

Naciones Unidas
Comisión Económica
para América Latina

Banco Interamericano
de Desarrollo

Programa BID/CEPAL
sobre Investigación en
Temas de Ciencia y Tecnología
Monografía de Trabajo N° 10

DESARROLLO DE LA CAPACIDAD DE INGENIERIA
EN EL SECTOR QUIMICO-PETROQUIMICO

Delimitación metodológica
de un campo de estudio

Francisco Colman Sercovich

770601

Distr.
RESTRINGIDA
BID/CEPAL/BA/20
junio de 1977
ORIGINAL: ESPAÑOL

El Dr. Francisco Colman Sercovich - graduado en Economía en la Universidad de Sussex, Inglaterra - es investigador a tiempo completo del Programa BID/CEPAL en Temas de Ciencia y Tecnología, con sede en las oficina de CEPAL en Argentina.

El presente trabajo es el primero de una serie de estudios de casos que el Programa BID/CEPAL realiza en el sector químico-petroquímico cubriendo Argentina, Brasil y Mexico.

Oficina de la CEPAL en Buenos Aires
Cerrito 264 - 5º p.
1010 Buenos Aires - Argentina

I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION	i
I. Aspectos generales	1
II. Naturaleza y funciones del sector en la estructura productiva	5
1. Caracterización del sector	5
2. Magnitud y significación	7
III. Algunas características del mercado mundial de servicios de ingeniería	8
1. Elementos de la estructura y conducta	8
2. Internacionalización del mercado	16
3. Tendencias actuales del mercado mundial	23
IV. Características del desarrollo de la capacidad local de ingeniería en países latinoamericanos	25
1. Rasgos generales	25
2. Vínculos entre los agentes que concurren a un proyecto	30
3. Selección y control por parte de las firmas clientes	34
4. Formas de contratación	35
V. Hipótesis, objetivos y metodología de la investigación	41
ANEXO I	49

INTRODUCCION

En el contexto del Programa BID/CEPAL de Investigaciones en Temas de Ciencia y Tecnología se ha considerado relevante la realización de estudios relativos al desarrollo de la oferta local de servicios de ingeniería. En la actualidad se están llevando a cabo estudios de campo en Argentina, Brasil y Mexico en relación a las industrias química y petroquímica.

La formación y crecimiento de una capacidad propia de prestación de servicios de ingeniería, imprescindible para traducir invenciones en innovaciones y para adaptar tecnologías disponibles a condiciones locales, se encuentra en el núcleo del proceso de aprendizaje por el cual se llega a dominar nuevas tecnologías y a mejorarlas por medio de innovaciones menores localizadas.

En esta monografía preliminar nos ocuparemos de estudiar algunos aspectos centrales de la estructura, conducta, performance y desarrollo de la capacidad de ingeniería en América Latina, delineando pautas metodológicas para los trabajos de campo.

Hay dos grandes áreas a examinar.

Una se refiere al flujo y generación de conocimientos vinculados a la incorporación de tecnología que acompaña a la concepción y realización de nuevas plantas. Este área remite al estudio del mercado de servicios de ingeniería per se, considerando a sus agentes tanto en su calidad de proveedores de estos servicios como en su función de intermediarios en el mercado de activos tecnológicos.

La otra área concierne al flujo y generación de conocimientos que tiene lugar durante la operación de esas nuevas plantas. En este caso importa el proceso ulterior de asimilación, mejora, modificación o adaptación de los procesos operados.

Diversos esfuerzos se han volcado al estudio de estas dos áreas durante el curso de los últimos años. 1/ Sin embargo, poco se sabe respecto de la relación entre el flujo y generación de conocimientos vinculados a la concep-

1/ Por referencias, ver texto.

ción y realización de plantas, por un lado, y a su operación por el otro.

Los esfuerzos creativos de ingeniería que tienen lugar en la fase de operación arrojan usualmente como resultado alteraciones en las condiciones iniciales y, por tanto, diversos tipos de modificaciones y mejoras. De hecho, la posibilidad o imposibilidad, así como el grado de facilidad o de dificultad con que puedan consumarse estas alteraciones a través de esfuerzos de ingeniería a nivel de planta, depende directamente de las condiciones iniciales.

El enfoque más comprehensivo de esta conexión puede obtenerse cuando se visualiza el proceso más allá de los límites de una generación de planta en particular. Así, el estudio de sucesivas generaciones de planta en el seno de una empresa (incluyendo ampliaciones sustanciales de capacidad) permite arrojar más luz acerca del vínculo recíproco entre condiciones iniciales y alteraciones ulteriores. Nos interesa particularmente analizar este vínculo en su relación al desarrollo de la capacidad local de ingeniería en el mediano y largo plazo.

Como queda dicho, la presente monografía intenta suministrar una aproximación preliminar al tema, un marco para la investigación de campo. Comenzamos planteando algunas cuestiones a nuestro juicio cardinales a las cuales la investigación debe apuntar. Proseguimos con una caracterización de la naturaleza y funciones del sector en la estructura productiva. Más adelante ofrecemos una breve relación respecto de algunos aspectos del mercado mundial de servicios de ingeniería que nos permitan, luego, ubicar en perspectiva los rasgos salientes del sector en los países de la región. Finalmente discutimos la metodología de la investigación, una vez definidas y enunciadas las hipótesis de trabajo que la orientan.

El autor desea expresar su agradecimiento a Jorge Katz y a Ricardo Cibotti por sus valiosos comentarios y observaciones. Se efectúa el descargo de rigor.

14 de junio de 1977

Francisco Colman Sercovich

I - Aspectos Generales

La realización de un estudio relativo a la estructura, comportamiento, performance y desarrollo del mercado de servicios de ingeniería en países de América Latina confronta dificultades del tipo de las habituales en estudios de organización industrial, con algunas peculiaridades. A renglón seguido se indican algunas de ellas:

i) El sector mismo no está aun conceptualmente bien definido. Su ubicuidad se pone de manifiesto al procurar identificarlo dentro de la clasificación C.I.I.U. de las Naciones Unidas. En efecto, en esa clasificación industrial se encuentra disperso entre las agrupaciones que integran la gran división 3 (Industrias Manufactureras); la gran división 5 (Construcciones) y el grupo de "servicios técnicos y arquitectónicos" de la gran división 8 (Establecimientos Financieros, Seguros, Bienes Inmuebles y Servicios Prestados a Empresas);

ii) El concepto de "capacidad instalada" aplicable al sector es de difícil formulación ya que se trata de una "industria" de servicios múltiples y heterogéneos, de demanda errática, con gran maleabilidad en el uso de recursos:

iii) Una porción significativa de la oferta suele estar verticalmente integrada a nivel de la firma manufacturera ("hacia atrás" en el caso de las firmas de proceso y "hacia adelante" en el de las productoras de equipo);

iv) Una proporción no desdeñable de los insumos de ingeniería de la industria de procesos fluye incorporada en bienes de capital;

v) La gran heterogeneidad y cambiante composición de las prestaciones dificultan la realización de comparaciones intertemporales tanto intra como interfirmas.

Si bien puede observarse que: i) se trata de un mercado oligopólico diferenciado y segmentado según tipo de proyectos; ii) de elevada concentración en algunos de sus segmentos (vgr. grandes plantas de proceso); iii) con propensiones colusivas y iv) con una demanda sujeta a fuertes restricciones técnico-económicas en su capacidad de optar por alternativas, es poco lo que puede agregarse con certeza respecto de la estructura y conducta de los varios agentes que intervienen en el mismo.

Se observa un creciente reconocimiento de que el desarrollo de la capacidad de ingeniería es condición necesaria para la movilización del potencial innovativo interno. Empero, pocas son las respuestas que la literatura ofrece a cuestiones tales como:

a) Cómo afecta el proceso de cambio técnico al empleo y desarrollo de los recursos locales de ingeniería?

Por vía de hipótesis, una muy alta tasa de cambio técnico mediante el reemplazo acelerado de procesos conocidos por procesos nuevos de origen externo, puede implicar un uso más reducido del aprendizaje tecnológico que una aplicación más extensiva de los procesos existentes. En el primer caso, aunque puede generarse mucho aprendizaje tecnológico, esto puede resultar más que compensado por una alta tasa de obsolescencia del conocimiento de ingeniería ya acumulado al no contarse con el tiempo mínimo necesario para superar las fricciones de la transición (reentrenamiento y actualización). Cuando menor sea el ritmo de sustitución de procesos conocidos por procesos nuevos y más progresiva la transición (mayor componente de mejoras menores en relación a innovaciones radicales) mayores serían las chances de hacer uso del aprendizaje acumulado 1/. Por otro lado, un muy bajo ritmo de renovación de procesos productivos puede dar lugar a bajos rendimientos incrementales del aprendizaje de ingeniería una vez transcurrido un cierto período. Lo anterior sugiere ciertas restricciones y caminos alternativos para encarar la relación entre cambio técnico y empleo de recursos tecnológicos y de ingeniería locales.

1/ Este tipo de relación entre cambio técnico y aprendizaje es específica de países con escasa generación interna de tecnología. En países que generan gran proporción de los nuevos procesos que se incorporan a la industria,

b) Qué contribución les cabe a los servicios de ingeniería locales respecto del proceso de cambio tecnológico de la industria?

Hay evidencia de que su contribución no es despreciable en la etapa operativa (trouble-shooting, de-bottlenecking y, en general, actividades destinadas a mejorar productos y procesos). 1/ Pero se carece de evidencia, excepto circunstancial, en cuanto a la contribución de la capacidad local de diseño de sucesivas adiciones de capacidad y de otros servicios pre-operativos al cambio técnico, por ejemplo, de los productores locales de equipos y componentes. De hecho, puede observarse que, una vez establecida una capacidad inicial, usualmente sobre bases llave en mano o similares, las firmas de proceso han podido ir encarando un número creciente de funciones de ingeniería en relación a subsiguientes adiciones de capacidad (y, eventualmente, a plantas completas con procesos más o menos libremente disponibles). De esta manera, se genera un primer incentivo para el desarrollo de capacidad de ingeniería de detalle (y, en mucho menor medida, de ingeniería básica); esto es, trabajo repetitivo ligado a aumentos de capacidad. Este incentivo ha operado tanto en relación a la capacidad propia de firmas de proceso como a la de firmas locales de ingeniería, particularmente en los países de América Latina mejor dotados con personal profesional y técnico calificado. (Argentina, Brasil y México)2/

c) Cómo influyen los procedimientos habituales de diseño y contratación el empleo y rendimiento de los recursos locales de ingeniería?

Las condiciones iniciales de diseño pueden ejercer un papel determinante respecto de la naturaleza y alcances de los esfuerzos de ingeniería

Continuación de la nota anterior

hay un ajuste más anticipado en la calificación de los recursos de ingeniería frente a cambios en el estado del conocimiento.

1/ Cfr. Jorge Katz, Importación de tecnología, aprendizaje e industrialización dependiente, Fondo de Cultura Económica, Mexico, 1976.

2/ Las firmas locales de ingeniería (frecuentemente joint-ventures con firmas internacionales de ingeniería) se han visto asimismo favorecidas por leyes tipo "contrate nacional".

posteriores a la puesta en marcha. Por ejemplo, el empleo de excesivos márgenes de seguridad por parte del proveedor de la ingeniería básica puede conducir a una alta propensión al sobrediseño. Cuando esto ocurre, reducidos esfuerzos de ingeniería post-puesta en marcha pueden bastar para superar holgadamente la capacidad contratada de diseño (aunque ello puede lograrse a costa de mayores costos de inversión inicial y/o menores rendimientos posteriores del proceso). En el otro extremo, una deficiente de-escalación de un proceso puede implicar el empeño de sustanciales esfuerzos de ingeniería aún para alcanzar la capacidad contratada de diseño. A su vez, la propensión al sobre o subdiseño puede verse muy afectada por los términos de la contratación y la relación entre las partes (magnitud de las penalidades exigidas, previsión de premios por sobre-rendimientos, responsabilidad global o compartida del contratista, vinculación filial-matriz o independencia accionaria).

d) Cuál es el papel de la percepción del riesgo y otras restricciones que operan en la selección de fuentes de suministro de servicios de ingeniería por parte de las firmas clientes?

En la capacidad de optar por alternativas pesan sobre las firmas clientes no sólo circunstancias técnico-económicas (tipo de procesos disponibles, fuente de financiamiento), sino también arraigados patrones de conducta basados en una cierta percepción de los riesgos, la seguridad y la rentabilidad de la inversión. En particular, la aversión al riesgo frecuentemente introduce un sesgo en favor de una sustancial delegación de responsabilidades que en muchas instancias favorece la contratación internacional. Hay razones para pensar que una sesgada evaluación de los riesgos puede conllevar una subutilización de recursos y capacidades locales y, a la postre, un mayor costo de inversión.

e) Cuál es la naturaleza de las barreras a la entrada de nuevas firmas al mercado de servicios de ingeniería?

La mayoría de las firmas líderes en el mercado mundial están ligadas a grupos mayores con intereses manufactureros. Esto les genera inequívoco-

cas ventajas tecnológicas, financieras y de marketing. Las preferencias de la demanda y las ventajas de firmas establecidas originan rigideces de comportamiento y restricciones a la entrada y desarrollo competitivo de firmas incipientes sin cuya comprensión la eficacia de una política de protección al desarrollo de la capacidad doméstica independiente puede llegar a ponerse en serio riesgo.

En lo que sigue, se abordarán introductoriamente este tipo de cuestiones. Se las ilustrará con constancias que permitan avanzar hacia un cuadro analítico explicativo a través de la investigación de campo que se está realizando en Argentina, Brasil y México, y hacia la identificación de las condiciones bajo las cuales se desenvuelve en estos países la capacidad local de prestación de servicios de ingeniería.

II - Naturaleza y Funciones del Sector en la Estructura Productiva

1.- Caracterización del Sector.

Toda expansión de la capacidad productiva industrial, ya sea por vía de nuevas plantas, o bien de la ampliación o modernización de las existentes, necesariamente origina una demanda por insumos de ingeniería; esto es, por servicios de diseño, montaje, puesta en marcha y operación de plantas nuevas, ampliadas o modernizadas.

Este tipo de actividades ha ido cobrando creciente diferenciación técnica y organizativa a través del tiempo, en respuesta al aumento de las exigencias de pericia, economicidad y seguridad de la inversión que demanda la expansión industrial. Ello dió lugar al surgimiento y desarrollo de un mercado especializado en la compra-venta de servicios de ingeniería para proyectos industriales.

Las unidades oferentes de servicios de ingeniería pueden estar organizadas en forma independiente (con o sin vinculaciones manufactureras) o bien, estar integradas al seno de una firma manufacturera (prestando o no servicios a terceros). Su función radica en suministrar, proce-

sar y organizar los elementos del conocimiento técnico requeridos para el proyecto, dirección, montaje, puesta en marcha y operación de instalaciones productivas. 1/

Por medio de sus servicios, las unidades de ingeniería integran y compatibilizan la contribución de firmas proveedoras de conocimientos de proceso, firmas proveedoras de bienes de capital y firmas clientes de las anteriores en el proceso de incorporación de innovaciones a la estructura productiva.

Por vía de su experiencia en la repetida realización y operación de plantas, las unidades de ingeniería son agentes eficaces de estímulo a la generación, adaptación y mejora de los conocimientos de proceso y de difusión de esos conocimientos al conjunto de la estructura productiva.

Un área importante a la que coadyuvan los servicios de ingeniería es, asimismo, la relativa a la asimilación de conocimientos; adquisición y uso de información; búsqueda, obtención y negociación de conocimientos en el mercado mundial; desincorporación y síntesis de diversos conocimientos para explotarlos en forma adecuada en procesos productivos. 2/

1/ Se incluye la fase de operación, que también insume servicios de ingeniería (optimización y mejora de procesos, trouble-shooting, mantenimiento, control de calidad, etc.), sólo en tanto en cuanto dichos servicios se vinculen al proceso de incorporación de conocimientos científico-tecnológicos a la estructura productiva. Por un análisis pormenorizado de la naturaleza de los distintos elementos del conocimiento técnico, véase: C. Cooper y F.C. Sercovich: The Channels and mechanisms for the Transfer of Technology from Developed to Developing Countries, UNCTAD, TD/AB, Geneva, 1971 y, por el autor, Cooperación Técnica en el Marco de las Asociaciones Técnicas Latinoamericanas, UNDP, DP/TCDC/RLA/7, 1976.

2/ El enfoque desincorporativo consiste en la indagación sistemática de los elementos del conocimiento técnico incorporados en procesos y productos existentes con objeto de utilizarlos en la búsqueda de alternativas comercialmente ventajosas.

2 - Magnitud y significación

La participación cuantitativa de esos servicios en el costo total de un proyecto de inversión (o en sus costos operativos) puede brindar una idea inadecuada de su verdadera significación. En efecto, en el caso de una planta química típica, incluyendo los conocimientos de proceso, el diseño ingenieril y el margen del contratista, dicha participación oscila entre un 10 y un 20%. Sin embargo, su concurso es crítico en cuanto a la seguridad y eficiencia de la inversión y a los efectos que ésta irradie al resto de la economía. Entre estos efectos se incluyen, en particular, el desarrollo de la capacidad productiva e innovativa de los proveedores domésticos de equipos y componentes y la capitalización en términos de aprendizaje. El lucro social cesante y la transferencia actual de recursos a que daría lugar el desaprovechamiento de esas externalidades pueden originar fuertes discrepancias entre costos y beneficios privados y sociales.

Las prestaciones habituales de las unidades de ingeniería incluyen servicios de ingeniería básica y de detalle, servicios de compra y diligenciamiento, supervisión de la construcción y puesta en marcha, asistencia técnica a la producción, control de calidad y formación de personal (ver Anexo 1). Si bien existen ciertas vinculaciones secuenciales en la rendición de estas prestaciones (que, en el caso de contratos llave en mano se efectúa de manera conjunta), ellas distan de revestir una forma lineal.

En efecto, existe en muchos casos una retroalimentación entre la investigación realizada a escala de laboratorio y la elaboración de la ingeniería básica (que puede incluir ensayos en planta piloto). También puede haberla entre la ingeniería básica y la ingeniería de detalle. Así, antes de completarse la ingeniería básica, ya puede comenzarse a elaborar la ingeniería de detalle. Esto puede coadyuvar a mejorar los estándares de la primera. Asimismo, puede simultáneamente iniciarse el sondeo preliminar de los proveedores de equipo. También puede establecerse con ellos flujos de información previos a la formalización de las operaciones de diseño, fabricación y compra.

Las actividades de consultoría, si bien pueden ser consideradas como particularmente vinculadas a la fase de preinversión de los proyectos y, por tanto, como previas a la órbita de los servicios de ingeniería, también requieren información suministrada por la ingeniería básica con objeto de precisar el análisis de los costos de inversión y de operación. Las actividades de consultoría pueden ejercer gran influencia respecto de los parámetros con que operan quienes comandan las decisiones de inversión aunque, en muchos casos, se centran en suministrar justificación técnico-económica de decisiones ya tomadas. 1/

Los débiles eslabonamientos entre los agentes del proceso de generación e incorporación de innovaciones a la estructura productiva que se observan en los países de América Latina, se corresponden con el escaso desarrollo advertible en la capacidad específica de prestación de servicios de ingeniería. De hecho, la capacidad de prestación de estos servicios puede ser considerada como uno de los mejores indicadores del grado de diferenciación de las destrezas técnicas de un país y, con ello, del nivel de su desarrollo tecnológico.

III. Algunas Características del Mercado Mundial de Servicios de Ingeniería

1.- Elementos de la Estructura y Conducta

El desarrollo de empresas de ingeniería ha constituido uno de los eslabones más avanzados y recientes del proceso de diferenciación de actividades productivas en los países industrializados. Dicho desarrollo ha

1/ No es infrecuente en empresas del Estado la presencia de un sesgo en favor de los procesos más conocidos y probados en el mercado mundial, a pesar de que, desde un punto de vista técnico, se justifique seleccionar otros procesos o combinaciones de procesos ofrecidos. Cuando se verifica una relación filial-matriz y esta última dispone directa o indirectamente (mediante licencias cruzadas, por ejemplo) del acceso a determinado proceso, también suele ocurrir que el estudio de la selección del proceso obedezca más a la necesidad de justificar la elección ya tomada del proceso disponible ante las autoridades gubernamentales que al interés por efectuar una real evaluación de alternativas. Por un análisis de las relaciones entre actividades de consultoría y de ingeniería, ver M. Kamenetzky: Ingeniería y tecnología a escala: la ingeniería y la industria de procesos en Argentina y México; Versión Preliminar, Bs. As., 1975.

tenido lugar particularmente durante el período de la última post-guerra. En el sector manufacturero, el mercado más importante de las firmas de ingeniería está conformado por las industrias de proceso entre las cuales se destaca la química - petroquímica por su dinamismo tecnológico y alta tasa de crecimiento.

Con anterioridad al citado período, las firmas de procesos diseñaban normalmente sus propias plantas y organizaban la adquisición directa de componentes. En la actualidad, alrededor del 75% de los proyectos de nuevas plantas de gran dimensión es realizado por firmas de ingeniería. 1/

Típicamente, las firmas de ingeniería se nutren de nuevos conocimientos generados por sus firmas clientes en las industrias de proceso de países avanzados. No obstante, las firmas de ingeniería de esos países emplean hasta el 3 ó 4 por ciento de su personal profesional total en ID y otro 7 al 10 por ciento en trabajo de diseño de procesos. 2/ Es obvia la interrelación entre ambas actividades. La experiencia en materia de diseño confiere capacidad técnica para modificar y mejorar los procesos originales, particularmente en lo que se refiere a ajustes de escala. 3/

Las firmas clientes de países avanzados son, sin embargo, las que controlan el grueso de la tecnología propietaria con la cual trabajan las firmas de ingeniería. Esto es particularmente así durante el período inicial de explotación de los nuevos procesos. A medida que estos se difunden mediante licenciamiento, mejoras introducidas por terceras firmas,

1/ C. Freeman, Chemical Process Plants: Innovation & the World Market, NIER, Londres, 1968.

2/ Ibid.

3/ Si bien en la gran mayoría de los casos tales ajustes se refieren a escalas de producción crecientes, pueden notarse también instancias en sentido inverso. A medida que países con mercados de dimensiones relativamente reducidas fueron desarrollando el sector químico, creció la necesidad de de-escalar plantas. Así, algunas firmas internacionales de ingeniería como Hercules han fundado su penetración en mercados externos en el 'scaling-down' de procesos. Chemical Engineering, 3/1/66.

circulación de información, etc., las firmas de ingeniería pasan de más en más a adquirir derechos de licenciamiento o de sublicenciamiento para la comercialización a escala mundial. 1/

En el cuadro I puede observarse que, sobre un total de 373 procesos ofrecidos internacionalmente por 10 firmas de ingeniería líderes de varias nacionalidades, un 65% son propiedad de terceros que utilizan la intermediación de esas firmas. Los titulares son en su mayoría firmas químicas transnacionales. Sólo 3 de las 10 firmas de ingeniería estaban ofreciendo un mayor número de procesos propios que de terceros. (Scientific Design, Kellog y Chemico)

Por otra parte, el cuadro II muestra que, sobre un total de 290 procesos ofrecidos por firmas químicas líderes de diversa nacionalidad, la mayor parte (59%) eran ofrecidos a través de firmas internacionales de ingeniería.

Comparando los cuadros I y II puede notarse que, si bien las firmas químicas que prefieren emplear los servicios de firmas de ingeniería de su misma nacionalidad (74 por ciento de los procesos que se comercializan por esa vía), en la cartera de procesos de terceros de estas firmas son mayoría (57%) aquellos cuya titularidad pertenece a firmas químicas de distinta nacionalidad. Esto obedece al intenso uso de firmas de ingeniería norteamericanas y británicas por parte de firmas de químicas de países con desventajas relativas en el mercado mundial de servicios de ingeniería (Holanda, Japón, países nórdicos, etc.). Este punto puede ser mejor visualizado en el cuadro III.

Finalmente, se observa que la abrumadora mayoría de los procesos ofrecidos a través de firmas de ingeniería (82%) lo son empleando exclusivamente los servicios de una sola de ellas, de modo que, para potenciar a los clientes, no es posible opción alguna en cuanto a la fuente de suministro de los servicios de ingeniería básica para esos procesos (Ver cuadro IV).

1/ R. Stobaugh: The Product Life Cycle, U.S. Exports & International Investment, tesis doctoral, Harvard University, 18.3.74.

CUADRO I - COMERCIALIZACION MUNDIAL DE PROCESOS QUIMICOS POR FIRMAS DE INGENIERIA

	LUMMUS	SCIENTIFIC	FOSTER	CHE- BAD	SIMON	POWER A. Mc	T O T A L					
	(1)	DESIGN (2)	KELLOG (3)	WHEELER (4)	LURGI MICO GER (5) (6)	CARVES (7)	GAS (8)	KEE (9) (10)				
a) Procesos Propios	<u>13</u>	<u>28</u>	<u>27</u>	<u>9</u>	<u>6</u>	<u>28</u>	<u>19</u>	<u>1</u>	--	--	<u>131</u>	<u>35%</u>
b) Procesos de Terceros	<u>16</u>	<u>19</u>	<u>12</u>	<u>37</u>	<u>15</u>	<u>4</u>	<u>29</u>	<u>49</u>	<u>48</u>	<u>13</u>	<u>242</u>	<u>65%</u>
b.1. De igual nacionalidad	(4)	(12)	(4)	(15)	(5)	(-)	(17)	(18)	(30)	(--)	(105)	(43%)
b.2. De distinta nacionalidad	(12)	(7)	(8)	(22)	(10)	(4)	(12)	(31)	(18)	(13)	(137)	(57%)
c) Total	<u>29</u>	<u>47</u>	<u>39</u>	<u>46</u>	<u>21</u>	<u>32</u>	<u>47</u>	<u>51</u>	<u>48</u>	<u>13</u>	<u>373</u>	<u>100%</u>

CUADRO II - FIRMAS DE INGENIERIA Y COMERCIALIZACION DE PROCESOS DE FIRMAS QUIMICAS.

Firma Química Forma de Comercialización	ICI	SOLVAY	FISONS	MONSANTO	CAR- BIDE	STAU- FFER	STAMI- CARBON	SUMI TOMO	CHM.	MITSUI	MONTE	T O T A L	
	a) Directa	<u>6</u>	--	--	<u>42</u>	--	<u>24</u>	--	--	<u>16</u>	--	<u>33</u>	<u>121</u>
b) A través de firma de ingeniería	<u>38</u>	<u>6</u>	<u>16</u>	<u>34</u>	<u>13</u>	--	<u>10</u>	<u>44</u>	--	<u>7</u>	<u>1</u>	<u>169</u>	<u>59%</u>
b.1. de igual nacionalidad	(34)	(1)	(4)	(23)	(13)	--	(--)	(44)	(--)	(5)	(1)	(125)	(74%)
b.2. de distinta nacionalidad	(4)	(3)	(5)	(11)	(--)	--	(--)	(--)	(--)	(--)	(--)	(23)	(14%)
b.3. De igual y distinta nac.	(-)	(2)	(7)	(--)	(--)	--	(10)	(--)	(--)	(2)	(--)	(21)	(12%)
c) Total	<u>44</u>	<u>6</u>	<u>16</u>	<u>76</u>	<u>13</u>	<u>24</u>	<u>10</u>	<u>44</u>	<u>16</u>	<u>7</u>	<u>34</u>	<u>290</u>	<u>100%</u>

Fuente: Basado en información de Chemical Engineering, April 20, 1970.

CUADRO III

NACIONALIDAD DE FIRMAS DE INGENIERIA INTERMEDIARIAS RESPECTO DE LA NACIONALIDAD DE LAS FIRMAS QUIMICAS CUYOS PROCESOS COMERCIALIZAN

	Nº de Procesos	%
A) De igual nacionalidad	<u>158</u>	<u>54</u>
B) De distinta nacionalidad	<u>91</u>	<u>31</u>
B.1. Firmas USA	50	55
B.2. Firmas UK	35	39
B.3. Otras	6	6
C) Igual y distinta nacionalidad	<u>42</u>	<u>15</u>
D) Total	<u>291</u>	<u>100</u>

Fuente: Idem cuadro I y II.

CUADRO IV

IV - INTERMEDIACION DE FIRMAS DE INGENIERIA EN LA COMERCIALIZACION MUNDIAL DE PROCESOS QUIMICOS

Nº de firmas de Ingeniería Intermediarias	Nº de Procesos	%
1	236	82
2	14	}
3	21	
4	10	
5	--	
6	1	
7	--	
8	--	
9	2	
10	1	
11	--	
12	4	
13	--	
14	1	
15	--	
16	1	
	<u>291</u>	

Fuente: Idem cuadros I, II y III.

Pueden señalarse también numerosos casos de plantas piloto semicomerciales conjuntas entre firmas de ingeniería y de proceso (vgr. de Stone & Webster con Shell o de Lummus con firmas japonesas) 1/ para el desarrollo de procesos de titularidad compartida. En la experiencia del Japón, por ejemplo, se verifican numerosos esfuerzos conjuntos de investigación entre firmas de proceso y firmas de ingeniería. 2/ En la página siguiente se ofrece una nómina de algunos productos o procesos respecto de los cuales se observan esfuerzos conjuntos de ambos tipos de empresas.

Cuando las firmas de proceso involucradas obtienen contratos en el exterior para estos procesos, usualmente se acompañan por las firmas de ingeniería con las cuales colaboraron en el desarrollo de los procesos para realizar la ingeniería básica de los mismos.

Así se establece entre las empresas generadoras de nuevos procesos y las firmas de ingeniería un estrecho vínculo de colaboración a nivel de plantas piloto y primera construcción de planta. Las empresas de ingeniería, al desarrollar la ingeniería conceptual, básica y de detalle, establecen la forma en que los proveedores de componentes y equipos deben adecuar sus suministros. Al concentrar experiencia en materia de concepción y realización de plantas, controlan un insumo esencial en el proceso de acumulación de capital.

El origen de las firmas de ingeniería es variado. Algunas emergieron de invenciones originadas por individuos (Zimmer y Chemiebau en Alemania, Di Nora en Italia); otras se iniciaron como contratistas de ingeniería civil o construcciones en general (R.M. Parsons y Betchel en E.E.U.U., Matthew Hall en el Reino Unido); otras, finalmente, se iniciaron como productores de componentes y equipos (Power Gas y Simon Carves en el Reino Unido, Lummus en E.E.U.U.).

1/ Cfr. C. Layton, C. Harlow & C. de Hoghton, Ten Innovations, George Allen & Unwin Ltd., 1972

2/ A pesar de su avanzado proceso de industrialización, sólo muy recientemente este tipo de esfuerzos comenzó a realizarse en el Japón. En efecto, en 1968 el 60% de los servicios de ingeniería básica para plantas petroquímicas y de fertilizantes era contratado en el exterior (un 27% adicional era realizado por unidades de ingeniería de firmas de proceso). Sin embargo, esta situación se está revirtiendo más o menos aceleradamente, en especial a través de los esfuerzos conjuntos de investigación consignados en el texto.

CUADRO V

FIRMA DE PROCESOS	FIRMA DE INGENIERIA	PRODUCTO/PROCESO
Toray Industries Inc.	Chiyoda	Separación de Xilenos
Mitsui Toatsu Chemicals Inc.	TEC	Urea
Osaka Gas Co.	Japan Gasoline (JGC)	Enriquecimiento de metano
Nippon Mining Co.	Chiyoda	Parafinas-N
Nippon Shokubai Kagaku Kogyo Co.	JGC, Mitsubishi Heavy Industries	Etileno-oxido, etileno glycol
Mitsubishi Petrochemical Co.	Mitsubishi Heavy Ind.	Etileno por hornos de craqueo catalítico
Mitsubishi Petrochemical Co.	Chiyoda	Tetraydrofuran
Mitsubishi Chemical Ind.	Mitsubishi Heavy Ind.	2-etil hexanol
Dureha Chemical Ind. Co.	Chiyoda	Craqueo de crudos
Kashima Chemical Co.	Chiyoda, JGC	Glicerina sintética
Dainippon Ink & Chemicals, Inc.	Chiyoda	Resinas Epoxi
Dainippon Ink & Chemicals, Inc.	Chiyoda	Desulfurización de gas

Fuente: "Will Foreign Jobs Help Japanese Contractors?", Chemical Engineering, April 1, 1974

Lurgi en Alemania). En Japón los contratistas de ingeniería se han originado esencialmente como desarrollo diversificador por parte de grupos siderúrgicos tales como Ishiwajima Marina Heavy Industries o Ishii Ironworks, o de astilleros, como Hitachi, Mitsui Zose y Fujinagata. Esto implica que los contratistas japoneses están verticalmente integrados y suministran sus propios componentes de acuerdo a las necesidades de los clientes.

Sin duda, las condiciones del proceso de industrialización e integración entre ciencia e industria imprimieron su sello sobre la forma del desarrollo de las capacidades de ingeniería. En E.E.U.U., la magnitud del mercado y el liderazgo tecnológico, particularmente en el área de procesos químicos, estimuló el desarrollo de firmas independientes de ingeniería que introdujeron

mejoras a través del "scaling up" de los procesos. La cartelización de la industria japonesa promovió la integración entre firmas de ingeniería y firmas productoras.

Las firmas de ingeniería vinculadas a firmas productoras poseen la ventaja de participar sobre bases continuadas en la elaboración de nuevos proyectos, acompañando su realización y observando los rendimientos operacionales de las nuevas unidades. Esto favorece su permanente actualización.

La provisión de servicios de ingeniería por parte de los países industriales avanzados cumple un papel importante en la creación de mercados para el suministro de equipos y componentes de firmas del mismo origen a las cuales pueden o no estar propietariamente vinculadas. En el caso del Reino Unido, por ejemplo, se ha calculado que alrededor de dos tercios de las exportaciones de bienes de capital para industrias de proceso responden a la demanda originada por los servicios de ingeniería exportados. 1/ Los criterios de concesión de préstamos de entidades bilaterales de seguro y de financiamiento internacional también influyen en esa dirección. 2/

Freeman encontró que la ventaja competitiva fundamental gozada por las firmas internacionales de ingeniería consiste en su control sobre innovaciones en el diseño de plantas, particularmente las que facilitan una mejor explotación de las economías de escala. Otras importantes ventajas diferenciales son: i) acceso a conocimientos de proceso (usualmente de fuentes de la misma nacionalidad); ii) términos de financiamiento; iii) estrategias de precios y de presentación a licitaciones; iv) capacidad para coordinar un elevado número de fuentes de suministro y de programar eficazmente el trabajo; v) calidad del trabajo de diseño de procesos que ofrecen; y vi) reputación por rapidez y confiabilidad.

Las grandes firmas de ingeniería que operan a escala internacional poseen la ventaja de poder fácilmente transferir su carga de trabajo de una a otra

1/ Freeman, op. cit.

2/ F.C. Sercovich, Negociación y Explotación de Tecnología Licenciada desde el Exterior: El caso de las industrias química y petroquímica; Departamento de Asuntos Científicos, OEA, Washington 1975.

oficina de diseño. Así pueden optimizar el empleo de su personal, maximizar la cantidad de contratos en cartera y minimizar su necesidad de recurrir a consorciados. También pueden transferir especialistas de una a otra oficina con arreglo a necesidades circunstanciales y contar con el apoyo de la oficina central. Esto las capacita para prestar servicios de variada naturaleza y hacerse cargo de funciones críticas tales como la supervisión de la puesta en marcha y la intermediación financiera. 1/

2. Internacionalización del Mercado

Diversos indicadores sugieren un elevado grado de concentración geográfica e interfirmas y de internacionalización del mercado mundial de servicios de ingeniería.

En efecto, firmas de origen norteamericano captaron entre 1960 y 1966 dos tercios del mercado mundial de plantas químicas y petroquímicas, representando el 85 por ciento del latinoamericano y canadiense y el 70 por ciento del de Europa Occidental. Bien alejado, el segundo país en importancia, Alemania Federal, representó el 10, 4 y 11 por ciento, respectivamente.

2/

1/ Un ejemplo reciente, demostrativo de la flexibilidad (no exenta de fricciones) con que operan las firmas internacionales de ingeniería, lo presta el reciente caso de la subsidiaria belga de Badger Inc. (USA), que habría sido cerrada con objeto de transferir una mayor carga de trabajo a la subsidiaria londinense donde los salarios son relativamente más bajos. Los altos salarios prevalecientes en Holanda también han influido para que se cerraran las oficinas de diseño holandesas de Procon, Bechtel, Foster Wheeler y Constructors John Brown durante el curso de los últimos dos años. Existen, empero, algunas limitaciones al grado de flexibilidad con que pueda transferirse la carga de trabajo de país a país. Por ejemplo, restricciones por financiamiento y preferencias de los clientes. Foster Wheeler hubo de suministrar la ingeniería para un proyecto checoslovaco desde su subsidiaria londinense porque no fue posible convencer al cliente que se le hubiese podido brindar un servicio de igual calidad y menor precio desde la subsidiaria madrileña. Por sobre estas consideraciones prevaleció en el cliente una indisposición a importar los servicios desde un país de menor tradición industrial.

2/ Cfr. C. Freeman, op. cit.

Por otra parte, sobre el total de servicios de ingeniería exportados en 1970 por las 400 firmas contratistas norteamericanas más importantes, poco menos del 60 por ciento (en términos de valor) estuvo concentrado en manos de 10 firmas. El coeficiente promedio de facturación externa vis-à-vis facturación total para esas 10 empresas fue del 27 por ciento (13 por ciento para las 400), frente al 36 por ciento para las 10 empresas manufactureras de igual nacionalidad con mayores exportaciones. 1/ En el Reino Unido, los coeficientes respectivos para las 10 firmas más importantes fueron en 1968 del 44 y 49 por ciento. 2/

Toyo Engineering Corporation (TEC), tercera firma japonesa de ingeniería química en importancia, realiza el 80 por ciento de sus servicios fuera del Japón. La tasa anual promedio de crecimiento de las operaciones en el exterior de firmas contratistas de ingeniería japonesas durante el período 1968/72 superó el 30 por ciento. 3/ El 80 por ciento de las operaciones de contratistas alemanes correspondió en 1972 a trabajos en el exterior. En 1973 ese porcentaje ascendió al 90 por ciento. En su mayor parte estas operaciones se realizaron en países en desarrollo (60 por ciento) y en el Este europeo (30 por ciento). En el primer caso, responden en gran medida a la expansión internacional de firmas de proceso tales como BASF, Bayer y Hoechst. 4/

Si se tiene presente el tardío advenimiento de las firmas de ingeniería al mercado mundial, puede observarse la rápida tasa de internacionalización que esas firmas han venido verificando en términos de exportación de servicios.

Pero una evaluación más precisa del grado efectivo de internacionalización debería contemplar también la producción fuera del país asiento de la

1/ Basado en el ranking del Engineering News Record, 1970 y cifras de Naciones Unidas, las Corporaciones Multinacionales en el Desarrollo Mundial, ST/ECA/190, 1973.

2/ A. B. Robertson, "Financial Performance of Process and Planta Companies", The Chemical Engineer, July/August, 1970.

3/ "Will Foreign Jobs Help Japanese Contractors?", Chemical Engineering, April 1, 1974.

4/ "Hopés for a Good Year Buoy Engineering Firms", Chemical Engineering, March 18, 1974.

matriz mediante inversiones directas en el exterior.

Lamentablemente, es escasa y dispersa la base empírica en este respecto. Sin embargo, existen algunas constancias que apuntan a confirmar parcialmente en este área lo observado más arriba en cuanto al dinamismo de la conducta exportadora. Lo parcial de la confirmación reside en que es preciso referirse casi exclusivamente a países industrializados en tanto recipientes de inversión extranjera directa en capacidad de ingeniería. Por lo general, las firmas internacionales de ingeniería tienden a operar mediante representaciones sin capacidad técnica propia. Sólo en el caso de mercados muy importantes y estables estas firmas tienden a abrir oficinas locales de diseño. Estos mercados se favorecen por la creciente familiarización de dichas oficinas con los proveedores locales de equipos y componentes, por el empleo y elevación del nivel de sus destrezas técnicas y por la apertura de un importante renglón exportador.

Si bien, como queda dicho, las firmas de E.E.U.U. dominan el mercado mundial de servicios de ingeniería, sus servicios son prestados en gran proporción desde fuera de E.E.U.U. Se ha afirmado, en efecto, que el centro mundial más importante de prestación de servicios de ingeniería para plantas químicas y petroquímicas no se encuentra en New York, Boston o Filadelfia, sino en Londres. 1/

Y esto no obedece a la fortaleza de las firmas británicas de ingeniería (que controlan menos del 10 por ciento del mercado mundial) sino a la fuerte capacidad de diseño y competitividad de las subsidiarias inglesas de firmas norteamericanas. Tres de éstas (Stone & Webster, Kellogg y Lummus) dominan el mercado europeo en el campo de las olefinas, ante el creciente desafío de firmas alemanas e italianas (particularmente Linde, Lurgi y STIP).

1/ "Financial Performance of Process and Plant Companies", The Chemical Engineering, July/August 1970.

Una elevada proporción de las prestaciones se realiza desde Inglaterra. En efecto, el coeficiente de contratación internacional vs. contratación local de las subsidiarias inglesas de firmas como Bechtel, Badger, Foster-Wheeler y Lummus es significativamente mayor que el de sus matrices (esto se verificó, vgr., en el caso de Foster-Wheeler, firma que, si bien es "mediana" en el mercado interno norteamericano, se considera "grande" en el internacional).

Una de las primeras preguntas que suscita la evidencia consignada respecto del alto grado de internacionalización del mercado de servicios de ingeniería (y de los rasgos que exhibe) es si ello responde a las mismas causas que la expansión internacional de las inversiones directas en el sector manufacturero, o si obedece a otras causas.

De hecho, ambas presentan muchas similitudes. En primer lugar, tienen a concentrarse en los países con mayor dimensión de mercado. Segundo, su expansión internacional está íntimamente ligada al dominio de ventajas tecnológicas, financieras y de marketing. Tercero, están muy concentradas en mercados oligopólicos. Cuarto, los principales países proveedores de inversión extranjera directa son, al mismo tiempo, los que dominan el mercado de servicios de ingeniería.

En vista de lo anterior, puede concluirse que existen fuertes indicios para notar, prima facie, que se trata de dos fenómenos complementarios o de dos aspectos de un mismo fenómeno: la transnacionalización de las decisiones de inversión. De aquí se deriva uno de los rasgos más importantes del mercado mundial de servicios de ingeniería, de particular relevancia desde el punto de vista de los países en desarrollos: los servicios de ingeniería son ofrecidos como producto conjunto de los activos tecnológicos, involucrando diversos grados de colusión entre los oferentes de ambas prestaciones. Desde el punto de vista de estos últimos, se trata de ventajas complementarias fruto de la especialización.

De hecho, 80 por ciento de los contratos internacionales de firmas de ingeniería norteamericanas, en términos de valor, involucran el uso de activos tecnológicos del mismo origen. Los coeficientes para Alemania Federal,

Italia y el Reino Unido ascienden al 67, 76 y 65 por ciento, respectivamente. 1/ Las firmas de ingeniería no pueden sustraerse (por ser en realidad parte) del juego oligopólico de los proveedores internacionales de activos tecnológicos.

En adición a las anteriores observaciones, es preciso efectuar algunas precisiones complementarias respecto de las diferencias que median entre las decisiones de producir en el exterior de firmas manufactureras y de firmas de ingeniería.

La expansión internacional de las firmas de ingeniería parece corresponder más al fenómeno de la inversión directa horizontal en condiciones de oligopolio diferenciado que a la de inversión vertical en condiciones de oligopolio no diferenciado. En otros términos, si se enfoca el grueso de la creación de capacidad de diseño en el exterior por parte de firmas de ingeniería se encuentra: a) de acuerdo al dominio de áreas específicas (vgr. catalizadores) estas firmas salen a competir al exterior por esa vía sobre la base del disfrute de ventajas diferenciales asentadas en conocimientos específicos, ascendencia sobre el mercado, capacidad de financiamiento, etc., ofreciendo un "producto" diferenciado respecto del de sus rivales; b) cuando se crea capacidad de diseño en el exterior en países avanzados, se tiende a dotar a las subsidiarias del mismo tipo de habilidades que aquellas con que cuentan sus matrices (desde la ingeniería básica hasta las pruebas de funcionamiento de un proyecto). Puede haber algún grado de integración vertical (vgr. mediante el suministro de programas de computadora por la matriz), pero este es un rasgo que presentan con frecuencia las inversiones directas horizontales. 2/ El caso de las filiales en países en desarrollo es distinto, como se apreciará más abajo.

Se señalan dos condiciones, desde el punto de vista de la economía industrial, para que la inversión extranjera directa acontezca. La primera es que la firma disponga de algún activo específico que revista el carácter de "bien público" (esto es, que la amplitud de su uso no afecte su disponibilidad). La segunda, que la rentabilidad que acrezca de la explotación de ese activo espe-

1/ Cfr. C. Freeman, op. cit.

2/ Cfr. F. C. Sercovich, Tecnología y Control Extranjeros en la Industria Argentina, Siglo XXI, Bs. As., 1975.

cífico, junto a los que lo complementan, dependa de su empleo en la producción local en el país recipiente. 1/

Poca duda puede haber acerca de que la primera condición es, en efecto, aplicable al caso de las firmas de ingeniería. Sus ventajas específicas pueden estar muy ligadas a las de las firmas manufactureras (disponibilidad de algún proceso productivo o de mejoras sobre el mismo) y también pueden consistir de ventajas de marketing, financieras, etc. El punto no es tan claro respecto de la segunda condición. Y del eventual incumplimiento de esta segunda condición se podría inferir la volatilidad y poca intensidad de la inversión extranjera directa por firmas de ingeniería en países en desarrollo. 2/

Si se comparan las alternativas exportación vs. inversión directa (la alternativa licenciamiento no es relevante puesto que se trata de capacidades y ventajas intrínsecas a la firma y a sus miembros 3/), en el caso de las firmas que proveen servicios de ingeniería pueden observarse varios rasgos distintivos. Primero, los costos de transporte son despreciables. Segundo, la incidencia de tarifas arancelarias es insignificante y la de las no arancelarias reducida (excepto donde se puedan respaldar por fuerte capacidad de regateo asentada, vgr., sobre la disponibilidad de procesos propios). Tercero, las necesidades de insumos locales, excepto información, prácticamente nulas. Cuarto, la evaluación del riesgo por parte de los clientes respecto de que los diseños se realicen o no localmente, de baja incidencia. Quinto, la producción es discontinua. Bajo estas condiciones, parecería haber pocas razones por las cuales una firma de ingeniería opte por establecer capacidad de diseño en países extranjeros en lugar de exportar sus servicios.

Esto parece ser particularmente así en relación a países en desarrollo, donde existe una muy baja -si alguna- capacidad competitiva local, una prácticamente nula disponibilidad de procesos propios, poca evaluación de procesos alternativos y bajo nivel de formación de cuadros técnicos.

1/ R. Caves, "The Industrial Economics of Foreign Investment", Económica, February 1971.

2/ Lo cual también puede ocurrir en países recipientes industrializados. Véase nota 1, pág. 16.

3/ Cfr. Peter P. Gabriel, The International Transfer of Corporate Skills, Harvard University Press, Boston, 1967.

Así se explicaría porqué el establecimiento de capacidad de diseño en países extranjeros por parte de las firmas de ingeniería se concentra casi exclusivamente en países que sí cumplen estas condiciones, con bajos salarios relativos al personal técnico, donde el nivel de gastos en ID es elevado y donde existe una elevada capacidad competitiva en materia de bienes de capital, estableciéndose verdaderas submatrices que, al unísono con sus matrices, abastecen el mercado mundial. 1/ Y porqué demuestran poco interés en establecer capacidad de diseño en países en desarrollo excepto parcial y transitoriamente para atender proyectos que lo ameriten o en contados casos para establecer joint-ventures con firmas locales en una suerte de integración vertical hacia adelante. 2/

Puede observarse que este último tipo de instancias (incluyendo las que envuelven alguna capacidad de diseño de detalle) se verifican respecto de actividades donde no existen altas barreras a la entrada para potenciales competidores, el conocimiento es más fácilmente obtenible y la familiaridad con el medio local más importante: ingeniería de detalle, supervisión de la construcción civil, montaje, etc. Y es en esas actividades donde se encuentra mayor competencia local.

Desde luego, la cuestión es muy diferente cuando se trata de capacidad de ingeniería incorporada a subsidiarias manufactureras. Este caso debe verse a la luz del tipo de inversiones que implican integración vertical, no horizontal, de la capacidad de ingeniería. Así se constituyen unidades de ingeniería cautivas, estrechamente vinculadas con la fase operativa de las subsidiarias. Su establecimiento, como queda dicho, está vinculada a las tasas relativas de salarios del personal técnico-profesional en el país donde opera la subsidiaria. También se asocia a la incertidumbre oligopólica y a la erección de barreras a la entrada (al permitir mantener reducida la difusión de conocimientos), así como a la posición de la subsidiaria en el mercado, desde que los costos de inge-

1/ Debe aclararse que las subsidiarias extranjeras de ingeniería tienden a exportar menos "hardware" que las firmas locales de ingeniería. En el caso inglés esto responde a la mayor dependencia de estas últimas respecto de financiamiento y seguro gubernamental, ligado a términos 'buy British'. Cfr. A. B. Robertson. op. cit.

2/ Esta última modalidad, empero, se está tornando cada vez más frecuente ante crecientes mercados internos y estímulos gubernamentales.

nería se transmiten a los precios finales. Así, son relativamente raras las instancias en que la capacidad de ingeniería cautiva de subsidiarias extranjeras se utilice para prestar servicios a terceros, a pesar de los desnives que registre la actividad propia. 1/ De hecho, la capacidad propia de ingeniería de filiales parece comportarse cíclicamente siguiendo el ciclo de inversión manufacturera de mediano plazo: el mantenimiento de esa capacidad no es crítico para la performance de la firma en el mercado en el período corto (excepto respecto de servicios operativos críticos tales como trouble-shooting o control de calidad). No son raras las instancias en que subsidiarias manufactureras han llegado a dismantelar parcialmente unidades de ingeniería formadas durante fases ascendentes del ciclo de inversión. En fases de gran incertidumbre el empleo de capacidad creativa de ingeniería se reduce a un mínimo, centrándose los esfuerzos en torno de ajustes y controles rutinarios en caminados a lograr una operación más económica de la planta.

3. Tendencias Actuales del Mercado Mundial

Concluimos la presente sección reseñando algunas de las tendencias recientes más destacadas que afectan el desenvolvimiento de las firmas de ingeniería en el mercado mundial. Estas tendencias, que señalan ciertas pautas para fines prospectivos, son de particular interés para los países en desarrollo.

Se verifica una rápida introducción de sistemas automáticos en el diseño de plantas, equipos de proceso y tuberías. La elaboración de isométricas por computadoras, por ejemplo, puede tornar obsoleto el aprendizaje realizado por equipos de ingeniería de países en desarrollo o, al menos, desaventajarlos competitivamente. El cambio técnico en la producción de diseños de ingeniería se ha venido expresando en importantes aumentos en la productividad de la mano de obra de ingeniería 2/. Mejoras en la calidad de los diseños, así como en los procesos, también han venido permitiendo sostenidas economías en los costos de

1/ Puede señalarse, empero, que esa infrecuencia puede deberse a lo incipiente del fenómeno por el cual varias empresas manufactureras en Argentina han decidido que la envergadura de sus equipos de ingeniería ameritó el organizarlas en forma tal como para comenzar a ofrecer servicios a terceros.

2/ M.W. Kellog, por ejemplo, reporta para un período de 7 años una reducción del 40% en el costo en términos de horas-hombre insumidas por proyectos comparables. Cfr. Chemical Engineering Progress, Vol. 58, N° 5.

inversión de plantas. 1/

Se observa asimismo una saturación en la tendencia secular al aumento en la escala de plantas (particularmente olefínicas). Esto obedece a la aparición de deseconomías de escala asociadas a crecientes problemas organizacionales, de confiabilidad, de seguridad y de impactos ambientales. 2/

La crisis energética reciente ha provocado el comienzo de acentuados cambios orientados a minimizar los índices de consumo energético por unidad de producto (antes bien que por unidad de proceso). Estos cambios técnicos se manifiestan sobre todo en los equipos de proceso. Incluyen creciente uso de catalizadores, optimización de procesos mediante instrumental y equipos especialmente diseñados; mejoras en la metalurgia (búsqueda de nuevas aleaciones para soportar mayores exigencias en materia de temperatura, presión y corrosión) y mejoras en la eficiencia de los equipos, en particular, de intercambiadores de calor, de manera de mejorar los índices de recuperación de calor, y en compresores, con objeto de aumentar el número de aplicaciones relativas a recuperación de calor.

Todos estos esfuerzos, orientados a mejorar la performance de las plantas antes bien que a desarrollar nuevos productos están acarreado mayores costos de inversión por unidad de producto, 3/ nuevas especificaciones y códigos de fabricación, desplazamientos en la posición de mercado de diversos proveedores de equipo, adicionales requerimientos de financiación, menores posibilidades de desagregación técnica de procesos y mayores necesidades de actualización por parte de países receptores de tecnología.

Si bien en algunas líneas como el etileno o el amoníaco, los significati

1/ Cfr. Oil Daily, N° 1828.

2/ Un ejemplo típico es la gran sensibilidad ante dificultades de una unidad individual cuando ésta está verticalmente integrada a otras. Tales dificultades pueden obedecer a rupturas o a reparaciones y mantenimiento planeados. Ello puede ser confrontado proveyendo capacidad de almacenaje entre cada etapa. Pero de esta manera se anulan ventajas de escala.

3/ J. B. Fleming, J. R. Lambrix & M. R. Smith, "Energy Conservation in New Plant Design", Chemical Engineering, January 21, 1974.

vos logros en materia de cambio técnico obtenidos en el curso de los últimos lustros asignaban a los procesos respectivos el carácter de tecnologías "maduras", se ha encontrado un campo fértil para modificaciones de diseño y en balances energéticos que involucrarían un replanteo significativo en el estado del conocimiento. Y este replanteo puede extenderse a otras áreas de la tecnología química y de procesos en general. Indudablemente, todo ello afecta la performance de las firmas de ingeniería, demandando su rápido ajuste a las nuevas condiciones e influenciando sus ventajas diferenciales en el mercado mundial.

IV. Características del Desarrollo de la Capacidad Local de Ingeniería en Países Latinoamericanos.

1. Rasgos Generales

En los países de América Latina, donde existe escasa generación local de tecnología, el desarrollo de los grupos locales de ingeniería confronta serias dificultades. Entre las más importantes pueden consignarse las siguientes:

(i) Las firmas de ingeniería ya establecidas en países avanzados poseen ventajas comparativas basadas en su experiencia acumulada, reputación, escala de operaciones, acceso a financiamiento y estrecha relación con las firmas de proceso líderes.

(ii) Las firmas de proceso que extienden sus operaciones a países recipientes creando allí capacidad productiva tienen una definida preferencia por demandar servicios de ingeniería de diseño a firmas especializadas ya establecidas internacionalmente con las cuales en muchos casos ya han tenido relación de trabajo.

(iii) La percepción del riesgo, la seguridad y el rendimiento de la inversión por parte de las firmas de capital local (privado o estatal), así como el origen externo de los conocimientos de proceso y del financiamiento las sesga en favor de la contratación de firmas internacionales de ingeniería.

Estas circunstancias operan como barreras a un desarrollo dinámico de grupos locales de ingeniería a partir de una evolución espontánea del proceso de diferenciación de las actividades productivas, tal como el descrito para el caso de los países industrializados. 1/

Es por ello que resulta lícito pensar que nos confrontamos ante un caso en que se justificaría el tratamiento de "industria incipiente" debatido en torno del crecimiento industrial de los países en desarrollo. Tal argumento, en esta instancia, daría lugar a fundamentar regímenes de preferencias y/o subsidios al empleo de la capacidad local disponible de prestación de servicios organizados de ingeniería. Esto en función de los efectos de aprendizaje y de las externalidades que se derivarían de tal estrategia, debido a la naturaleza esencialmente transferible de este tipo de capacidades. El caso es particularmente válido en relación a firmas independientes de ingeniería, cuyo centro de toma de decisiones es ajeno al que corresponde a las empresas que emplean sus servicios. Caso contrario, resultaría difícil justificar la protección desde un punto de vista social.

De hecho, así lo han entendido un gran número de gobiernos de países latinoamericanos. Esto se puso de manifiesto mediante la instauración de políticas deliberadas de apoyo a la contratación local y exigencia de asociación con firmas locales en el caso de contratación internacional. (D.L. 18.875 de 1970 en Argentina, D. 73.685 de 1974 en Brasil, Dec. 84 del Acuerdo de Cartagena). 2/

1/ Ciertamente, se encuentran excepciones. Es el caso de algunas firmas pequeñas y medianas, conducidas por empresarios innovadores a la Schumpeter. Algunas de estas firmas han incluso logrado ganar algunas posiciones en el mercado latinoamericano, sobre la base de operaciones de exportación de activos tecnológicos y servicios de ingeniería donde el objetivo de maximizar beneficios no necesariamente ha presidido sus esfuerzos. Por un enfoque conceptual y metodológico de este fenómeno, ver, del autor, en colaboración con A. Araoz: Oferta de Tecnología Comercializable, OEA, 1976.

2/ Es de interés señalar que en el caso de la legislación boliviana, la protección a los servicios locales se condiciona explícitamente en aquellos casos en que esté involucrado un riesgo económico, o por razones de seguridad. Cfr. D. S. 10.418 del 18/8/72.

Estas políticas han contribuido a estimular el desarrollo de la capacidad organizada de ingeniería en actividades con bajas barreras al ingreso (ingenierías civil, de detalle, estructural, mecánica, eléctrica), pero poco o ningún éxito han mostrado en actividades con elevadas barreras al ingreso (particularmente ingeniería básica).

Una elevada proporción de la oferta local se origina en firmas de ingeniería con participación de capital extranjero proveniente de firmas de ingeniería internacionales. Esto origina un tipo de integración vertical hacia adelante que condiciona el desarrollo de las firmas locales, como se verá más abajo.

La capacidad local de ingeniería se localiza, en lo que a la industria de procesos se refiere, en: (i) firmas de ingeniería con participación extranjera; (ii) idem de capital local; (iii) oficinas de diseño, proyecto e ingeniería de planta de firmas de proceso de capital extranjero; (iv) idem de firmas de capital local; y (v) equipos de ingeniería de fabricantes de bienes de capital.

La distribución de la capacidad de ingeniería local entre estos distintos tipos de empresa varía de acuerdo a las condiciones de cada país. Se advierte, empero, que las firmas de ingeniería con participación extranjera, las subsidiarias de proceso y las firmas estatales tienden a prevalecer como ámbito de desarrollo de esa capacidad. 1/

Una abrumadora proporción de los servicios de ingeniería básica, supervisión de montaje y de la puesta en marcha y compras en el exterior aparece atada al acceso a conocimientos de proceso de origen externo. El origen de la prestación de servicios de ingeniería de detalle muestra mayor independencia respecto del origen de la tecnología.

Aquellos servicios son suministrados, ya sea por los propios oferentes del conocimiento de proceso o bien, con mucha frecuencia, por firmas de inge-

1/ Por la escala de los mercados latinoamericanos esta distribución revela un grado mucho menor de diferenciación organizativa de pericias técnicas del que se puede encontrar en países industrialmente avanzados.

niería que ellos controlan o que operan como intermediarios en la explotación de esos conocimientos a escala mundial.

Las firmas locales de ingeniería bajo control de firmas internacionales del mismo tipo tienden a representar una parte sustancial del mercado en las industrias de proceso, particularmente en lo que se refiere a proyectos de gran envergadura donde se verifican mayores barreras al ingreso en términos de variables tales como el acceso a conocimientos de proceso, a financiamiento y a escala de operación. 1/ Su capacidad local (que se acopla, a esos efectos, a la capacidad internacional) radica sobre todo en ingeniería de detalle, servicios de compra, montaje y dirección de proyectos.

Las empresas del Estado han desarrollado mayor capacidad relativa en materia de estudios de factibilidad, análisis de alternativas técnicas, licitaciones, evaluación de ofertas, inspección de obras y operación de las mismas. En algunos sectores, como termo e hidroelectricidad, se advierte un apreciable desarrollo de la capacidad para la dirección de proyectos y en ingeniería de detalle. 2/

Por su misma envergadura y emplazamiento interindustrial, las empresas del Estado nucleon un subconjunto significativo de la capacidad de ingeniería disponible localmente. Pero, en muchos casos, ofician como escuelas de formación, antes bien que como unidades que encaren con criterio empresarial el

1/ Mexico puede señalarse como una posible excepción en este sentido. Una firma de ingeniería de capital local llegó a controlar alrededor del 70% de la ingeniería de detalle y servicios conexos suministrados a la industria mexicana de procesos. Sin embargo, el mercado de servicios de ingeniería de ese país está modificando más o menos rápidamente su estructura con el ingreso asociado de firmas internacionales (Foster Wheeler, Kellog, etc.)

2/ Cfr. G.M. Caraffa, Ingeniería de Centrales Nucleares, Bs. As., 1975. Un ejemplo ilustrativo lo brinda la experiencia comparativa entre los proyectos hidroeléctricos de El Chocón y Alicopá en la Argentina. Mientras que, en el primer caso, se operó llave en mano con un contratista extranjero, en el segundo (posterior) la realización del proyecto está basada en un consorcio compuesto por varias firmas consultoras locales y en la capacitación de la entidad estatal comitente para mantener el diálogo y juzgar la confiabilidad que revistan las soluciones técnicas propuestas por el consorcio.

desarrollo de sus equipos de ingeniería. 1/ En esas instancias revelan: (i) éxodo sistemático de ingenieros tras los primeros años de su formación, esto es, cuando están en condiciones de comenzar a rendir al máximo de sus capacidades y (ii) una tendencia a su traslado a la fase operativa de las empresas, motivada en desniveles salariales. Así se origina una incapacidad crónica para procesar la ingente masa de información y experiencia de ingeniería acumulada tras la realización de sucesivos proyectos.

Las firmas de proceso de capital extranjero concentran una sustancial capacidad de ingeniería, especialmente operativa y de detalle (en algunos casos como extensión de la capacidad de las matrices). Sin embargo, debido a razones ya apuntadas relativas a su empleo "in-house" (no exclusivamente a nivel de la subsidiaria sino también al grupo al que ésta pertenece), se limitan distintos tipos posibles de externalidades tecnológicas derivadas del aprendizaje. Las empresas de propiedad extranjera revelan con frecuencia una tendencia hacia la autosuficiencia en cuanto a la participación de ingeniería local y esto estrecha las vinculaciones que puedan crear con el sistema científico-técnico del país anfitrión. En la configuración de estos rasgos, el tamaño de las firmas y la rivalidad oligopólica pueden tener tanta o mayor influencia que la estructura de la propiedad. Debe señalarse, asimismo, que siempre existe algún margen de externalidades no apropiables vía, vgr., información a proveedores y clientes, rotación de personal entre firmas, etc. 2/

Las firmas de ingeniería de propiedad local se revelan técnicamente más capacitadas en aquellos sectores donde: (i) la tecnología está más difundida; (ii) predomina la ingeniería civil y, en grado descendente, la estructural, mecánica y eléctrica (en correspondencia con crecientes requisitos de pericia y organización); (iii) es menor la envergadura de las obras; y (iv) exis

1/ Esta apreciación corresponde mejor a la experiencia argentina que a la brasilera de los últimos años, donde ha podido observarse la aplicación de enfoques empresarios estatales de mayor dinamismo, solidez y agresividad, particularmente en lo referido a sus políticas de personal y de mercado.

2/ No son raros los casos, por ejemplo, en que proyectos petroquímicos de firmas extranjeras han permitido el desarrollo de empresas que, a partir de simples talleres, se han convertido en fuertes fabricantes de equipos y componentes para industrias de proceso.

te mayor posibilidad de ejercicio de funciones rutinarias. 1/

Por lo general, y en correspondencia con esas características, los servicios de firmas de ingeniería de capital local se concentran en aspectos periféricos de los proyectos de inversión, tales como fundaciones, construcción civil, sistemas auxiliares y servicios; esto es, en áreas donde los márgenes de riesgo son bajos y la rotación de capital es relativamente alta. Estas limitaciones suelen ser trascendidas en ramas o líneas donde existen menores restricciones de escala y donde es menor la rapidez con que se traslada la frontera tecnológica.

Los ciclos de inversión industrial y, con ellos, la inestable demanda por sus prestaciones ubican a las firmas de ingeniería de capital local en posición de gran vulnerabilidad. Con objeto de evitar incurrir en capacidad ociosa, mantienen reducidos staffs estables y compiten entre sí por técnicos temporarios mediante el ofrecimiento de remuneraciones atractivas. Esto remite a sucesivas fases de concentración y dispersión de experiencia y pericia grupal entre proyecto y proyecto. Por la misma razón, y con objeto de evitar fases de bajo nivel de actividad, procuran mantener su cartera de proyectos próxima al nivel de saturación, comprometiendo el nivel técnico de sus trabajos y, con ello, la confiabilidad de sus servicios. Otro importante aspecto vinculado a la influencia que la erraticidad de la demanda tiene sobre la conducta y performance de las firmas de ingeniería (en este caso no sólo las de capital local) es la propensión colusiva que observan. Esta propensión implícita se expresa en estrategias acordadas de presentación a llamados a licitación y de subcontratación.

2. Vínculos entre los Agentes que Concurren a un Proyecto

Los vínculos observables entre los distintos agentes que concurren a la realización de un proyecto conforman uno de los rasgos centrales de la estructura del sector y afectan de manera sustantiva sus patrones de comportamiento.

1/ La mayor facilidad de sustitución de servicios de este tipo limita naturalmente la justificación, en estos casos, del argumento de "industria incipiente" excepto que, por razones ya apuntadas, se produzca una dramática reversión en las ventajas comparativas. Por otro lado, es preciso subrayar la mayor sofisticación alcanzada por los países de mayor desarrollo relativo de la región, frente al resto, en materia organizativa, técnica, empresarial y en cuanto a la disponibilidad de recursos humanos.

Veamos varios de ellos.

Como queda dicho, muchas firmas internacionales de ingeniería poseen derechos de sublicenciamiento de procesos otorgados por firmas productoras titulares de procesos. Esto puede ocurrir ya sea porque existen vinculaciones empresariales o financieras entre ellas o porque ha existido una relación previa de trabajo a nivel de diseño, planta piloto, primera y sucesivas construcciones y ampliaciones de planta y puesta a punto de procesos. También puede ocurrir que la firma de ingeniería haya introducido mejoras al proceso original (y así se creen vinculaciones contractuales con las firmas de proceso titulares) o bien que ellas sean parte de empresas dedicadas al desarrollo de procesos (como UOP, Scientific Design o IFP).

En todos estos casos, las firmas clientes potenciales deben contratar conjuntamente los derechos al acceso y explotación del proceso y los servicios de ingeniería básica con la firma de ingeniería (o con ésta y la firma titular del proceso).

Aunque por razones distintas, los procedimientos de licitación convalidan ese acoplamiento al exigir la presentación simultánea e integrada de ofertas de conocimientos de proceso y de ingeniería básica. Esos procedimientos, por otra parte, al inhibir a una firma que se haya presentado para suministrar la ingeniería básica, el presentarse asimismo para la licitación relativa a la construcción e ingeniería de detalle, tiende a reducir la competencia referida a la primera licitación por la mayor rentabilidad potencial que representa postularse a la segunda.

También existen vinculaciones más o menos informales entre los agentes de financiamiento bilateral, firmas de ingeniería y proveedores de equipo. Tales agentes tienen habitualmente un sesgo en favor de firmas de su misma nacionalidad. Dicho sesgo no debe ser necesariamente explícito para influenciar las decisiones de los prestatarios. Basadas en consideraciones de seguridad respecto del cumplimiento de los plazos y resultados previstos, las entidades de financiamiento pueden afectar la selección de las fuentes de suministro de equipo y de servicios de ingeniería y, por su intermedio, originar una serie

de efectos en cadena sobre el desarrollo del proyecto. 1/ Tales efectos pueden reflejarse sobre la selección del proceso, adquisiciones, supervisión del montaje y de la puesta en marcha, asistencia técnica, etc. El énfasis en garantías de respaldo tecnológico y ordenamiento financiero mediante el concurso de firmas con experiencia internacional reconocida y comprobada aplicado por agencias bilaterales de financiamiento puede constituir un desestímulo al empleo y desarrollo de fuentes domésticas de equipamiento y prestación de servicios de ingeniería. Ello a pesar de que, como ha sido mostrado, la prestación local de servicios y construcción local de equipos contribuye a abaratar los costos de inversión de los proyectos.

También existen diversas formas de colusión más o menos explícita entre las firmas de ingeniería y los contratistas especializados o proveedores de equipos, mediante las cuales, con arreglo a criterios de maximización de beneficios y distribución colusiva de la carga de trabajo, coordinan sus decisiones al margen de los mecanismos de mercado. Los procedimientos de concurrencia a los llamados a licitación conllevan usualmente el empleo de tácticas informales de colusión entre firmas locales de ingeniería de capital tanto interno como extranjero. Estas tácticas reducen la competencia actual y potencial entre ellas. Las modalidades pseudo competitivas se originan esencialmente en incertidumbres respecto del comportamiento errático de la demanda, en requisitos puramente formales de las licitaciones y en la necesidad de programar el nivel de actividad.

Asimismo, en muchos casos a instancia de los propios gobiernos, pueden constatarse diversas formas de asociación entre firmas de ingeniería de capital local y de capital extranjero. Una puede actuar como contratista principal y asociar a la segunda como subcontratista especializado, o bien como coresponsable del proyecto.

En el caso habitual, empero, las firmas de capital local sólo acceden a grandes proyectos mediante su asociación con firmas de capital extranjero. Estas, en la mayoría de los casos, actúan como contratistas principales, y por tanto, asumen la responsabilidad global de la realización del proyecto,

1/ Proveedores de equipo y firmas de ingeniería logran en algunos casos acceso anticipado preferencial a información relativa a proyectos de financiación de fuentes de su misma nacionalidad. Esto les origina una evidente ventaja. Seminar on Consulting Services, March 8-9, 1972, IBRD, Washington D.C.

asociando o subcontratando a la firma de capital local en un vínculo de dependencia técnica. 1/

En muchas instancias, la asociación (aún en carácter de corresponsabilidad por la ejecución del proyecto) reviste un carácter puramente nominal. Las firmas extranjeras de ingeniería desempeñan las funciones más críticas (ingeniería básica, compras, supervisión de la puesta en marcha y pruebas de funcionamiento), en tanto que las firmas locales realizan los servicios más rutinarios y repetitivos (construcción civil, instalaciones auxiliares, servicios y, en algunos casos, ingeniería de detalle).

Si no la obliga la legislación, la asociación es comunmente buscada por la firma local de ingeniería con objeto de suplir su escasa experiencia. También puede ser sugerida por la firma cliente por razones de seguridad. Por otra parte, aún cuando la firma de capital local sólo tenga a su cargo la elaboración de la ingeniería de detalle, se ve en muchos casos precisada a procurar apoyo técnico externo mediante convenios de asistencia técnica. Este tipo de convenios también es implementado por subsidiarias locales de firmas internacionales de ingeniería. Por su intermedio, las matrices pueden distribuir internacionalmente su carga de trabajo y lograr economías internas al grupo en su conjunto. 2/

1/ En la selección de las firmas de ingeniería reviste una importancia decisiva el sistema de rankings o puntajes empleado por las firmas clientes. Un ejemplo ilustrativo es el de Petrobras, que incluye la siguiente secuencia: (i) clasificación general de empresas con un ranking de dimensión; (ii) para proyectos grandes se preclasifica a las empresas con arreglo a ese ranking; (iii) se les solicita por carta a las empresas preclasificadas información sobre varios aspectos específicos relevantes para comparación de precios (área gerencial, capacidad de la firma, número de ingenieros, contratos previos, valor de los mismos, envergadura de la firma); (iv) consideración de otros ítems específicos: servicios prestados en relación a proyectos semejantes de similar envergadura, capacidad de unidades ya proyectadas, etc.; (v) se asignan ponderaciones a cada uno de los ítems y se les califican según performance. Multiplicando ambos indicadores se obtienen puntajes para cada firma. El procedimiento demanda unos dos meses. En cambio, en el caso de PEMEX, no se realiza concurrencia. En base a su conocimiento de las empresas, escoge una de ellas en función de la carta de trabajo y negocia directamente con ella para arribar a un precio razonable.

2/ Por ejemplo, el enfoque de "oficina múltiple" de Lummus tiene por objeto que ningún centro de diseño de la firma en un país dado sufra una sobrecarga de trabajo durante períodos con picos de actividad.

En algunos casos el grupo internacional está integrado por firmas productoras de equipos y componentes. Cuando ello es así, la subsidiaria local de ingeniería, particularmente si la ingeniería básica es suministrada por su matriz -o por su intermedio-, puede introducir un sesgo en favor del suministro de los equipos y componentes por las firmas de su grupo. Alternativamente, si el gobierno recipiente exige una cierta integración local de dichos suministros, suelen procurar que su manufactura por firmas locales sea realizada bajo licencias otorgadas por esas mismas firmas.

3. Selección y Control por parte de las Firmas Clientes

Hay una variedad de factores que influyen sobre la naturaleza y alcances de las modalidades de selección y control adoptadas por las firmas clientes. Entre ellas se incluyen la localización del control sobre su capacidad de tomar decisiones, su propensión a asumir riesgos y su disponibilidad de capacidad propia de ingeniería.

Una primera dificultad relativa a la selección de proveedores de servicios de ingeniería radica en que, en la etapa de realización del anteproyecto, resulta con frecuencia muy difícil obtener información detallada sobre los procesos disponibles, particularmente memorias de cálculo. Esta información es en muchos casos retenida por las firmas poseedoras, quienes pueden ser reacias a suministrarla para la realización de los estudios de factibilidad (esto en algunos casos puede obviarse mediante convenios de confidencialidad).

Las firmas de ingeniería extranjeras pueden acreditar con mayor facilidad que las locales su actualización respecto del estado de la frontera tecnológica. Ello, unido a su eventual compenetración respecto de las necesidades específicas de la firma cliente, puede constituirse en una efectiva barrera al ingreso para terceras firmas de ingeniería (particularmente locales). Por otra parte, si bien sus esfuerzos innovativos se concentran por lo general en el "scaling up" de procesos, también puede tener sustantiva experiencia en el "scaling down" o adecuación de procesos de escalas menores e, incluso, dimensionamiento de plantas piloto a las necesidades del cliente.

Todo ello puede conducir a un elevado grado de delegación de responsabilidades en favor de la firma de ingeniería en lo relativo a aprobación de di-

seños, seguimiento del ritmo de ejecución del proyecto, contabilización de costos, etc., lo cual afecta el desenvolvimiento de la capacidad técnica de la propia firma cliente. En procura de satisfacer sus propios criterios de eficiencia, muchas firmas de ingeniería estimulan esa delegación de responsabilidades.

Las condiciones de acceso a los conocimientos de proceso (licencia) por parte de la firma cliente puede, asimismo, condicionar la libertad con que ésta se comporte respecto de la contratación de los servicios de ingeniería y del empleo de su propia capacitación, experiencia y potencial innovativo. La presencia de cláusulas relativas a límites máximos de capacidad licenciada, repetición de uso, explotación de mejoras, selección de proveedores de equipos, componentes y catalizadores, período contractual, etc., restringen a las firmas clientes en su capacidad de decisión y facilitan su cesión en favor de las firmas de ingeniería extranjeras.

En lo que respecta al empleo de la capacidad doméstica de suministro de equipos y servicios, se confrontan serias dificultades, cuando tanto firmas clientes como firmas locales de ingeniería carecen de información detallada sobre las características y especificaciones de los equipos requeridos para procesos de origen externo. Esta información es de difícil obtención, en especial en lo relativo a equipos principales, sistemas y componentes. En la aplicación de legislación tipo compra nacional los dictámenes deben expedirse con regular prontitud, sin evaluar posibilidades potenciales, sino actuales. Este enfoque estático, bajo la presión del lucro cesante que las tardanzas pueden generar en los proyectos generalmente en fase de realización que son sometidos a dictamen, unido a la carencia o dificultad de acceso a información por parte de fabricantes locales, hace dudosa la eficacia de la protección.

4. Formas de Contratación

Pueden distinguirse dos modalidades básicas de contratación, particularmente en el caso de los grandes proyectos. (i) La firma cliente delega totalmente la responsabilidad por la concepción y realización del proyecto de inversión a una tercera firma que actúa así como contratista general; y (ii) la firma cliente retiene la responsabilidad general por la concepción y realización del proyecto.

En el primer caso importa distinguir si el control del contratista general está o no radicado en el país. En el segundo, pueden incluirse casos de parcial cesión de responsabilidades en favor de firmas de ingeniería. También aquí es preciso efectuar similar distinción, relativa a la localización del control. La delegación de la responsabilidad respecto de la concepción y realización de un proyecto puede juzgarse en función de los efectos que esta forma de contratación tenga, dada la eficiencia y seguridad de la inversión, sobre el desarrollo de los recursos tecnológicos de ingeniería domésticos. Esto puede depender sustancialmente de dónde radica el poder de tomar decisiones en lo relativo a las condiciones y fuentes de suministro de los distintos elementos de conocimiento técnico que concurren a la realización de un proyecto. Existe, desde luego, una amplia gama de variantes alrededor de esas dos formas básicas de contratación.

La total delegación de responsabilidad se opera por medio de contratos "llave en mano". Los contratos "producto en mano" extienden esa delegación a la fase operativa al complementar el contrato llave en mano con un contrato de administración.

Por intermedio de los contratos llave en mano la firma proveedora se hace cargo de la prestación de todos aquellos servicios y de la contratación de todos aquellos suministros necesarios como para entregar la unidad productiva en condiciones de funcionamiento. Por tanto, la firma contratista general se hace cargo de la organización de todos los elementos del conocimiento técnico requeridos, poniéndose en contacto directo con todos los proveedores individuales.

A esta modalidad se le imputan ventajas tales como: (i) facilita precisar claramente el "paquete" a contratar 1/; (ii) se concreta con un único acto administrativo la contratación de los conocimientos de proceso, la concesión de uso y explotación de patentes y de conocimientos no patentados, la realización de la ingeniería de detalle, la construcción de la planta y su puesta en marcha; (iii) se estipula con minuciosidad los plazos a cumplir por

1/ M. de Santiago y F.C. Sercovich: Adquisición de Tecnologías en Industrias de Proceso, IV Simposio Latinoamericano sobre Equipos y Servicios para Industrias de Procesos, Bs. As., 1975.

el contratista y las garantías de rendimiento que debe cumplir el proceso, es tableciéndose usualmente rigurosas penalidades por incumplimiento 1/; y (iv) se concentra la responsabilidad del trabajo en un único contratista, con ventajas relativas a una mejor intercomunicación y control de la ejecución del proyecto.

Como puede notarse, todas estas ventajas se traducen en términos de seguridad y sencillez para el cliente y en eficacia operativa en la realización del proyecto. Entre los principales problemas relativos a esta modalidad de contratación se incluyen: (a) suele ser el procedimiento más oneroso; (b) puede implicar el subempleo de recursos locales; y (c) excluye prácticamente toda externalidad derivable de la realización misma del proyecto (escaso aprendizaje y experiencia a transmitir y perfeccionar).

Sin embargo, contratar llave en mano (lo cual puede resultar inevitable por carencia de experiencia previa en países de menor madurez industrial relativa) no necesariamente debe relegar a la firma cliente a un papel de total pasividad. Esta, en especial, si se ve favorecida por legislación pertinente, puede exigir al contratista la identificación del costo y origen de los distintos elementos del conocimiento técnico involucrados en el proyecto y el máximo empleo de la capacidad productiva local en materia de equipamiento y servicios de ingeniería de diseño. De esta manera pueden superarse algunas limitaciones propias de esta forma de contratación. Asimismo, pueden exigirse adaptaciones necesarias para una mayor eficiencia del proceso en las condiciones particulares de entorno del proyecto.

Es obvio que estos pasos van exigiendo una creciente compenetración de la firma cliente respecto del proceso de concepción y realización del proyecto y, por tanto, una mayor capacidad técnica de su parte. A medida que ello ocurre, las firmas clientes van generando a través del tiempo capacidad para identificar, organizar y usar los elementos de conocimiento técnico, y así pasar a formas más autónomas de contratación, esto es, formas bajo las cuales ellas

1/ Conviene distinguir entre garantías formales y garantías efectivas. En algunos casos no se ponen en vigor las garantías contractualmente acordadas. Por ejemplo, cuando las especificaciones de las materias primas no son estrictamente satisfechas, dificultades en alcanzar los rendimientos previstos pueden ser una causal debatible para la aplicación de penalidades.

retienen un creciente margen de capacidad decisional.

El desarrollo de esa capacidad puede asumir diversas formas. Puede radicarse en la formación de equipos de ingeniería de diseño en el seno de las firmas clientes. Pero puede también consistir en la creación de capacidad de ingeniería por parte de firmas locales independientes, aunque en estrecha relación de trabajo con las firmas clientes. Es claro que, para que exista dicha relación de trabajo estas últimas deben desarrollar alguna capacidad de ingeniería propia, al menos para evaluar y efectuar el seguimiento de los servicios prestados por las firmas especializadas.

En la práctica, la desagregación contractual como medio para la sustitución de servicios tropieza con algunos obstáculos. Estos asumen la forma de ciertas regularidades en cuanto a la vinculación entre las fuentes y prestaciones específicas.

Ya se ha visto que, una vez seleccionado el proceso, difícilmente pueda procederse de manera discrecional respecto de la fuente de la ingeniería básica. Esta es habitualmente seleccionada por el proveedor de los conocimientos de proceso, quienes también determinan los estándares a ser satisfechos por los equipos principales.

Con frecuencia, los servicios de compra se asocian a la realización de la ingeniería de detalle. Puede ocurrir en algunos casos, empero, que las empresas que contratan la realización de la ingeniería de detalle con terceros prefieran realizar directamente las compras de los equipos más importantes, dejando en mano de las firmas constructoras y montadoras la adquisición de los materiales menores. Este caso es comparativamente más habitual en lo concerniente a subsidiarias extranjeras. Estas con frecuencia también cuentan con capacidad propia de ingeniería de detalle.

La supervisión de la construcción en pocos casos puede disociarse de la realización de la ingeniería de detalle.

La supervisión de la puesta en marcha es una función clave. Ella pone

en juego las garantías otorgadas por los proveedores de los conocimientos de proceso y de la ingeniería básica. Es por esto que esos proveedores comúnmente se hacen cargo de esta función. Ellos también con frecuencia prestan asistencia técnica para resolver problemas menores de producción y mantenimiento, información relativa a control de calidad y entrenamiento de personal. Es usual que las firmas de ingeniería procuren el compromiso del cliente de suministrarles información sobre la performance operativa de la planta. Con ello adquieren valiosa información que les es de utilidad en sus propios esfuerzos de mejoras a ser aplicadas a proyectos subsiguientes.

Las dos modalidades básicas consignadas más arriba sólo aluden a la repartición de la responsabilidad y, con ello, a la de los riesgos involucrados en el planeamiento y realización de un proyecto. Es preciso también evaluar el riesgo global involucrado en la realización del mismo.

Existen razones para pensar que: (i) a medida que un creciente número de funciones y servicios son asumidos por la firma cliente, no sólo aumenta su participación en el riesgo total sino también el riesgo absoluto del proyecto; y (ii) sin perjuicio de lo anterior (que obedece a lo que podría imputarse a costos de aprendizaje) puede postularse una discontinuidad según la cual, si bien la adopción de ciertas funciones por el cliente poco afectan la magnitud del riesgo global -aunque sí su distribución-, la adopción de otras funciones más críticas pueden modificarlo sustancialmente. Así poco puede aumentar la magnitud total del riesgo si el cliente, en lugar del contratista, se encarga de la adquisición de equipos especificados y su diligenciamiento, la supervisión de la construcción civil o la ingeniería de detalle (bajo supervisión del proveedor de la ingeniería básica). Pero dicha magnitud puede aumentar sensiblemente en relación al costo si el cliente decide hacerse cargo por sí mismo de la puesta en marcha o de las pruebas de funcionamiento del proceso. Al mismo tiempo, también es de esperar que la curva de riesgos diferenciales con arreglo a las diversas funciones sustituidas por el cliente descienda de proyecto en proyecto hasta asimilarse a la que originalmente corresponde al contratista extranjero. La rapidez de este efecto de aprendizaje sería mayor si la sustitución fuese encarada por una firma local de ingeniería. Una obvia limitación en mercados reducidos viene dada por la baja

repetitividad de proyectos. 1/

Sin duda, dichos riesgos y costos de aprendizaje derivados de la sustitución de servicios y suministros deben confrontarse con los beneficios descontados fruto de economías internas y externas que se originen por la sustitución. Este tipo de cálculos es necesario para formular un modelo que fundamente medidas de política que concilien la ecuación costo-beneficio privado con la social.

Un último aspecto que debe señalarse respecto del problema de los riesgos y las garantías se refiere a las incertidumbres y optimización del diseño de ingeniería. Para cada escala de planta existe un óptimo de sobrediseño 2/. Normalmente quien decide ese óptimo es la firma de ingeniería. Pero ese juicio no es necesariamente imparcial. Por ejemplo, dados otros factores, la tendencia al sobrediseño será tanto mayor cuanto más pesadas sean las penalidades por subdiseño (esto es, por incumplimiento de los rendimientos prometidos). Esa tendencia puede expresarse en que la planta, después de un cierto período de operación, esté en condiciones de producir por encima de la capacidad nominal. Ello puede ocurrir no tanto por las mejoras introducidas a partir de los esfuerzos y del aprendizaje de la firma cliente, sino en virtud de que la capacidad efectiva fue mayor que la nominal desde el mismo comienzo. Los excesivos márgenes de seguridad con que trabaje la firma de ingeniería pueden dar lugar a que los mayores niveles futuros de producción estén asociados a mayores costos pasados de inversión, menores rendimientos, o mayores riesgos técnicos en la operación. Aunque no necesariamente este caso sea inconveniente, la dificultad estriba en que muy difícilmente la firma cliente pueda juzgar por anticipado si la planta que contrató está o no sobredimensionada. El hecho de que así sea puede tener repercusiones en cuanto a la longitud del pe-

1/ En materia de riesgos e incertidumbres, la ventaja que gozan las firmas internacionales de ingeniería frente a firmas locales incipientes no residen tanto en que puedan conceder mayores garantías financieras (de hecho, varias firmas del primer tipo han sucumbido por razones financieras, vgr. Chemico), cuanto en que pueden reducir sustancialmente incertidumbres, transformándolas en riesgos calculados. Téngase presente que la magnitud de las garantías financieras que puedan ser ofrecidas por firmas de ingeniería, por mayores que ellas sean, difícilmente signifiquen más que una fracción del lucro cesante que pueda acrecer por graves problemas técnicos en plantas de gran dimensión.

2/ Se trata de un óptimo que incorpora las "incertidumbres de diseño" con arreglo, por ejemplo, al objetivo de maximizar el valor esperado de los beneficios.

río a cuyo término sea necesario realizar adiciones de capacidad, el rendimiento técnico del proceso, el tipo de cuellos de botella que se confronte en y entre las diversas operaciones unitarias al aumentar la producción y los costos originales y posteriores de la inversión.

V. Hipótesis, Objetivos y Metodología de la Investigación

Puede postularse la siguiente secuencia de hipótesis generales en relación al desarrollo de la capacidad de ingeniería en países latinoamericanos:

- (i) Durante el curso de la realización de sucesivos proyectos industriales (incluyendo ampliaciones significativas de capacidad), se produce un crecimiento en la pericia y capacidad organizativa de las unidades locales de ingeniería (tanto aquellas que pertenecen a firmas productoras como las que constituyen firmas de ingeniería diferenciadas). Este crecimiento, cuya tasa resulta afectada por la legislación de apoyo al empleo de capacidad local de ingeniería, es fruto de un proceso de aprendizaje a través del tiempo, desde los estadios más simples hasta los más complejos de las realizaciones de ingeniería.
- (ii) Tal crecimiento en la pericia y capacidad organizativa (know-how técnico individual y grupal y know-how organizativo) de las unidades locales de ingeniería se manifiesta en la asunción de un creciente número de funciones y la prestación de un creciente número de servicios que sustituyen su previo suministro desde el exterior.
- (iii) Esta sustitución en la fuente de suministro de los servicios referida, como queda dicho, a actividades con más bajas barreras a la entrada, tiene lugar en gran medida a partir de la radicación de subsidiarias locales de firmas transnacionales de ingeniería y productoras que constituyen sus propios equipos especialmente en lo referido a los servicios más trabajo-intensivos (vgr. ingeniería de detalle) donde es posible obtener ventajas de costo fundadas en diferencias salariales. También les permite capitalizar el aprendizaje y experiencia acumulada de personal calificado local.

- (iv) Esta progresiva modificación en el cuadro de ventajas comparativas internacionales en el ámbito de los servicios de ingeniería adolece de ciertas limitaciones. Por un lado, el proceso de aprendizaje en cuestión se ve constreñido a las funciones más repetitivas y rutinarias por su limitada articulación con la creación de capacidad de desarrollo experimental y por la escasa evaluación de los riesgos involucrados en la sustitución de servicios previamente prestados desde el exterior. Por el otro, en tanto en los países industrialmente avanzados progresa la sustitución de mano de obra calificada por procedimientos de computación (vgr. para el cálculo de isométricas y trazado instantáneo de planos), la escala de operación de los grupos locales no viabiliza económicamente el pleno aprovechamiento de esos procedimientos. En algunos casos, esto puede revertir las ventajas comparativas en favor de la importación de servicios ya sustituidos, lo cual sugiere la posibilidad de intervención estatal en este punto.
- (v) La creciente acumulación de pericia de ingeniería conduce a generar externalidades entre proyectos, de modo que el aprendizaje realizado en estadios dados de proyectos relativamente complejos puede ser útil para encarar funciones de mayor sofisticación en proyectos más simples (vgr. algunos tramos de la ingeniería básica).
- (vi) Otra derivación tangible se verifica en el desarrollo de la capacidad para contratar la prestación de servicios de ingeniería en países de menor desarrollo relativo, dando lugar a una importante fuente de incremento de las relaciones de cooperación económica horizontal basadas en la mayor transferibilidad de la experiencia técnica acumulada.

Para estudiar cómo se expresa el aprendizaje (acumulación de experiencia, conocimientos y capacidad organizativa) en la realización de proyectos industriales a través del tiempo, conviene distinguir tres casos básicos: (I) pasaje de una generación de planta a otra sucesiva para un mismo producto en el seno de la firma; (II) pasaje de una generación de planta para un producto a una para

otro producto (esta última puede o no ser de primera generación) en el seno de la firma ; y (III) pasaje de una generación de planta en el seno de una firma a otra generación de planta en otra firma a través de la transferencia de personal. Dada la dificultad de encontrar casos puros de estas tres alternativas, se hace preciso identificar y evaluar la incidencia de los desvíos (vgr. el ingreso de nuevo personal con experiencia en los casos I y II).

Resulta conveniente aislar dos tipos de variables: (a) aquellas que afectan la magnitud del aprendizaje acumulado y (b) aquellas que afectan su relevancia desde el ángulo de proyectos subsiguientes.

La magnitud del aprendizaje acumulado a partir de la realización y operación de una planta puede explicarse en función de: (i) el "skill-mix" inicial; (ii) la producción acumulada; (iii) la forma de contratación de la primera generación de planta considerada, ya sea: (iii_a) desagregada con insumos de ingeniería local, (iii_b) contratación separada de los conocimientos de proceso y la ingeniería básica, por un lado, y de los demás servicios de ingeniería, por el otro, o (iii_c) contratación llave en mano; (iv) tipo de esfuerzos de ingeniería realizados durante la operación de la planta, orientados ya sea a: (iv_a) alcanzar las condiciones de diseño; (iv_b) modificar las condiciones de diseño; o (iv_c) introducir un nuevo diseño del proceso.

La magnitud del aprendizaje se expresa en términos de capacidad de ingeniería creada para realizar la prestación de servicios específicos. Esta capacidad es el output del aprendizaje. Sus inputs son la experiencia, la experimentación y la recepción de enseñanza.

La relevancia del aprendizaje acumulado para la realización de un proyecto subsiguiente se verá afectada por: (i) medida en que el proceso utilizado en ese proyecto difiera del originalmente empleado, según se trate: (i_a) del mismo proceso; (i_b) del mismo proceso con mejoras; o (i_c) de un nuevo proceso. El ritmo de cambio en el estado del conocimiento influye a través de los cambios en los procesos. (ii) Cambios en el input-mix (igual input-mix; igual familia de input-mix; distintos inputs); y (iii) cambios en el output-mix (igual output-mix, igual familia de output-mix; distintos outputs).

El grado de utilización del aprendizaje acumulado vendrá influido por factores contextuales que incluyen: (i) legislación sobre requerimientos de contratación nacional; (ii) desarrollo de la capacidad de firmas independientes de ingeniería; y (iii) idem de fabricantes de equipo, etc.

A partir de información proveniente de una muestra de firmas se procurará establecer: (i) existencia de diversos senderos de aprendizaje; (ii) proximidad o distancia respecto del máximo aprendizaje aprovechable; (iii) factores que influyen en la conformación de un determinado sendero de aprendizaje y su aprovechamiento. La información requerida es solicitada a través de un cuestionario diseñado a este efecto.

A partir de la comparación entre proyectos, el objetivo de la investigación consiste en identificar las variables explicativas que permiten encontrar: (i) qué hechos determinan la magnitud y naturaleza de la prestación de servicios locales de ingeniería en los proyectos industriales. Con este objeto, debe evaluarse la influencia de los patrones de organización y comportamiento del mercado de servicios de ingeniería, por una parte, y del proceso de aprendizaje de las unidades de ingeniería a través del tiempo, por la otra; y (ii) cómo se articula el empleo de la capacidad local de ingeniería con el patrón de cambio técnico de firmas clientes y de firmas que suministran bienes de capital.

Para ello se hace preciso identificar los insumos de ingeniería requeridos por los proyectos industriales, los mecanismos que median su prestación y sus implicaciones en términos de experiencia, pericia, conocimientos y organización.

En lugar de enfocar la investigación centrándola sobre el análisis del mercado de servicios de ingeniería con un corte transversal del conjunto de la industria como demandante de dichos servicios y del conjunto de firmas oferentes, parece preferible encarar el estudio de una rama intensiva en el uso de servicios de ingeniería. Hemos elegido a tal efecto el sector químico-petrolero. Al tiempo que, de esta manera, quedan incluidas la mayoría de las especialidades (ingeniería de procesos, de diseño mecánico, civil, eléctrica, in

dustrial, de instrumentación y control), se obtienen las siguientes ventajas: a) presencia simultánea de firmas independientes y de capacidad cautiva de firmas clientes; b) importante incidencia de la demanda estatal (y, por tanto, posibilidad de acción directa); c) disponibilidad de información más directamente adecuada a los fines del estudio; y d) cobertura de una elevada proporción del mercado total de servicios de ingeniería.

Dado que la capacidad de ingeniería está localizada tanto en firmas independientes como en firmas químicas y que la prestación de los servicios de ingeniería interactúa con una serie de agentes que participan de la concepción y realización de los proyectos, resulta conveniente escoger como unidad de análisis el producto (y respectivo proyecto), en lugar de la firma de ingeniería. De esta manera existen más seguridades de captar en su plenitud el papel y los condicionamientos específicos relativos a los servicios de ingeniería.

A partir del análisis de los proyectos desde el ángulo de la firma cliente, se procederá, en fases consecutivas del estudio, a analizar: a) las firmas locales de ingeniería; y b) las firmas locales proveedoras de equipos y componentes que participaron de los proyectos.

El trabajo de campo se centra, por tanto, en una muestra adecuada de un conjunto reducido de proyectos químicos respecto de cada uno de los cuales exista experiencia de realización de proyectos en dos o más países latinoamericanos, o en dos o más momentos del tiempo.

El criterio de selección de la muestra responderá a tres parámetros: (i) grado de monopolización de los conocimientos de proceso; (ii) previsible expansión de la capacidad; y (iii) en lo posible, casos en que haya habido repetida realización de plantas o sustanciales adiciones de capacidad. Se examinan seguidamente cada uno de estos tres indicadores:

(i) Grado de Monopolización de los Conocimientos de Proceso

Para casi todos los productos químicos existen al menos dos o tres fuentes proveedoras de conocimientos de proceso. Sin embargo, hay una serie de

factores que afectan el número de procesos efectivamente disponibles en el mercado. Si los procesos están bastante difundidos y es débil su protección legal, la oferta puede verse ampliada con la presencia de un número de firmas imitadoras. También pueden existir firmas que hayan introducido mejoras a los procesos originales y que los ofrezcan en el mercado mundial. Pueden haber pools de patentes, licencias recíprocas o acuerdos cartelísticos o colusivos entre las firmas que controlan los procesos disponibles de manera que se reduzca discriminatoriamente la oferta. También puede ocurrir que acuerdos de exclusividad entre licenciadores y licenciarios bloqueen la entrada de nuevas firmas al restringir su acceso a procesos ya utilizados por firmas ya establecidas. En consecuencia, el rango efectivo de selección de procesos puede diferir sustancialmente del que resultaría de una mera consulta al catálogo de procesos existentes en el mercado mundial.

La diversa variedad de fuentes proveedoras de conocimientos de proceso afecta la medida en que los insumos tecnológicos y, particularmente, los de ingeniería requeridos para un determinado proyecto sean desagradables, y sustituible su fuente de suministro.

Cuando para un producto dado hay pocos procesos disponibles, sus titulares pueden ejercer mayor control sobre la selección de la fuente de suministro de los servicios de ingeniería que en el caso en que existan muchos procesos alternativos disponibles. Este es particularmente el caso si firmas internacionales de ingeniería poseen capacidad exclusiva de sublicenciamiento otorgada por las firmas titulares de los procesos, si tienen a su cargo la cartera de licencias de estas últimas o si los procesos revisten titularidad conjunta por ambas. Cuando ello ocurre (lo cual es muy frecuente), la capacidad negociadora de la firma cliente y, por ende, las posibilidades de desagregación y la consiguiente capitalización de efectos de aprendizaje tienden a ser menores que cuando existe completa independencia entre las fuentes proveedoras de los conocimientos de proceso, por un lado y las de servicios de ingeniería, por el otro. Asimismo, el primer caso puede conducir a un menor desarrollo de proveedores de bienes de capital en el país recipiente que en el segundo, por el carácter más agregado de la contratación.

La edad de los procesos originarios viene directamente asociada con su grado actual de monopolización en el mercado mundial. 1/ Cuando los procesos son de más antigua data, mayor tiende a ser su grado de difusión internacional y menor su apropiabilidad. Contrariamente, los titulares de procesos desarrollados más recientemente tienden a disfrutar de mayor apropiabilidad.

(ii) Previsible Expansión de la Capacidad

Deben seleccionarse productos respecto de los cuales pueda preverse se requerirán significativas adiciones de capacidad en el futuro. 2/ Estas adiciones dependerán, por un lado, del crecimiento de la demanda, y, por el otro, del patrón de cambio técnico.

Existen productos respecto de los cuales, o bien ya se cuenta con capacidad productiva suficiente como para responder al crecimiento de la demanda durante los próximos años, o bien su tasa de crecimiento será reducida y, por tanto, no demandará adiciones significativas en la capacidad productiva en el curso de los próximos años. Por otra parte, el patrón de cambio técnico puede involucrar la sustitución de unos productos por otros, o bien dar lugar a prever que habrá cambios sustanciales en los procesos que afecten el posible aprovechamiento de experiencias previas. En cambio, hay procesos respecto de los cuales ello no es previsible en un horizonte de algunos años. Por ejemplo, en los casos del etileno y el amoníaco, se estima que ya se ha alcanzado el tramo asintótico de la curva de economías de escala, y se considera inconveniente construir plantas de una capacidad mucho mayor de los 500 mil t/a por los elevados costos involucrados en una parada accidental y otras deseconomías de escala. 3/

1/ R. Stobaugh, op. cit.

2/ No debe descartarse que la experiencia recogida con respecto a un producto pueda ser útil para otros productos. Este hecho califica la presente discusión.

3/ R. A. Craig, Perspectivas Técnicas de la Industria Petroquímica, Buenos Aires, 1970.

(iii) Repetición de Experiencia

Este criterio es similar al anterior, aunque aplicado de manera retrospectiva. Se considera conveniente incluir en la muestra empresas que ya hayan tenido experiencias de sustantivas ampliaciones de capacidad o realizaciones sucesivas de dos o más plantas similares a las originalmente contratadas. A través del estudio comparativo del origen, naturaleza y modalidades de contratación de los insumos de ingeniería demandados por proyectos sucesivos para determinados productos se hace posible evaluar la magnitud y características de la experiencia, pericia y capacidad organizativa ganadas por las unidades locales de ingeniería participantes y la medida en que ellas han sido efectivamente utilizadas.

ANEXO 1

Entre las prestaciones suministradas por las unidades de ingeniería pueden incluirse la provisión de los conocimientos de proceso, aunque estos usualmente proceden de terceras firmas. Por este motivo los incorporamos a la siguiente nómina. Esta surge a partir del escrutinio de un elevado número de experiencias de contratación por firmas clientes en las industrias química y petroquímica. 1/

i.- Conocimientos de Proceso

Comprende la sistematización de los resultados obtenidos en la etapa de investigación de un proceso a escala de laboratorio. Dicha sistematización suele incluir:

- a) Cinética físico-química fundamental de la transformación química que permitirá obtener el producto.
- b) Diagrama de bloques indicando las operaciones necesarias para lograr la transformación buscada y los parámetros intensivos y extensivos que condicionan cada una de esas operaciones.
- c) Manual con los procedimientos que conviene seguir para realizar las operaciones.

Con estos datos, que suelen estar protegidos por derechos de propiedad industrial, es posible realizar un estudio de prefactibilidad, estimando los posibles costos de inversión y operación de la planta.

ii.- Ingeniería Básica

Resulta del desarrollo experimental de los datos de la investigación. Puede requerir la construcción de plantas piloto. Habitualmente incluye:

- a) Esquema del proceso principal con indicaciones de flujos y parámetros intensivos.

1/ M. Kamenetzky y F.C. Sercovich: Transferencia de Tecnología en la Industria Química Argentina, INTI, Bs.As., 1974. Varias de las prestaciones consignadas tienen lugar particularmente cuando el proveedor de la ingeniería básica es al mismo tiempo el licenciador del proceso.

- b) Esquema de los servicios auxiliares necesarios con iguales datos.
- c) Esquema de cañerías e instrumentos.
- d) Balance material y energético del proceso principal.
- e) Balance material y energético de los servicios auxiliares.
- f) Especificaciones de los equipos fundamentales.
- g) Esquema de distribución de los equipos.
- h) Especificación de materiales.

Con estos datos es posible determinar más precisamente los costos de inversión y operación, al ser posible obtener precios de los probables proveedores de los equipos e insumos. Se puede proceder así a un análisis exhaustivo de la factibilidad del proyecto, aproximando posibles precios de venta del producto a fabricar y anticipando las reacciones del mercado frente a su introducción.

La ingeniería básica suministra las normas y exigencias a ser respetadas por los fabricantes de los equipos y componentes más importantes.

iii.- Ingeniería de Detalle

Realiza los análisis y cálculos definitivos, preparando los planos de detalle, maquetas, listas de materiales y pliegos de especificaciones que guían la construcción de los edificios y la construcción y montaje de los equipos y componentes donde se van a realizar los procesos.

iv.- Servicios de Compra (procurement)

En base a las indicaciones de la ingeniería de detalle, se seleccionan los fabricantes y/o proveedores de equipo y las empresas encargadas de la construcción y montaje de la planta, controlando que los bienes y servicios que se entregan respondan a las especificaciones establecidas.

v.- Supervisión de la Construcción

Abarca acciones de subcontratación, fiscalización y coordinación con objeto de satisfacer los requisitos de la ingeniería de detalle.

vi.- Supervisión de la Puesta en Marcha

Idem respecto de los requisitos del proceso y de la ingeniería básica.

vii.- Asistencia Técnica a la Producción

Asesoramiento para resolver problemas menores de producción y mantenimiento de la planta.

viii.- Control de Calidad

Suministro de especificaciones y manuales de procedimientos sobre los métodos a aplicar o de asesoramiento y supervisión para controlar la calidad de los productos fabricados.

ix.- Formación de Personal

Colaboración para entrenar personal directivo, de supervisión y/u obrero ya sea en plantas propias o de terceros, enviando por períodos más o menos prolongados un equipo de enseñanza y entrenamiento a la planta cliente.

