para medir estos beneficios se usaron los 20 conceptos que Bengston (1989) propone como determinantes para la vinculación. De acuerdo con la encuesta, el concepto de la calidad de los productos y servicios ofrecidos mereció la calificación más alta (3.29 en una escala de 1 a 4), seguida de las sugerencias obtenidas de los expertos y del valor de los productos y servicios (ambos con 3.25). En último quedó el uso de las facilidades (1.85). La evaluación promedio de los 20 conceptos fue de 2.76. Para determinar si existen factores subyacentes (latentes) en los beneficios obtenidos de la colaboración se hizo uso de las herramientas de análisis factorial de componentes principales (véase Cuadro 4).

6.1 Primer beneficio: la excelencia de los servicios proporcionados

Un examen más cercano permite observar que los 20 conceptos utilizados se pueden agrupar en cuatro grandes factores. El primer factor puede ser asociado con un elemento subyacente de excelencia, mediante el cual los CTID les estarían propor-

cionando un valor agregado intangible a sus clientes mediante la calidad, el valor y la relevancia del servicio proporcionado. Los demás conceptos como la velocidad de atención, las condiciones para firmar contratos, el nivel de equipamiento y de información que aparecen incluidos en este factor refuerzan esta idea. Incluso conceptos como el costo de los servicios y el carácter público de los CTID también aparecen relacionados a este primer factor (véase Cuadro 4).

Cuadro 4
Matriz de componentes rotados de los beneficios de la vinculación con los CTID-SC¹⁹

<i>Variables</i>	<i>Media</i>	<i>Ponderación de los factores</i>				<i>Comunales</i>
		<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	
Calidad de los servicios	3.29	0.895				0.813
Valor de los servicios	3.25	0.880				0.810
Relevancia de los servicios	2.94	0.544				0.430
Las condiciones para firmar contratos	2.66	0.476	0.355		0.399	0.588
Velocidad de la atención	2.91	0.470	0.427			0.410
Nivel de equipamiento	3.19	0.455	0.397			0.441
Consultoría experta	3.25	0.418	0.307	0.332		0.387
Nivel de información	2.99	0.353		0.347		0.343
Solución a los problemas	2.87		0.720			0.624
Uso de la ciencia en el CTID	2.96		0.716			0.600
<i>Know-how</i> resultante	2.66		0.663		0.343	0.592
Manejo de la secrecía industrial	2.93		0.543		0.469	0.538
Establecimiento de acuerdos de cooperación	2.19			0.719		0.588
Ideas inesperadas	2.09		0.497	0.644		0.666
Manejo de la propiedad intelectual	2.21		0.383	0.623		0.567
Uso de facilidades	1.85			0.610		0.452
Distancia	2.56				0.805	0.685
Facilidad de uso	2.74				0.691	0.563
Costo de los servicios	3.03	0.459			0.524	0.525
Carácter público de los CTID-SC	2.56	0.342		0.392	0.421	0.454
Porcentaje de la Varianza Explicada		17.15	14.62	12.00	11.59	53.38

Nota: El método de extracción: Análisis de Componentes Principales; método de rotación: Varimax con normalización de Kaiser, la escala usada es: 1 (ningún beneficio), a 4 (muy benéfico).

Fuente: Elaboración propia a partir de Merritt (2004: Cap. VIII).

¹⁹ El determinante de la Matriz R fue 0.00001354. La medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin fue 0.798 y la prueba de Bartlett de esfericidad fue significativa a 1%; solamente cuatro factores fueron extraídos.

6.2 Segundo beneficio: el profesionalismo de los CTID

El segundo componente de los beneficios mencionados aparece como el rasgo de su profesionalismo, lo cual les proporciona una ventaja estratégica a los clientes porque perciben que el manejo de la secrecía industrial y el uso del conocimiento científico por parte del personal del CTID están estrechamente relacionados con la solución a los problemas propuestos, lo que produce un valioso *know-how* para la empresa. Adicionalmente, el manejo de la propiedad intelectual y las ideas resultantes de la colaboración son conceptos que aparecen relacionados con este factor, a pesar de estar agrupados en otro componente, al igual que la firma de contratos, la velocidad de atención, el nivel de equipamiento y el consejo experto obtenido.

6.3 Tercer beneficio: el comportamiento cooperativo de los CTID

El tercer componente parece poner el acento en las ventajas del comportamiento cooperativo de los CTID-SC, de tal manera que las posibilidades para establecer acuerdos de colaboración se ven favorecidas por el manejo de la propiedad intelectual y el uso de las instalaciones, siendo natural que se promueva el surgimiento de ideas inesperadas a partir de la colaboración. Este factor también se ve reforzado por la inclusión de conceptos como el carácter público de los CTID, el nivel de información existente y el consejo experto obtenido de la cooperación.

6.4 Cuarto beneficio: las ventajas competitivas de la vinculación

El último factor tiene un claro perfil de que el cliente está obteniendo ventajas tangibles de la vinculación que se pueden traducir como las ventajas competitivas de los CTID-SC. Es decir, la distancia, la facilidad en el uso de los centros, el costo de los servicios proporcionados y su carácter público parecen influir la valoración de los beneficios obtenidos. Más aún si se toma en cuenta que las condiciones para firmar contratos, el *know-how* resultante y el manejo de la secrecía industrial también están correlacionados con este factor.

Estos cuatro factores vistos en conjunto permiten identificar los principales beneficios que obtiene el sector productivo al iniciar un proceso de colaboración con los CTID. Así, y con base en estos datos, una política tecnológica que buscara estimular la vinculación entre los CTID y el sector industrial podría argumentar la existencia de pruebas de que los clientes actuales de los CTID los perciben como prestadores de un servicio profesional y de calidad, lo cual se ha traducido en ventajas competitivas para los propios clientes de los CTID-SC.

Conclusiones

La vinculación CTID-industria no ha sido históricamente un asunto fácil de abordar pues está plagada de múltiples factores que complican el análisis. Sin embargo, uno de los principales determinantes de esta relación estriba en el nivel de las capacidades tecnológicas existentes en el propio sector productivo. Es por estas razones que no nos debe sorprender el bajo nivel de vinculación CTID-industria que la mayoría de los trabajos académicos reportan. Sorprende particularmente el escaso nivel de conocimiento que todavía tenemos del mecanismo bajo el cual operan los factores que determinan esta vinculación.

Sin embargo, es común ubicar el problema de la escasa vinculación CTID-industria del lado de la oferta (los CTID) sin reparar que los factores más influyentes en la vinculación vienen por el lado de la demanda, ya que nacen de las propias características de los usuarios industriales. Uno de los factores que más afectan la relación es la ineficiencia operativa de los centros, pero no como resultado del financiamiento del gobierno (como comúnmente se cree), sino por la existencia de una gran dispersión de las capacidades tecnológicas de los clientes, lo cual provoca que los CTID requieran de diversificar sus esfuerzos con tal de satisfacer las amplias necesidades de las industrias que atienden. De aquí que sea vital saber diferenciar entre los factores que afectan el desempeño de los CTID.

En el caso particular de los CTID-SC de México, la evidencia analizada en este estudio indica que estos centros se ven afectados por el grado de las capacidades tecnológicas de la industria local. Los resultados reportados permiten argumentar que los CTID-SC tienden a establecer una relación más útil con aquellos clientes que cuentan con capacidades tecnológicas intermedias (identificados en las Categorías II y III), cuyo nivel de facilidades técnicas les permiten la realización de actividades encaminadas a la innovación; mientras que la colaboración con empresas sin ningún tipo de facilidad técnica (clasificadas dentro de la Categoría I, es decir, empresas rezagadas tecnológicamente) se circunscribe generalmente a labores de consultoría, pero con escasas posibilidades de una colaboración tecnológica más compleja.

Sin embargo, el caso más paradójico lo representa la colaboración con las empresas mejor equipadas (Categoría IV) porque las expectativas de ambas partes no parecen empatarse. En este respecto Mowery (1983) sugiere que lo mejor que pueden hacer los CTID es especializarse en la provisión de aquellos servicios en los que pudieran eficientar su operación (servicios de calibración, análisis y pruebas). Lo malo es que es precisamente la misión institucional de los CTID-SC, es decir sus estatutos, lo que los obliga a ofrecer todo el espectro posible de servicios

tecnológicos (IyDI, consultorías, servicios técnicos y capacitación), impidiendo así la vía propuesta por Mowery para optimizar su desempeño.

Por otra parte, el seguimiento de las recomendaciones de Mowery tiende a chocar con la perspectiva de los CTID-SC sobre el concepto de efectividad, pues saben que la producción de todos y cada uno de los servicios que están obligados a proporcionar tiende a mejorar las capacidades técnicas de los investigadores mediante la puesta en marcha de las llamadas economías de alcance –*scope economies*–; por tanto, especializarse en una sola actividad tendría efectos nefastos para el fortalecimiento de sus ventajas competitivas (Merritt, 2004).

En este sentido, y en vista de los resultados aportados por esta investigación, una política tecnológica que busque estimular la vinculación entre los CTID y el sector productivo debe tomar en cuenta el efecto de las capacidades tecnológicas de los usuarios industriales en el desempeño de los CTID. Esta apreciación es fundamental a la hora de diseñar el esquema organizacional en el que han de moverse los centros, y en particular, en torno a los alcances de sus misiones institucionales, que hoy por hoy tienden a enfatizar más la eficiencia operativa (los indicadores de autosuficiencia financiera) que la efectividad de las actividades (el alcance y variedad de los usuarios atendidos).

Los resultados aquí reportados permiten sugerir que dicha política tecnológica puede buscar incentivar el uso de estas instituciones (incluyendo a las universidades obviamente), mediante el uso de herramientas que resalten las virtudes de la colaboración, destacando la excelencia del servicio prestado por los CTID, su profesionalismo, su comportamiento cooperativo y su nivel general de competitividad.

De no cambiar el enfoque actual hacia la vinculación que estimula la búsqueda mecánica de clientes como resultado de los recortes a los fondos fiscales, lo más probable es que los propios centros terminen por vincularse solamente con aquellas empresas que tengan necesidad de complementar su rango de actividades, dejando a la mayoría de los CTID-SC como meros prestadores de servicios rutinarios, que es lo que Mowery justamente propone. Esto sin mencionar el efecto que han tenido (y siguen teniendo) las crisis económicas vividas por el país en el desempeño de estos centros,²⁰ que es un tema que también merece un estudio más detallado para conocer todas sus implicaciones.

²⁰ En este contexto cabe destacar que CONACYT reporta que en 2002 los recursos propios generados por las 27 instituciones del Sistema CONACYT ascendieron a 825 millones de pesos, que representaron una disminución real de 32.7% en relación con 2001. De acuerdo con el CONACYT, “este resultado es consecuencia de la reducción en las ventas de servicios por parte de los Centros, *misma que tiene su origen en la contracción de la actividad económica del país*” (énfasis añadido) (CONACYT, 2003: 154).

Referencias bibliográficas

- Arundel, A. y A. Geuna (2004). "Proximity and the Use of Public Science by Innovative European Firms", *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 13 (6), pp. 559-580.
- Audretsch, D. B., A. J. Menkveld y A. R. Thurik, A. R. (1996). "The Decision Between Internal and External R&D", *Journal of Institutional and Theoretical Economics*, 152 (3), pp. 519-530.
- Banco Mundial (1998). Project Appraisal Document on a Proposed Loan in the Amount of US \$300 Million to Mexico for a Knowledge and Innovation Project, Washington: Banco Mundial.
- Beise, M. y H. Stahl (1999). "Public Research and Industrial Innovations in Germany", *Research Policy*, vol. 28 (4), pp. 397-422.
- Bell, M. (1994). "The Evolution and Integration of R&D vis-à-vis Industrial Enterprises" in ESCWA, (ed.), *Workshop on the Integration of S&T in the Development Planning and Management Process in the ESCWA Region*, New York: United Nations, pp. 59-83.
- Bengston, D. N. (1989). "Exogenous Factors Affecting Research Institutions in Developing Countries", *International Journal of Technology Management*, 4 (3), pp. 317-331.
- Berger, M. y J. Revilla (2006). "Do Firms Require an Efficient Innovation System to Develop Innovative Technological Capabilities? Empirical Evidence from Singapore, Malaysia and Thailand", *International Journal of Technology Management*, vol. 36 (1/2/3), pp. 267-285.
- Brooks, H. (1986). "National Science Policy and Technological Innovation", Landau, R. and Rosenberg, N., (eds.), *The Positive Sum Strategy*, Washington, National Academy Press, pp. 119-167.
- Capdevielle, M., J. M. Corona y C. Hernández (2000). "Production Systems and Technological Patterns", Cimoli, M. (ed.), *Developing Innovation Systems*, London: Continuum, pp. 57-80.
- Cohen, W. M. (1995). "Empirical Studies of Innovation Activity", Stoneman, P. (ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Oxford: Basil Blackwell, pp. 182-264.
- CONACYT (1998). *Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas 1997*, México: CONACYT.
- (2001). *Programa Especial de Ciencia y Tecnología 2001-2006*, México: CONACYT.

- (2003). *Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología: 2003*, México: CONACYT.
- Crow, M. M. y B. Bozeman (1998). *Limited by Design: R&D Laboratories in the US National Innovation System*, New York: Columbia University Press.
- Dutrenit, G. y M. Capdevielle (1993). “El perfil tecnológico de la industria mexicana y su dinámica innovadora en la década de los ochenta”, *El Trimestre Económico*, 60 (3), pp. 643-674.
- European Communities (2001). *Statistics on Innovation in Europe: 1996-1997*, Luxembourg.
- Freeman, C. (1992). “Formal Scientific and Technical Institutions in the National System of Innovation”, Lundvall, B.-A. (ed.), *National Systems of Innovation*, London: Pinter, pp. 169-187.
- Gambardella, A. (1992). “Competitive Advantage from in-house Scientific Research: The US Pharmaceutical Industry in the 1980s”, *Research Policy*, 21, pp. 391-407.
- Goldman, M. y H. Ergas (1997). *Technology Institutions and Policies*, Washington: World Bank.
- Guan, J. C., R. C. M. Yam y C. K. Mok (2005). “Collaboration Between Industry and Research Institutes/Universities on Industrial Innovation in Beijing, China”, *Technology Analysis and Strategic Management*, vol. 17 (3), pp. 339-353.
- Hsu, C.-W. (2005). “Formation of Industrial Innovation Mechanisms Through the Research Institute”, *Technovation*, vol. 25 (11), pp. 1317-1329.
- Justman, M. y M. Teubal (1995). “Technological Infrastructure Policy (TIP): Creating Capabilities and Building Markets”, *Research Policy*, 24, (3), pp. 259-281.
- Katrak, H. (1998). “Economic Analyses of Industrial Research Institutes in Developing Countries: The Indian Experience”, *Research Policy*, 27 (4), pp. 237-347.
- Kojima, S. y Y. Okada (1997). “Catching Up to Leadership: The Role of Technology-Support Institutions in Japan’s Casting Sector”, *WB Technical Papers*, no. 384, Washington, World Bank.
- Lall, S. (1994). “Technological Capabilities”, Salomon, J.-J., F. R. Sagasti, y C. Sachs, (eds.), *The Uncertain Quest*, Tokyo: United Nations University Press, pp. 264-301.
- Lee, D. H., Z.-T. Bae y J. Lee (1991). “Performance and Adaptive Roles of the Government-Supported Research Institute in South Korea”, *World Development*, vol. 19 (10), pp. 1421-1440.
- Merritt, H. (2004). *The Performance, Management, and Relevance of Government-supported Technology Research Centres: The SEP-CONACYT Technology Centres of Mexico*, Tesis de Doctorado, SPRU, University of Sussex, Brighton UK.

- Mohan, S. R. y A. R. Rao (2005). "Strategy for Technology Development in Public R&D Institutes by Partnering with the Industry", *Technovation*, vol. 25 (12), pp. 1484-1491.
- Mowery, D. C. (1983) "The Relationship Between Intrafirm and Contractual Forms of Industrial Research in American Manufacturing 1900-1940", *Explorations in Economic History*, 20, pp. 351-374.
- Najmabadi, F. y S. Lall (1995). *Developing Industrial Technology: Lessons for Policy and Practice*, Washington: World Bank.
- Nath, P. y N. Mrinalini (2002). *Organization of R&D: An Evaluation of Best Practices*, New York: Macmillan.
- OCDE (1989). *The Changing Role of Government Research Laboratories*, Paris: OCDE.
- (1992). *Technology and the Economy*, Paris.
- (1994). *Science and Technology Policy 1994: Review and Outlook*, Paris: OCDE.
- (1997). *Diffusing Technology to Industry*, Paris.
- Pianta, M. y G. Sirilli (1997). "The Use of Innovation Surveys for Policy Evaluation in Italy" en OCDE (ed.). *Policy Evaluation in Innovation and Technology*, Paris, pp. 357-371.
- Rush, H., M. Hobday, J. Bessant, E. Arnold y R. Murray (1996). *Technology Institutes: Strategies for Best Practice*, London: International Thompson Business Press.?