

308717

15

24'



UNIVERSIDAD PANAMERICANA

ESCUELA DE INGENIERIA
INCORPORADA A LA U.N.A.M.

LA INGENIERIA INVERSA EN LA INDUSTRIA
METAL-MECANICA DE BIENES DE CAPITAL

UNIVERSIDAD PANAMERICANA
SECRETARIA DE EDUCACION PUBLICA
SECRETARIA DE ECONOMIA

TESIS QUE PRESENTA:
VICENTE SOLARES GARCIA
PARA OPTAR POR EL TITULO DE:
INGENIERO MECANICO ELECTRICISTA
EN EL AREA MECANICA

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE GENERAL.	PAG.
I INTRODUCCION: LA TECNOLOGIA.	
I.1 ¿QUE ES LA TECNOLOGIA?	1
I.2 ¿COMO ES LA TECNOLOGIA?	3
I.2.1 La Producción de Tecnología	5
I.2.2 Características de la Tecnología	9
I.3 ¿PARA QUE SIRVE LA TECNOLOGIA?	10
I.3.1 La Tecnología en la Empresa	10
I.3.2 La Sociedad Tecnológica	10
I.3.3 La Evaluación Tecnológica	12
I.4 DESARROLLO DE TECNOLOGIA	14
I.4.1 Desarrollo dentro de la Empresa	15
I.4.2 Desarrollo mediante Contrato de Investigación	15
I.5 LA COMPRA DE TECNOLOGIA	16
I.5.1 El mercado Internacional de Tecnología	16
I.5.2 La Tecnología Incorporada	17
I.5.3 La Tecnología Adquirida por medio de Contrato	19
I.6 CONCLUSION	19
II CARACTERIZACION DE LA INDUSTRIA METAL-MECANICA DE BIENES DE CAPITAL.	
II.1 DEFINICION E IMPORTANCIA	20
II.2 CLASIFICACION DE LA INDUSTRIA	21
II.3 CONDUCTA TECNOLÓGICA	23
II.3.1 La Complejidad Tecnológica	23
II.3.2 Requisitos Tecnológicos	24
II.3.3 Tendencias Tecnológicas	25
II.4 NATURALEZA DE LOS PROCESOS DE MANUFACTURA	26
II.4.1 Análisis de los Determinantes del Proceso Productivo	26
II.4.2 Tendencias a Futuro	31
II.5 SITUACION EN EL CONTEXTO ECONOMICO	32
II.5.1 Evolución y Perspectivas	32
II.5.2 Estructura del Mercado	34
II.5.3 Consecuencias y Prioridades	36

II.6 POLITICAS GUBERNAMENTALES	36
II.6.1 Política de Financiamiento	36
II.6.2 Política de Estímulos Fiscales	37
II.6.3 Política de Comercio Exterior	38
II.6.4 Política de Transferencia de Tecnología	38
II.6.5 Política de Adquisiciones del Sector Público	38
II.6.6 Política Tecnológica	39
II.7 CONCLUSIONES	39
III LA ADQUISICION DE TECNOLOGIA.	
III.1 ¿QUE ES LA INGENIERIA INVERSA?	41
III.2 UBICACION DE LA INGENIERIA INVERSA	45
III.3 ¿CUANDO SE DEBE APLICAR LA INGENIERIA INVERSA?	47
III.4 NIVELES DE LA INGENIERIA INVERSA	50
III.4.1 Nivel Imitativo	50
III.4.2 Nivel Interpretativo	51
III.4.3 Nivel Adaptativo	52
III.4.4 Nivel Evolutivo	53
III.5 CONCLUSIONES	54
IV LA INGENIERIA INVERSA EN LA PRACTICA INDUSTRIAL.	
IV.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS EMPRESAS EXAMINADAS	57
IV.2 NIVELES DE LA INGENIERIA INVERSA EN LA PRACTICA	58
IV.3 ESTUDIO PRACTICO DE CASOS	62
IV.3.1 Caso 1: TORNO PARA MADERA	62
IV.3.2 Caso 2: SILOS METALICOS PARA GRANO	65
IV.3.3 Caso 3: MAQUINA PROCESADORA DE PESCADO	68
IV.4 METODOLOGIA PRACTICA DE LA INGENIERIA INVERSA	70
IV.4.1 Reconocimiento de la Oportunidad	70
IV.4.2 Evaluaciones Técnicas	72
IV.4.3 Evaluaciones Económicas	73
IV.4.4 Concepción del Diseño	73
IV.4.5 Prototipos y Pruebas	75
IV.4.6 Industrialización	75
IV.5 CONCLUSIONES GENERALES	76
IV.5.1 Estrategia Empresarial	76
IV.5.2 Administración de la Información	78
IV.5.3 Factor Humano	79

IV.5.4	Desarrollo Tecnológico	79
IV.5.5	Infraestructura	81
IV.5.6	Políticas Sectoriales	82
IV.6	CONSECUENCIAS Y RECOMENDACIONES	83
IV.6.1	Estrategia Empresarial	83
IV.6.2	Administración de la Información	84
IV.6.3	Factor Humano	85
IV.6.4	Desarrollo Tecnológico	85
IV.6.5	Infraestructura	86
IV.6.6	Políticas Sectoriales	87
V	GESTION DE PROYECTOS DE INGENIERIA INVERSA.	
V.1	METODOLOGIA DE LA INGENIERIA INVERSA	89
V.1.1	Reconocimiento de la Oportunidad	89
V.1.2	Investigación Primaria	90
V.1.3	Desarrollo de Formulaciones	90
V.1.4	Investigación Secundaria	91
V.1.5	Estudio de Factibilidad Técnico-Económica	92
V.1.6	Diseño Conceptual	93
V.1.7	Construcción de Prototipos	95
V.1.8	Industrialización	97
V.2	EL GRUPO DE INGENIERIA INVERSA	98
V.2.1	El Director de Ingeniería Inversa	100
V.2.2	El Gerente de Ingeniería Inversa	100
V.2.3	El Equipo de Ingeniería Inversa	102
V.2.4	Actividades del Grupo de Ingeniería Inversa	103
V.3	EL GRUPO DE INGENIERIA INVERSA EN LA EMPRESA	104
V.3.1	Integración del Grupo de Ingeniería Inversa	104
V.3.2	La Ingeniería Inversa en Empresas Pequeñas	105
V.3.3	¿Cómo son las Empresas que realizan Ingeniería Inversa Exitosamente?	108
V.3.4	Posibles Obstáculos a la Ingeniería Inversa	108
V.3.5	Planeación y Control de la Operación	109
V.4	LA INFORMACION Y LA INGENIERIA INVERSA	110
V.4.1	Estructuración de la Información	111
V.4.2	El Asesor y su Función en la I.I.	113
V.4.3	Utilización de la Información en la I.I.	115
V.4.4	Las Patentes y su Utilización en la I.I.	117
V.4.5	Metodología de Búsqueda de Información	119
V.5	CONCLUSIONES	121

APENDICE A.	
CUESTIONARIOS	123
APENDICE B.	
ASIMILACION, TRANSFERENCIA Y ADAPTACION DE TECNOLOGIA ...	137
APENDICE C.	
INNOVACION Y DESARROLLO TECNOLOGICO JAPONES	142
BIBLIOGRAFIA	145

INDICE DE FIGURAS.	PAG.
FIG. I. 1. COMPONENTES DE LA TECNOLOGIA	4
FIG. I. 2. COMPONENTES DEL PAQUETE TECNOLOGICO	4
FIG. I. 3. LA PRODUCCION DE TECNOLOGIA	6
FIG. I. 4. COMPONENTES DE LOS ESTUDIOS DE EVALUACION TECNOLOGICA ..	13
FIG. II. 1. PARTICIPACION DE LA INDUSTRIA METAL-MECANICA DE BIENES DE CAPITAL EN EL PIB	22
FIG. II. 2. EQUIPAMIENTOS ALTERNATIVOS EN FUNCION DEL TAMANO DEL LOTE Y DEL NUMERO DE ORDENES	29
FIG. II. 3. RELACION DE LA DEMANDA DE BIENES DE CAPITAL CON LA INVERSION TOTAL Y EL PIB	33
FIG. II. 4. COMPARACION DE LA IMPORTACION, DEMANDA Y PRODUCCION DE BIENES DE CAPITAL	35
FIG. III. 1. INGENIERIA INVERSA E INNOVACION TECNOLOGICA	42
FIG. III. 2. FORMAS DE ADQUIRIR TECNOLOGIA	46
FIG. III. 3. IMPORTANCIA RELATIVA DE LOS TIPOS DE ACTIVIDADES TECNOLOGICAS DE ACUERDO CON LA ETAPA DE DESARROLLO	48
FIG. III. 4. LOS NIVELES DE LA INGENIERIA INVERSA	55
FIG. IV. 1. CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS EMPRESAS EXAMINADAS ...	59
FIG. IV. 2. UBICACION DE LAS EMPRESAS EN LOS NIVELES DE LA I. I.	61
FIG. IV. 3. METODOLOGIA DE LA INGENIERIA INVERSA POR EMPRESA	71
FIG. V. 1. METODOLOGIA DE LA INGENIERIA INVERSA	99
FIG. V. 2. EL GRUPO DE INGENIERIA INVERSA	101
FIG. V. 3. INTEGRACION DE LA ING. INVERSA EN EMPRESAS PEQUENAS ...	106
FIG. V. 4. INTEGRACION DE LA ING. INVERSA EN EMPRESAS MEDIANAS ...	106
FIG. V. 5. INTEGRACION DE LA ING. INVERSA EN EMPRESAS GRANDES ...	107
FIG. V. 6. ESTRUCTURA DE LA INFORMACION	112
FIG. V. 7. FUNCION DEL ASESOR EN LOS PROYECTOS DE ING. INVERSA ...	114
FIG. V. 8. UBICACION DE LAS NECESIDADES DE INFORMACION	116
FIG. V. 9. MODELO DE UTILIZACION DE LA INFORMACION	116
FIG. V. 10. METODOLOGIA DE BUSQUEDA DE INFORMACION	120

I INTRODUCCION: LA TECNOLOGIA.

" Uno de los mitos intelectuales más difundidos de las últimas décadas, es la creencia de que la tecnología no es otra cosa que ciencia aplicada y qué, por lo tanto, es suficiente producir ésta para obtener aquella. "

H. Hollomon(1966) [1]

A lo largo de este primer capítulo se establecerá una posición adecuada como para que el posterior desarrollo de conceptos e ideas, tenga una base firme sobre la cual apoyarse, para lo que se deberá responder a tres preguntas básicas, planteadas en los siguientes términos:

- * ¿QUE ES LA TECNOLOGIA?
- * ¿COMO ES LA TECNOLOGIA?
- * ¿PARA QUE SIRVE LA TECNOLOGIA?

Es importante aclarar que los conceptos expresados en el presente capítulo no pretenden ser exhaustivos, ni exclusivos, y su objetivo es el de establecer un adecuado marco de referencia.

I.1 ¿QUE ES LA TECNOLOGIA?

Si nos remitimos a las raíces etimológicas de la palabra, encontramos que ésta proviene de dos vocablos de origen griego:

1. "Tekhné" (técnica); término que debe entenderse como "un saber hacer".
2. "Logos" (palabra, proposición, discurso, tratado); que para los fines presentes es utilizado en el sentido de "la razón que se da de algo".

La palabra "tecnología", fué acuñada por un viejo maestro de la universidad de Harvard, que hacia 1820 anunció a sus alumnos que iba a emplear el término con el propósito de describir "las aplicaciones prácticas de la ciencia". La "tecnología" también podría definirse como: "el estudio del saber como hacer las cosas", o bien, "el conocimiento de los medios para alcanzar ciertos fines".

Sin embargo, ninguna de las anteriores definiciones parece satisfacer completamente las implicaciones actuales de la "tecnología"; puesto que, por un lado (en la primera proposición) se podría entender por "tecnología" a todas aquellas "aplicaciones prácticas de la ciencia", es decir, se está condicionando la existencia de la "tecnología" a la existencia de la ciencia (sin ciencia no hay "tecnología"); y por otra parte en la segunda proposición haría falta mencionar o cuando menos aclarar lo que se quiere decir al señalar "para alcanzar ciertos fines", además de definir otros conceptos que se comentarán más adelante.

[1] Jorge A. Sabato en "La Producción de Tecnología". p.30

En primer lugar, y haciendo referencia a la primera proposición, se deberá entender por ciencia a todo "conocimiento cierto de las cosas por sus principios o causas". Ahora bien, si se está de acuerdo con la anterior definición, no se puede asegurar que para "saber cómo" (lo que implica un conocimiento de la técnica), sea (absolutamente) necesario un "saber porqué" (lo que implica un conocimiento científico), es decir, que se puede conocer de algo que sucede de una cierta forma, y de ahí se aplique este conocimiento con un fin práctico. Pero, para efectuar la mencionada aplicación, NO es estrictamente necesario que se tenga un conocimiento de las causas por las cuales "ese algo" sucede en la precisa manera, que de alguna forma proporciona un beneficio, al darle una cierta finalidad concreta. De lo anterior, se puede concluir qué, aunque la ciencia y la "tecnología" se encuentran estrechamente relacionadas, no se puede reducir a la segunda como a la simple aplicación práctica de la primera.

La "tecnología" también se refiere a los elementos del proceso de producción que conducen a la organización económica y cultural de la técnica. La técnica deberá entenderse como el conjunto de instrumentos que el hombre pone entre sí mismo y el objeto que transforma, en contraposición al concepto de "tecnología" en el que se deben incluir todos esos elementos que conducen a hacer de la técnica algo eficaz.

Todo esto conduce a redefinir y complementar conceptos, por lo que antes de dar una definición estricta del término, es importante revisar diferentes ideas acerca del mismo:

+ Es la aplicación del conocimiento a la producción y distribución de bienes y servicios.

+ Es la manera cómo los factores productivos se combinan para producir un resultado económico.

+ Son los medios y procedimientos para la fabricación de productos industriales.

+ Es "saber cómo", y su principal resultado son productos.

La actividad puramente científica está orientada a satisfacer una curiosidad, es decir, a resolver las dudas acerca de cuáles son y cómo están organizadas las leyes de la naturaleza, en tanto que la actividad puramente tecnológica está orientada a producir bienes y servicios de utilidad económica y social. A pesar de lo cual, la ciencia y la "tecnología" tienen algo en común: son formas organizadas del conocimiento. Sin embargo, son conocimientos organizados para fines distintos: en el primer caso, para saber ¿Por qué?, mientras que en el segundo para ¿Saber cómo? (know-how).

Si bien, el porqué es útil y muchas veces imprescindible para continuar evolucionando, el conocimiento tecnológico no requiere necesariamente de estos atributos, en tanto permita producir bienes y servicios en forma confiable y cumpliendo con determinados prerequisites sociales y económicos. Es así como, muchos adelantos tecnológicos no suponen nuevos principios científicos, aunque la naturaleza del desarrollo científico puede tener una influencia a largo plazo sobre los futuros cambios tecnológicos, ya que un descubrimiento científico específico generalmente necesita del transcurso de varios años antes de encontrar una aplicación práctica.

Es evidente que el comportamiento "tecnológico" actual, se encuentra caracterizado por una definitiva comercialización, de sus resultados, lo que se deduce a partir de sus primeros objetivos (satisfacer necesidades) que al ser llevados a cabo generan nuevos conocimientos y técnicas, los cuales son susceptibles de tener un precio en el mercado. De acuerdo con lo anterior se entenderá como "tecnología", lo siguiente:

"La tecnología es un CUMULO DE CONOCIMIENTOS que permite DISEÑAR Y PRODUCIR UN BIEN O SERVICIO que satisface una NECESIDAD EN EL MERCADO."

ES UN CUMULO DE CONOCIMIENTOS; puesto que implica una gran cantidad de conocimientos de muy diversa índole.

PERMITE DISEÑAR Y PRODUCIR BIENES(O SERVICIOS); puesto que ellos son los que marcan el incremento del nivel de vida de la población.

SATISFACE UNA NECESIDAD DEL MERCADO; puesto que si estos bienes no tuvieran alguna utilidad práctica, no habría razones para su existencia.

Se finalizará esta sección reforzando el concepto de la tecnología, para lo cual nos bastará con referirnos a la noción de la misma, expresada por W.P. Strassman [2]: "La tecnología no se refiere solamente a herramientas, no es un inventario de utensilios, sino más bien a una especie de comportamiento del tipo saber como usar las herramientas, es decir, a un conjunto de métodos para la realización de bienes específicos."

Sin embargo, siempre hay que tener en cuenta y nunca olvidar el siguiente pensamiento expresado por Charles Susskind [3]: "...la meta del innovador tecnológico es alcanzable si la innovación es físicamente posible, pero para su realización el innovador tecnológico depende siempre, del consentimiento humano..."

1.2 ¿COMO ES LA TECNOLOGIA?

La generalidad de las personas cree que el cambio tecnológico se debe, en gran parte, al resultado de descubrimientos científicos muy importantes, a partir de los cuales se sigue todo el proceso de desarrollo tecnológico, y al que comúnmente se le asignan tres etapas claramente diferenciadas: invención, innovación y difusión.

Sin embargo, lo anterior llevaría a dejar fuera de consideración a una diversidad de fuentes del mismo, cuya abundancia es más que evidente. Si se considera que no todo invento se traduce en un cambio tecnológico, y que no todo cambio tecnológico se origina en inventos, de hecho la mayoría de las innovaciones de nuestra época deben pasar, antes de ser comercializadas, por una serie de modificaciones y adaptaciones, operaciones que son efectuadas (cuando menos en la generalidad de los países industrializados) por grupos de especialistas, en forma por demás sistemática y planificada.

[2] Strassmann P.W., "Technological change and economic development", p. 225.

[3] Susskind Charles, "Understanding Technology" , p.126

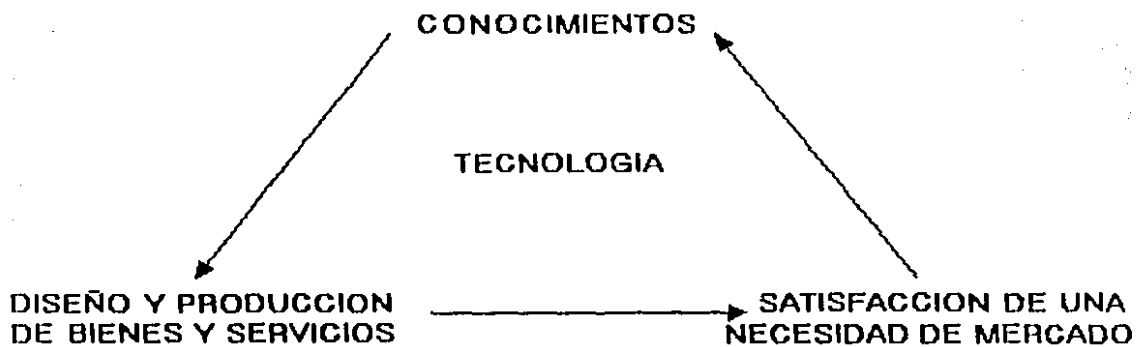


Fig.1.1.
COMPONENTES DE LA TECNOLOGIA

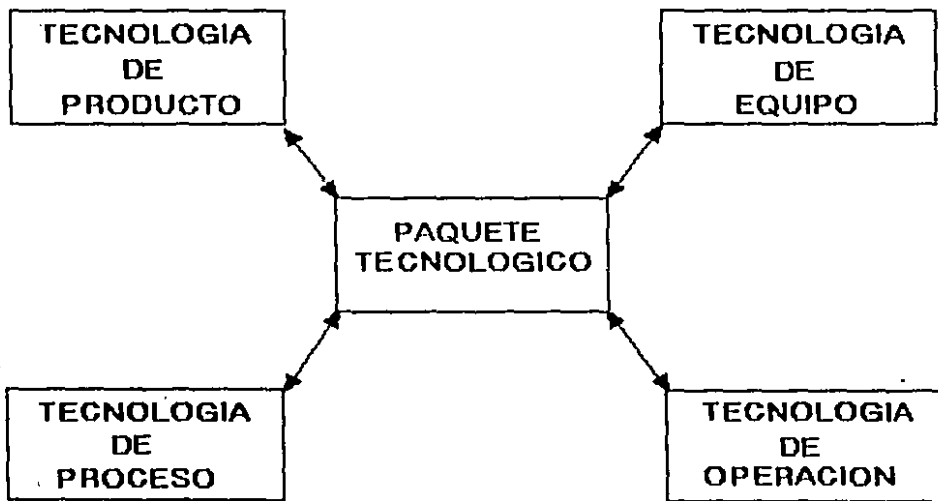


Fig.I.2.
COMPONENTES DEL PAQUETE TECNOLOGICO

1.2.1 La Producción de Tecnología.

Hay que tener presente el hecho de que tanto el diseño y la manufactura, como la comercialización forman parte integral del proceso innovador, y el que existan concepciones en todas las direcciones indica la necesidad de un permanente y fructífero diálogo entre los factores de éste proceso.

Así, en forma general, se podría imaginar a una empresa que quisiera introducir un nuevo producto en el mercado, o que requiriera aumentar la producción mediante la optimización de su proceso. El primer paso sería el de recopilar información de fuentes muy diversas, entre las que se puede mencionar: los clientes, los proveedores, la competencia, los centros de investigación, los libros, o revistas especializadas, los centros de información y/o asesoría, por investigación y desarrollo internos (I&D.), etc.

Sin embargo, a toda ésta información "en masa" que entra a la empresa, es necesario proporcionarle una cierta estructura o forma, así como una interpretación, con el propósito de que satisfaga, de la manera más eficiente posible, las necesidades de la organización. Este proceso deberá de involucrar un uso, una modificación, una sintetización, y una sistematización tal de la información recopilada, que nos lleve a cubrir los requerimientos específicos de la organización. Lo anterior se puede ver en forma esquemática en la Fig. I.3.

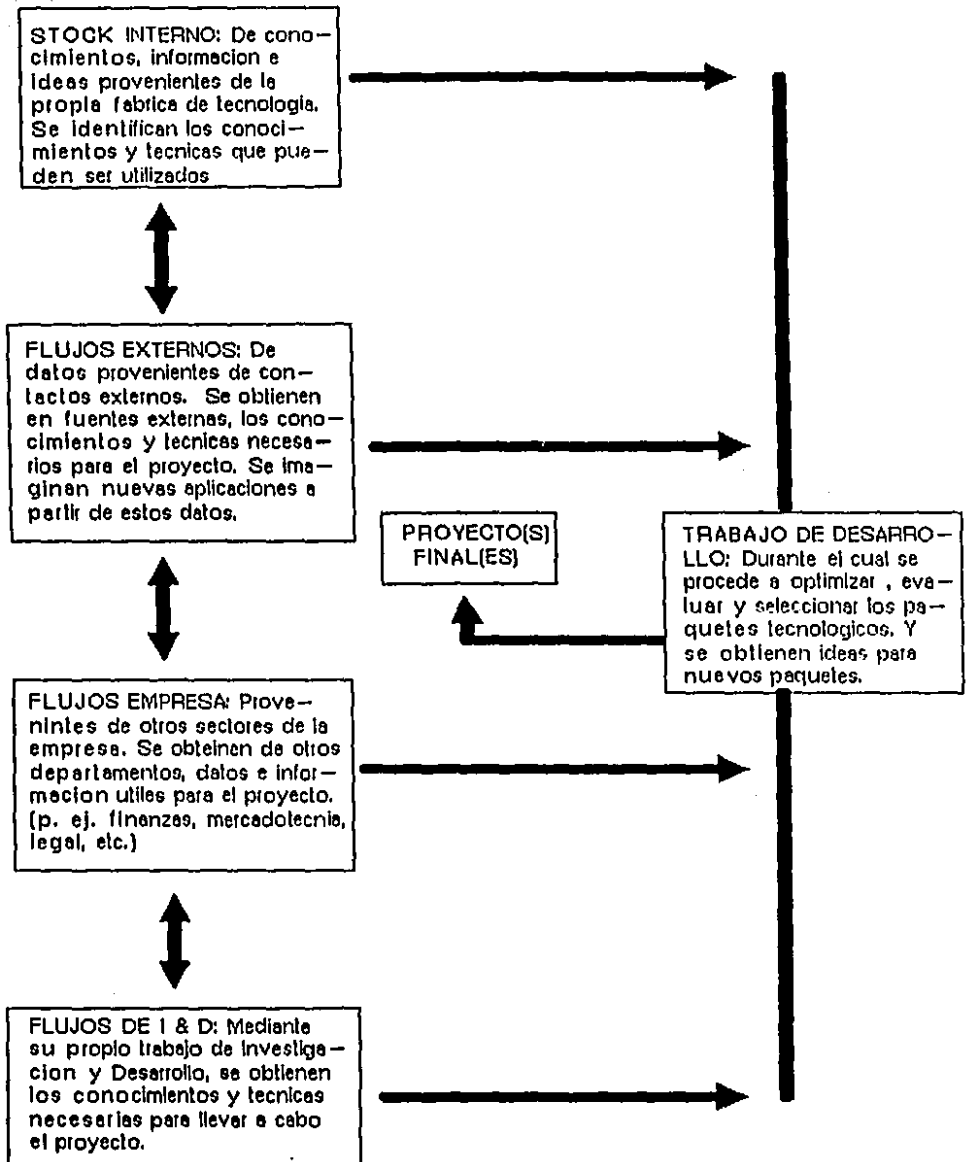
Es decir, que la producción de la tecnología necesaria para satisfacer las necesidades de la empresa, consiste en un conjunto de operaciones complejas en las que se articula conocimiento de distinta naturaleza proveniente de diferentes fuentes para obtener lo que se denomina "Paquete Tecnológico". Asimismo, el proceso anterior es realizado a través de una infraestructura a la que se conoce como "Fábrica de Tecnología".

Entonces, el hacer innovación tecnológica implica entre otras cosas la estructuración de un paquete tecnológico, que es el conjunto de conocimientos empíricos o científicos, nuevos o viejos, de acceso libre o restringido, jurídicos, comerciales o técnicos, necesarios para producir un bien o servicio. Así, y en términos generales, Jorge A. Sabato [4], nos explica el concepto de "Fábrica de Tecnología", en la siguiente forma:

"Mientras que durante milenios el hombre produjo tecnología de manera espontánea, asistemática y casi -amateur- (en forma artesanal), en las últimas décadas este modelo de producción de la tecnología ha cambiado drásticamente y se ha transformado en una actividad específica, organizada, diferenciada y continua, con su propia identidad, su propia legitimidad y sus propias características económicas. Y así como las mercancías corrientes se producen en establecimientos corrientemente denominados fábricas, lo mismo ocurre ahora con la tecnología, con la diferencia de que a las fábricas de tecnología se las designa con nombres tales como laboratorios de investigación y desarrollo, departamentos de I.&D., y similares."

[4] Sabato J.A., op. cit., p. 25 .

Fig.1.3.
LA PRODUCCION DE TECNOLOGIA



Asimismo, puede definirse a la innovación tecnológica como el procedimiento mediante el cual se incorporan nuevas combinaciones de tecnología al proceso productivo. La innovación tecnológica tiene un amplio alcance en la empresa, hacia la aplicación rentable de la tecnología. El proceso de innovación deja la puerta abierta a la nueva tecnología que se origina fuera de la empresa.

El concepto básico que se debe manejar en la innovación tecnológica, es el de la optimización de los factores de producción de la empresa, además de tenerse en mente que la innovación no es una acción simple, sino un proceso total compuesto de numerosos subprocesos interrelacionados. De ahí la importancia del concepto de paquete tecnológico, con respecto a cuyo comportamiento, Jorge A. Sabato [5] señala lo siguiente:

+ El concepto de paquete tecnológico nos proporciona la suficiente flexibilidad como para incorporar todas las entradas que intervienen en el cambio tecnológico, y hacerlo sin perder de vista sus características propias, de tal manera que podamos respetar su multidimensionalidad. En particular, éste concepto reconoce que no hay un único origen del cambio tecnológico; a veces puede ser la investigación científica, pero en muchos casos es el diseño industrial, la simple imitación, descubrimientos empíricos, etc.

+ Cada paquete tecnológico es diseñado para realizar una función precisa en la estructura productiva. En consecuencia, el principio rector del diseño es el de que sus diversos componentes (conocimientos provenientes de diversas fuentes) sean elegidos y utilizados de tal manera que se obtenga el resultado deseado con la mayor eficiencia y el mínimo costo.

+ Toda tecnología debe pasar necesariamente por una etapa inicial de ajuste a las condiciones reales del sistema (Debugging), ya que sólo así se logra el paquete definitivo.

Como se ha mencionado, un elemento importante en el proceso de innovación tecnológica es la integración del paquete tecnológico. Asimismo, es posible identificar cuatro tipos diferentes de tecnología que dan la orientación a como deben estar integrados estos paquetes[6]:

A. Tecnología de Producto; se relaciona con las normas, las especificaciones y los requisitos generales de calidad y presentación que debe cumplir un bien o servicio.

B. Tecnología de Equipo; se refiere a lo relacionado con las características que deben de poseer los bienes de capital necesarios para producir un bien o servicio.

C. Tecnología de Proceso; referente a las condiciones, procedimientos y formas de organización necesarios para combinar insumos, recursos humanos y bienes de capital de la manera adecuada para producir un bien o servicio.

[5] Ibid., p.p. 29-32.

[6] Castañón Arturo, et.al., "Administración de Proyectos de Innovación Tecnológica", p.19.

D. Tecnología de Operación; es aquella que se refiere a las normas y procedimientos aplicables a las tecnologías de producto, de equipo y de proceso, y que son necesarias para asegurar la calidad, la confiabilidad, la seguridad física y la durabilidad de la planta productiva y de sus productos.

Ahora bien, es interesante repasar algunos de los factores que caracterizan a las empresas innovadoras, que en un estudio [7] han sido detectados como los siguientes:

- + Administración.
 - > Buscan la innovación en forma más deliberada.
 - > Toman las decisiones de innovar por razones de mercado.
 - > Ocupan más personal al inicio del proyecto.
 - > Tienen menos gastos excesivos.
 - > Desarrollan actividades internas de I&D.
 - > Los ejecutivos a cargo de la innovación tienen una alta libertad para la toma de decisiones, así como un gran entusiasmo.
- + Actividades de Mercado.
 - > Ponen mucho énfasis en los aspectos de venta.
 - > Entienden mejor los requerimientos del usuario.
 - > Se anticipan a los posibles problemas del usuario.
 - > Ponen atención a la educación del usuario.
- + Desarrollo del Proyecto.
 - > Evalúan las perspectivas de éxito bajas al principio.
 - > Hacen mayor uso de ingenieros en la planificación de la producción.
 - > Tienen menos problemas técnicos en la producción (como ajustes inesperados)
- + Comunicaciones.
 - > Tienen mayor contacto con la comunidad científica y tecnológica en su área de interés.
 - > Se benefician de tecnología externa durante la producción.
 - > Tienen buenas comunicaciones internas y externas.

Asimismo, la innovación tecnológica exitosa siempre requiere de tres componentes esenciales:

1. Capacidad Científico-Tecnológica.
2. Demanda de Mercado.
3. Un agente que transforme ésta capacidad en bienes y servicios.

Uno de los grandes ejemplos de crecimiento económico acelerado, alcanzado a través de un proceso especial de innovación tecnológica, es el que ha experimentado el Japón en las últimas décadas. Es un caso que como tal, vale la pena examinar en sus puntos fundamentales, de los cuales se ha hecho un breve análisis en el Apéndice.

[7] Medina Enrique, et. al., "Problemas de Innovación en la Industria Mediana y Pequeña", p.p. 50-54.

I.2.2 Características de la Tecnología.

Aunque ya se han mencionado algunas diferencias particulares entre Ciencia y Tecnología, cabe reforzarlas y agregar algunas otras de similar importancia pero de implicaciones más profundas; así, se tiene que:

(a) El conocimiento científico es uno de los principales componentes de los paquetes tecnológicos, pero no es el único, ya que la tecnología también utiliza conocimientos empíricos.

(b) Mientras que la ciencia emplea exclusivamente el método científico, la tecnología usa cualquier método (científico o no), y su legitimidad es evaluada en relación con el éxito económico que con ella se obtiene.

(c) La originalidad, es esencial en el quehacer científico, pero resulta irrelevante en los paquetes tecnológicos, ya que para ellos cuenta exclusivamente su conveniencia económica.

(d) La coherencia lógica es un requisito indispensable de los desarrollos científicos, lo cual no se cumple necesariamente para los paquetes tecnológicos, puesto que de ellos sólo importa su desenvolvimiento dentro de la estructura productiva.

Además, como en cualquier mercancía, la tecnología también tiene un valor de uso, así como un valor de cambio. El valor de uso de una tecnología producida para realizar un determinado propósito está caracterizado por lo bien que ésta cumple con ese determinado propósito; mientras que el valor de cambio de la misma se mide por la proporción en que su valor de uso se cambia por el valor de uso de otra mercancía.

Así, el valor de uso depende de la utilización práctica del conocimiento contenido en el paquete tecnológico, pero el valor de cambio es el resultado de la apropiación privada de la tecnología por alguien (el propietario) y de esa forma conlleva un cierto grado de poder de mercado. Sin embargo, la tecnología puede tener un buen valor de uso y a pesar de ello resultar un fracaso comercial.

Cuando una tecnología es producida teniendo en cuenta solamente su valor de uso, lo que tiene importancia es el conocimiento mismo contenido en ella y su aplicación a un determinado propósito, pero si se toma en cuenta su valor de cambio, lo que tiene importancia es cómo será procesado el conocimiento para lograr un paquete que asegure el óptimo poder de mercado para el vendedor. Por otra parte, se puede resumir la siguiente relación de propiedades que la tecnología presenta en la actualidad:

A. ES DINAMICA; constantemente está cambiando, es decir, no se encuentra estática.

B. ES ACUMULATIVA; ésta cualidad implica que cada desarrollo tecnológico, presupone toda la información anterior, dentro del ámbito de que se trate.

C. ES IRREVERSIBLE; el avance tecnológico es irreversible, en el sentido de que las innovaciones recientes desplazan a las anteriores sin que sea dable volver hacia atrás, salvo raras excepciones.

D. ES ILIMITADA; el progreso tecnológico no tiene límites, como no los tiene la capacidad creadora del ser humano, en cuanto a generar conocimiento se refiere.

E. ES TRANSMISIBLE; el conocimiento tecnológico, una vez que se prueba su utilidad, puede transferirse.

F. TIENE NATURALEZA SOCIAL; ya que los conocimientos que integran al desarrollo tecnológico son y han sido generados por PERSONAS, y su influencia recae sobre la sociedad en conjunto.

La falta de una clara comprensión de todos los elementos que caracterizan a la tecnología, puede conducir a una aproximación errónea del origen y características de la dependencia tecnológica, y consecuentemente, a una mala estrategia para lidiar con ella, como ha ocurrido en diversos países. Por lo tanto, una adecuada estrategia deberá basarse en el reconocimiento de la importancia de todas las dimensiones de la tecnología y operar simultáneamente sobre una política económica, y sobre una política científico-tecnológica.

I.3 ¿PARA QUE SIRVE LA TECNOLOGIA?

Este capítulo podría considerarse como incompleto, si no se incluyeran algunas consideraciones acerca de la importancia de la tecnología dentro de la empresa y la sociedad.

I.3.1 La Tecnología en la Empresa.

Las empresas competitivas que alcanzan la excelencia en sus operaciones son, por lo general, aquellas que logran aplicar la tecnología para el desarrollo de productos y mejores procesos de manufactura. El logro de una capacidad competitiva en el mercado, requiere que las empresas consoliden su base tecnológica. Esto se debe a una serie de factores que apuntan hacia la necesidad de consolidar este aspecto dentro de la empresa:

- + Necesidad de participar en los mercados externos.
- + Alta Dinámica de cambio en el entorno.
- + Creciente escasez de divisas.
- + Reconocimiento de que la compra de tecnología en el exterior, es una opción que puede ser válida en el corto plazo, pero que en el largo plazo representa fuertes limitaciones al desarrollo de la empresa.

Queda claro entonces, que las actividades tecnológicas son un factor crítico para la sobrevivencia y crecimiento de la mayoría de las empresas industriales.

I.3.2 La Sociedad Tecnológica.

La tecnología y el orden social son vistos como opuestos por algunos y como complementarios por otros. El concepto moderno del humanismo es frecuentemente asociado con el Renacimiento, el regreso a los valores e ideas clásicas, es decir, con un compromiso con los valores humanos más altos, pero ¿Qué tienen éstos en común con la tecnología contemporánea?.

Esta pregunta se podría responder diciendo que gracias a la tecnología moderna se pudo acabar con la esclavitud, se elevó el estatus de la mujer, se hizo de la seguridad social una realidad, se ha logrado incrementar el nivel de vida de los pueblos, etc; y bien podría, en el futuro, lograrse la paz del mundo gracias a ella.

Sin embargo, junto con la gran cantidad de beneficios ya mencionados, la tecnología también ha traído muchos perjuicios, como son: la posibilidad de la destrucción nuclear, la sobrepoblación, la deshumanización de algunas personas por la masificación de la sociedad, la degradación del medio ambiente, etc. Entonces ¿Se debería dejar al practicante de la tecnología, también llamado tecnólogo, hacer su voluntad sin restricciones de ninguna especie?, o bien, ¿Es el tecnólogo un agente insignificante que actúa obedeciendo las indicaciones de fuerzas sociales superiores a él?

Sin duda, la verdad se encuentra situada en algún punto entre estos dos extremos. El tecnólogo no es el dueño de nuestro destino, pero tampoco es el inocente peón de un proceso histórico inexorable, de hecho su papel varía con cada caso. Es así como, por mucho tiempo, se ha reconocido que las responsabilidades de un ingeniero se extienden más allá de las consideraciones puramente técnicas o económicas. Siguiendo este razonamiento, se llega al siguiente concepto [8]:

"El ingeniero se encuentra obligado a considerar los efectos sociológicos, económicos, y espirituales de la ingeniería y de sus operaciones; así como a ayudar, y dar consejo, en la adaptación del modo de vida, de los procedimientos comerciales, industriales, de gobierno, educacionales, etc., de sus conciudadanos a las condiciones presentadas por cada nuevo desarrollo tecnológico; de tal forma, que puedan disfrutar del máximo beneficio obtenible a partir del progreso logrado a través del acumulamiento del conocimiento acerca de nosotros mismos y del universo, en la forma en como éste es aplicado por la ingeniería. La principal ocupación del ingeniero debe de ser la de descubrir y conservar los recursos naturales, incluyendo el humano, y la de crear los medios para utilizar estos recursos a un mínimo costo y desperdicio, y con un máximo de resultados benéficos."

Entonces, la cuestión acerca de la responsabilidad del tecnólogo por las consecuencias de su trabajo, parece tener una complicación extraordinaria. Por un lado, se tiene a los críticos implacables de la tecnología, que ponen la responsabilidad de todas las ramificaciones de las innovaciones tecnológicas, completamente en las manos de quienes las originaron; y por otro lado, están los apologistas que ven la tecnología como una serie de medios, de los cuales la sociedad es libre de hacer uso o no, es decir, que la tecnología abre puertas pero no obliga a nadie a cruzarlas; indudablemente, esta última proposición resulta muy ingenua, ya que en ella se espera que el hombre no pase a través de una puerta que ha sido halagadoramente abierta para su supuesto beneficio, aunque sólo sea para ver lo que hay detrás de ella.

[8] Suskind Charles, op.cit., p.104.

De todo lo anterior, se puede concluir que la división de la responsabilidad entre el tecnólogo que crea la innovación y la sociedad que la utiliza, no puede ser reducida a una fórmula. Pero lo que es evidentemente deseable, es el tener un conjunto de hojas de balance en las que los méritos relativos de cada solución a un problema técnico sean analizados en estos mismos términos, como son: la seguridad, facilidad de operación, costo, confiabilidad, facilidad de mantenimiento, complejidad, y estética; pero también, en términos éticos tales como consideraciones morales, efectos en la calidad de vida, libertad, dignidad, y otros valores. El problema estriba en cómo sopesar todos estos atributos entre sí, para lo cual todavía no hay mucho escrito.

1.3.3 La Evaluación Tecnológica.

En la última década ha venido surgiendo una nueva preocupación: parece que la multiplicación indefinida del poder de nuestros brazos, los incrementos de productividad, del consumo, de los intercambios nacionales, regionales, y mundiales, y de la especialización no conducen automáticamente hacia mejores condiciones de vida. Simultáneamente se viene tomando conciencia de las enormes posibilidades de elección que abren los desarrollos científicos y tecnológicos.

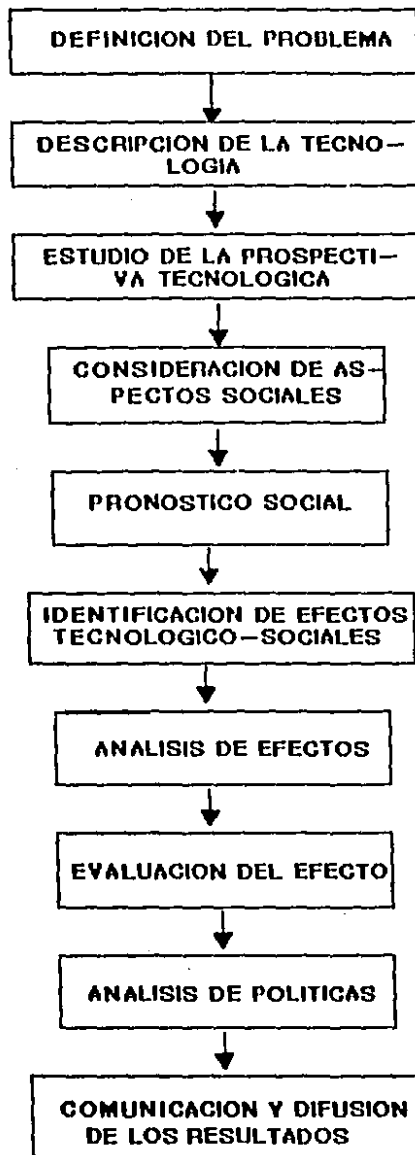
En éste concepto se encuentra implícito el proceso de localizar los recursos y de establecer prioridades nacionales, el prestar atención a este problema significa reconocer que el desarrollo tecnológico inapropiado para la estructura social de un país, puede crear crisis de grandes proporciones.

Los esfuerzos de evaluación tecnológica (ET) buscan examinar sistemáticamente los efectos que sobre la sociedad puede tener una nueva tecnología, su ampliación o modificación, poniendo especial énfasis en aquellos no deseados, indirectos o retrasados. Realizando evaluaciones de proyectos específicos, que centran su atención en un sólo caso de aplicación de la tecnología. En términos de resultados, la ET busca proponer políticas dentro de un amplio espectro de posibilidades.

Se busca una evaluación completa de todas las posibilidades, no sólo las económicas o tecnológicas. Así pues, los estudios de ET deben presentarse de manera precisa, concisa y lógica, y deben estar integrados por 10 componentes que deberán completarse con mayor o menor atención de acuerdo al tipo de estudio, nivel de esfuerzo y objetivos principales. Estos componentes son (Ver Fig. 1.4.) :

- 1) Definición del problema que determina la naturaleza y ámbito de estudio. Se debe tener muy en cuenta que para satisfacer efectivamente éste punto es importante la identificación de aquellos interesados o afectados por el fenómeno bajo estudio.
- 2) Es necesario hacer una completa y precisa descripción de la tecnología estudiada para poder identificar adecuadamente sus efectos; la cuál debe incluir la identificación de los principales parámetros y formas alternativas de implementación, así como las tecnologías competidoras.
- 3) Se debe realizar un estudio de prospectiva tecnológica (pronóstico tecnológico), con el objeto de anticipar el carácter, intensidad y momento en que se presentarán cambios en las tecnologías.

Fig.1.4.
**COMPONENTES DE LOS ESTUDIOS DE
EVALUACION TECNOLOGICA**



4) Deben describirse aquellos aspectos de la sociedad que interactúan con el tema estudiado. Pueden emplearse descriptores cuantitativos y cualitativos.

5) Un pronóstico social, mediante el que se busca representar la configuración futura de ciertos aspectos de la sociedad. Este estudio es de los más difíciles de realizar.

6) Identificación de efectos producto de la interacción entre la tecnología y el contexto social. Se pueden tener efectos directos, resultado directo de la tecnología y efectos de orden superior, derivados de los efectos directos.

7) Análisis de efectos, en el que se debe tratar de determinar la posibilidad real de que se presenten los efectos señalados anteriormente y su magnitud. Aquí se requiere de expertos en áreas tales como análisis costo-beneficio.

8) Una vez que se han identificado y analizado los efectos, es necesario determinar sus interrelaciones e importancia para el logro de los objetivos sociales, a través de un estudio de evaluación del efecto.

9) Análisis de políticas, a través del cual se relaciona la evaluación de los efectos con las principales preocupaciones de la sociedad. Se comparan las diferentes formas como pueden aprovecharse los avances tecnológicos e identifican formas para hacer frente a las consecuencias indeseables. Se identifican, asimismo, aquellos grupos, organismos e instituciones que pueden implantar las políticas y se les presentan aquéllas a su disposición.

10) Se deberán comunicar y compartir los resultados, y tratar de crear un nuevo y diferente futuro a través de la integración de un grupo que apoye las medidas propuestas, en el logro de un adecuado consenso.

Al poner el anterior concepto en la práctica, deben utilizarse adecuadamente la intuición y el análisis; de tal forma, que se consigan las técnicas analíticas requeridas, lo que seguramente llevará a encontrar que la tecnología, en un principio la fuente del problema, también contiene las semillas de una solución compatible con los valores humanos elementales.

I.4 DESARROLLO DE TECNOLOGIA.

Normalmente se piensa que crear tecnología es algo sumamente complicado, al alcance únicamente de los países desarrollados. Sin embargo, si se desmitifica el concepto de tecnología (lo cual ya se ha comentado), es posible darse cuenta que su creación está al alcance no sólo de las grandes empresas nacionales, sino también de las medianas y pequeñas.

Siendo que, por otro lado, también se suele menospreciar las habilidades de nuestro pueblo, y desperdiciarlas por nuestro complejo cultural de que lo nacional es incapaz de superar a lo extranjero, debemos procurar aprovechar éstas capacidades, puesto que por lo general sólo se manifiestan en toda su potencialidad, cuando hay que recurrir a ellas casi en forma exclusiva.

1.4.1 Desarrollo dentro de la Empresa.

La creación de tecnología por parte de la empresa generalmente se emprende cuando ésta no logra encontrar información sobre la existencia de tecnología libre o no libre para el problema que enfrenta, o cuando existe tecnología no libre, pero en manos de un sólo poseedor que no acepta dar licencia, o cuando las condiciones en las que se da la licencia son inaceptables para la empresa. Se podría decir que ésta es investigación hecha a la fuerza, pero aún así, es conveniente para el país. Sin embargo, es necesario iniciar investigación propia sin necesidad de estar presionado por la falta de otras alternativas.

Muchas empresas crean tecnología diariamente en sus plantas y también en sus oficinas, aunque la mayor parte de ellas no se atrevería a darle un nombre tan pomposo. Para crear tecnología no se necesita un laboratorio que cueste varios millones de dólares, ni es necesario tener ingenieros y científicos que hayan obtenido doctorados en Norteamérica, ni tener patentes registradas en el país o en otros países. Los obreros calificados son con mucha frecuencia tan imaginativos y recursivos, que son capaces de desarmar casi cualquier máquina en la empresa, de construir repuestos "hechizo" cuando están agotados, y de sugerir modificaciones en el diseño de las máquinas para hacer el proceso más productivo; incluso de diseñar máquinas o mecanismos, que en ocasiones, representan verdaderas innovaciones tecnológicas, aún fuera del país.

La primera condición para crear tecnología propia dentro de la empresa es valorar la capacidad y el talento de los ingenieros, técnicos y obreros calificados, tener fe en su inventiva y proporcionarles los medios para desarrollar sus ideas. Debe existir para este tipo de innovación "en la planta" un estímulo no solo de parte de los empresarios, sino también del gobierno, a través de crédito barato y expedito para este tipo de actividades.

También se puede fomentar tal creación de tecnología mediante servicios de apoyo. Entre tales servicios están: uso de laboratorios que la empresa no tiene y necesita para la investigación, servicios de información sobre tecnología libre, el "estado del arte" en el sector en cuestión, las patentes existentes, etc., finalmente la facilidad para importaciones menores que se necesiten para la investigación.

1.4.2 Desarrollo mediante contrato de Investigación.

En ocasiones, es conveniente establecer un convenio conjunto de desarrollo tecnológico con los institutos de investigación o las empresas de consultoría nacionales, si se cumple alguna de las siguientes condiciones:

- a) Si se trata de sectores en los que hay suficiente experiencia nacional.
- b) En el caso de sectores en los que se planean varios proyectos similares para el futuro.
- c) En sectores considerados estratégicos para el desarrollo nacional por el plan de desarrollo y en los que es necesario no sólo tener una ventaja comparativa en la producción de determinados artículos, sino que también es conveniente estar en la línea de frontera en lo relativo a esas tecnologías.

Muchos contratos de compra de tecnología, generalmente onerosos para el concesionario, pueden evitarse, si antes de firmarlos, los empresarios estudian las posibilidades alternativas, como las de investigación propia o la contratación de investigación o servicios de consultorías nacionales, o bien, la utilización de ambos a través de la implementación de proyectos de Ingeniería Inversa, como se verá más adelante.

1.5 LA COMPRA DE TECNOLOGIA.

En lo que respecta a la transferencia de tecnología mediante compra, desde el punto de vista jurídico, cada país establece sus propias calificaciones. Así, en México, la ley sobre el registro de la transferencia de tecnología y el uso y explotación de patentes y marcas, prevee las siguientes modalidades [9]:

- a) La concesión para el uso o autorización para la explotación de marcas.
- b) La concesión del uso o autorización para la explotación de patentes de invención, de mejoras, de modelos, y dibujos industriales.
- c) El suministro de conocimientos técnicos mediante planos, diagramas, modelos instructivos, instrucciones, formulaciones, especificaciones, formación y capacitación de personal, y otras modalidades.
- d) La provisión de Ingeniería básica, o de detalle para la ejecución de instalaciones o la fabricación de productos.
- e) La asistencia técnica, cualquiera que sea la forma en que ésta se preste.

1.5.1 El mercado Internacional de Tecnología.

Tomando en cuenta el hecho de que la mayor parte de la tecnología transferida por compra proviene del exterior, es importante observar que el mercado internacional de tecnología se ve caracterizado por los fenómenos descritos a continuación:

A) La tecnología se comporta económicamente como una mercancía (a lo que ya se ha hecho referencia con anterioridad), a pesar de su intangibilidad y de la arbitrariedad con que se fija su precio, debido a la enorme diferencia en poder de negociación entre concedente y concesionario. Esta mercancía se presenta en muchas formas, las que se pueden clasificar en tres grandes categorías:

1. Tecnología incorporada en equipos y en bienes intermedios o "hardware".
2. Tecnología incorporada en seres humanos, o sea, los conocimientos técnicos de ingenieros, tecnólogos, investigadores, etc., o "manpower".
3. Tecnología desincorporada o transmisible a base de libros, revistas, patentes, planos, etc., o "software".

Cuando se contrata tecnología del tipo 2 o del tipo 3 se sabe exactamente cuánto se está pagando por tales conocimientos. No ocurre lo mismo cuando se la compra a través de bienes de capital o intermedios, pues el costo de la tecnología viene incorporado en el precio del artículo y no es fácil hacer una distinción entre lo que se paga por tecnología y lo que se paga por el resto.

[9] SECOFI., "Ley sobre el control y registro de la transferencia de tecnología y el uso y explotación de patentes y marcas", Feb. 1985

B) Cuando una empresa extranjera vende tecnología al comprador de un país subdesarrollado, el único costo que tiene es el de venta y éste en forma parcial, ya que después de firmado el contrato todos los costos son pagados por el comprador. El vendedor tiene casi siempre amortizados los costos del desarrollo de tal tecnología con las licencias que concedió en los países desarrollados.

Por otro lado al comprador le costaría normalmente muchos cientos de miles de pesos desarrollar una tecnología equivalente, cuando hay un sólo oferente o los sustitutos no son cercanos. Este es el costo de oportunidad del comprador. Por lo general, el precio está más cerca del costo de oportunidad del comprador que del costo de venta del vendedor, debido a la inferioridad en que se encuentra el comprador para negociar.

C) En el mercado de la tecnología se da la llamada "paradoja de la información", que es la explicación de la debilidad del comprador para negociar. El comprador no sabe generalmente las propiedades de la tecnología que va a comprar y si no lo sabe, ¿Cómo puede hacer una buena compra? Además, si supiera todas las propiedades, funcionamiento, costo, etc., de lo que va a comprar, a lo mejor no necesitaría comprarlo, ya que lo que él busca en dicho mercado son conocimientos, los mismos que se demandan para hacer una buena compra.

Tal paradoja se rompe, por un procedimiento iterativo de retroalimentación, o sea, a través de ensayos y ajuste, consiguiendo toda la información posible antes de comprar y corrigiendo los errores que se cometieron en la primera compra antes de hacer la segunda, con el objeto de realizar una evaluación de las alternativas tecnológicas, ya que con la experiencia de la primera, se puede orientar mejor la búsqueda de información para la segunda oportunidad.

D) Los países subdesarrollados tienen, por supuesto, una balanza tecnológica deficientísima. Pero lo grave no es esto sino que tales países son compradores casi absolutos de tecnología, esto es, compran pero no venden. De ahí que no se ve, en lo que resta de este siglo, la posibilidad de que dichos países tengan una balanza equilibrada.

1.5.2 La Tecnología Incorporada.

A pesar de que éste es el medio por el que se trasmite la mayor parte de la tecnología a los países subdesarrollados, es el menos estudiado, y como se decía antes, es el que es más difícil saber cuanto se está pagando por la tecnología incorporada en dichos productos.

Aparentemente la compra de tecnología a través de equipos es la más barata, ya que el vendedor de maquinaria asesora y a veces da otro tipo de asistencia técnica en forma gratuita. Además tal compra no va acompañada generalmente de patentes, o marcas, ni de pago por regalías. Sin embargo, tal verdad es sólo aparente. Con frecuencia tales compras son caras en comparación con otras formas de adquirir tecnología. Ya que hay en el empresario una tendencia a pagar más por un bien tangible, como es una máquina, que permanece en su empresa y entra a formar parte de sus activos fijos, que por consejos de un experto, que no son tan palpables como la máquina. De ahí que tanto el empresario como el gobierno, tiendan a aceptar el gasto en divisas en equipos, con más facilidad que los gastados en compra de tecnología intangible:

Los criterios que se deben de tomar en cuenta al adquirir maquinaria son, entre otros, los siguientes:

- a) Que el equipo a adquirir sea el adecuado a la escala de producción.
- b) Que el equipo sea versátil, de acuerdo con las distintas producciones de la empresa.
- c) Que se garantice la continuidad y calidad de los servicios de mantenimiento del proveedor.
- d) Que la capacidad proporcionada por los nuevos equipos no cree cuellos de botella en los anteriores.
- e) Que no sean complicados en su manejo, o por lo menos no estén por encima de las capacidades de los operarios técnicos.
- f) Que el costo del equipo esté en relación aceptable con la productividad que de él se espera.
- g) Que la empresa realmente necesite modernizar ese equipo, y que la inversión no se haga por imitación irracional.
- h) Que el equipo a comprar no venga abado a otros artículos que lo hacen mucho más caro de lo que aparenta, por lo que hay que tener mucho cuidado a la hora de adquirir paquetes tecnológicos disfrazados.

Si la empresa no está en condiciones de hacer un buen estudio, utilizando todos los criterios expuestos y otros que se consideren necesarios, debe de recurrir a la asesoría de:

- a) Departamento técnico de los distintos gremios de industriales, cuando prestan servicios de asesoría.
- b) Organismos del Estado que den asistencia técnica.
- c) Empresas de consultores nacionales.
- d) Empresas independientes de consultores extranjeros.

En este orden debe el empresario recurrir en busca de asesoría. Aún cuando ésta asesoría le cueste, seguramente lo que ahorra al hacer una compra bien hecha, será muy superior a lo pagado al asesor. En la compra de equipos, como en la de cualquier forma de tecnología, el precio pagado depende de la capacidad de negociación que tenga el comprador, la que a su vez depende de la cantidad de información acumulada antes de hacer la adquisición.

I.5.3 La Tecnología Adquirida por medio de Contrato.

El contrato es el medio más general de adquirir tecnología, ya que por medio de él se obtienen patentes, marcas, "know How", asistencia técnica, equipos, etc., pero es poco frecuente, comparado con la compra de tecnología a través de maquinaria.

A medida que aumentan las posibilidades autónomas (v.gr. servicios de consultoría industrial, empresas que suministran maquinaria y empresas de construcción), la laguna tecnológica se encuentra, normalmente, en la tecnología de procesos de fabricación de un producto dado y éste es un punto muy frecuente en los contratos. Pero aún cuando aumenten los servicios nacionales de oferta tecnológica, el recurrir a vendedores extranjeros será cada vez más frecuente, debido a que la brecha tecnológica entre países desarrollados y subdesarrollados continúa ampliándose.

La compra de tecnología extranjera y el empleo de consultores extranjeros por una empresa, contribuye a menudo a desalentar el posible empleo de servicios nacionales por parte de otras empresas.

Cuando una empresa busca conocimientos tecnológicos extranjeros, los demás hacen otro tanto. La competencia se intensifica, particularmente cuando el uso de la tecnología extranjera entraña no sólo el empleo de técnicas superiores, sino también el uso de una marca determinada.

La preferencia en favor del empleo de marcas y de servicios de expertos extranjeros perdura en muchos países subdesarrollados, por múltiples razones que en muchos casos son incomprensibles o muy difíciles de explicar. Esto pone en situación muy desventajosa a la investigación nacional y frena el desarrollo de servicios técnicos locales, situación que hace necesaria la regulación gubernamental de la importación de tecnología.

Con frecuencia, en empresas que compran tecnología en ésta forma, el volumen de ventas, el mercado, y la calidad de los productos, además de los precios y la calidad de los bienes intermedios y de capital, el personal clave que ha de ser contratado y el tipo de tecnología usada, quedará bajo la influencia del concedente, entonces, las decisiones que le quedan por tomar al concesionario son secundarias.

La tecnología comprada, o transferida a través de cualquier otro medio, no se convierte en tecnología adquirida para la empresa, sino hasta cuando se ha aplicado un proceso integral de asimilación sobre la misma, lo que implica el cumplimiento de diversas condiciones y etapas.

1.6 CONCLUSION.

Debe enfatizarse el hecho de que si se quiere alcanzar el estado de "sociedad tecnológica" sin llegar a la auto-destrucción, se tiene que reconocer que ésta comporta limitaciones para el hombre que vive en ella y por lo tanto, al planear y proyectar una acción para el futuro, hay que analizar y sopesar las ventajas y desventajas tanto económicas como sociales y morales de cualquier desarrollo tecnológico. Esto último, porque detrás de toda política científica y tecnológica está su destinatario, que es el hombre, y es él la meta de nuestras preocupaciones.

Finalmente se puede afirmar que en el momento de formular una política tecnológica (en la empresa o el gobierno), deben de tomarse en cuenta los hechos anteriormente señalados, ya que de no hacerlo, se corre el riesgo de que las medidas tomadas para cumplir con la mencionada política, no logren alcanzar los objetivos trazados en la misma.

II CARACTERIZACION DE LA INDUSTRIA METAL-MECANICA DE BIENES DE CAPITAL.

" La substitución de los bienes de capital importados por aquellos producidos en el país, es crucial para las naciones subdesarrolladas, debido a la escasez de divisas, el continuo deterioro de las condiciones de comercio internacionales, y de su necesidad del equipo y las herramientas adecuadas a su especial dotación de recursos, y al tamaño de su mercado."

Mario Kamenetzky [10]

Las circunstancias que han prevalecido y que seguramente prevalecerán en el corto y mediano plazos, dentro del contexto económico, indican que el país ya no podrá recurrir al financiamiento externo en igual medida que en cómo lo había venido haciendo hasta hace unos años, lo cual hace evidente la necesidad de contar con una industria Metal-Mecánica de bienes de capital, capaz de responder a las necesidades de crecimiento futuro del país.

Lo anterior lleva a pensar, en la necesidad de aceptar la evidencia, de que en la práctica no se puede promover el desarrollo de este sector de la industria con efectividad, sin el concurso de instrumentos que le sean particularmente apropiados. La presente caracterización tiene como objetivo el presentar un panorama general del comportamiento tecnológico y económico de éste sector en nuestro país, así como del contexto en el que el cuál se desenvuelve.

II.1 DEFINICION E IMPORTANCIA.

La industria Metal-Mecánica de bienes de capital se puede definir como la industria que dedica sus esfuerzos productivos al desarrollo y obtención de aquellos bienes o productos que a su vez son el soporte del proceso productivo de otras industrias, lo cual logra, basando sus procesos de manufactura en la transformación directa o indirecta de los metales, a través de técnicas y dispositivos de muy diversa índole.

En los países ya industrializados, el sector de los bienes de capital es, no sólo un elemento básico del proceso mismo de continua industrialización, sino también un centro para la adquisición de técnicas y conocimientos nuevos y para su difusión por toda la economía.

En estos países, la fabricación de bienes de capital, particularmente de maquinaria industrial, ha contribuido de manera fundamental a generar y difundir innovaciones tecnológicas. Por lo tanto, cabe esperar que el fortalecimiento del sector de bienes de capital en los países en desarrollo (y particularmente en México), no sólo contribuya a expandir el proceso de industrialización, sino que también fomente la creación de una capacidad tecnológica que proporcione los conocimientos técnicos necesarios para:

[10] En el libro de Miguel S. Wionczek, "Integration of Science and Technology with Development", pag. 51.

- i) Lograr la adaptación de los diseños de maquinaria existentes a las condiciones locales.
- ii) Asegurar la creación de nuevos diseños de maquinaria.
- iii) Resolver los problemas de organización.

Los bienes de capital así como sus cualidades, tecnología, y procesos de manufactura, son muy numerosos y de índole muy diversa; por ello, es que cualquier análisis de esta industria debe contener consideraciones tanto tipológicas como de caracterización de los procesos y de la tecnología manejadas dentro de ella. En la Fig.II.1., se observa que la importancia de los bienes de capital se ve reforzada por el hecho de un crecimiento constante con respecto al P. I. B. en épocas de bonanza industrial.

II.2 CLASIFICACION DE LA INDUSTRIA.

Resulta muy difícil establecer una adecuada clasificación de la industria Metal-Mecánica, y ésta dificultad obedece a la complejidad inherente a la misma, por ello es que existen una infinidad de maneras distintas en que ésta puede ser clasificada, sin poder considerar a ninguna de ellas como la mejor o la más correcta, pues se trata de diferentes clasificaciones apropiadas cada una de ellas a determinadas circunstancias.

De allí que, a grandes rasgos, y ateniendonos al tipo de producto y al volumen de producción, se pueda entender a la industria Metal-Mecánica de bienes de capital, como dividida en tres tipos básicos de empresa:

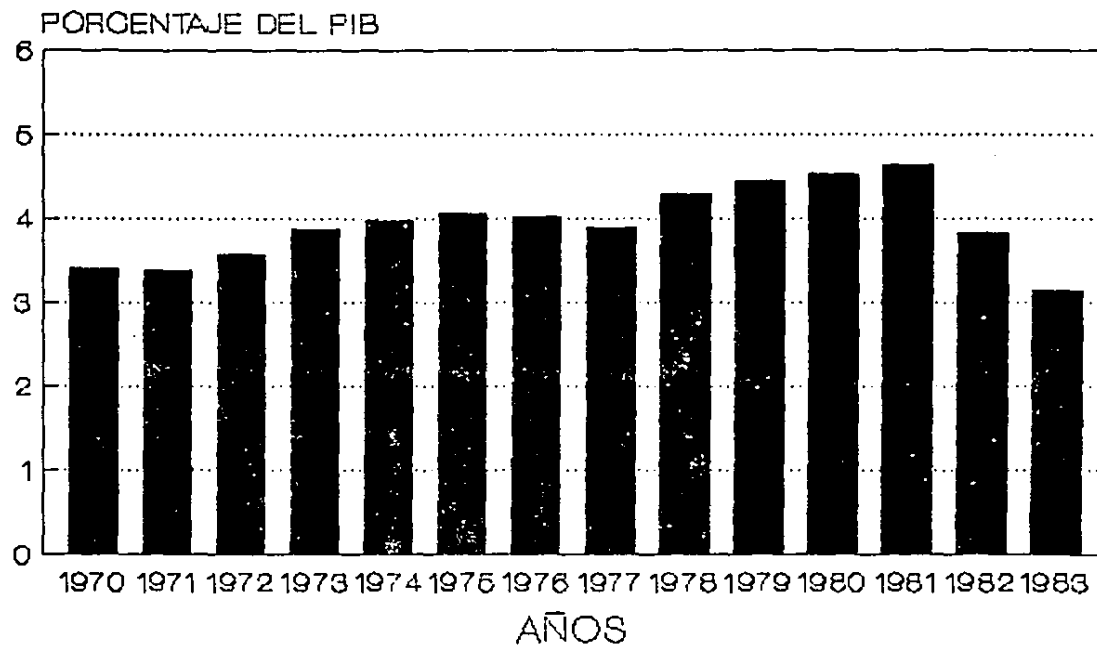
A) De Producción en Masa (o en línea); se dice que un producto es producido en masa, si su producción se efectúa de manera continua y a alta velocidad por un periodo considerable de tiempo. Este tipo de empresa, se caracteriza por tener un volumen de ventas bien establecido, e independiente de los pedidos individuales. Las máquinas y el equipo se encuentran altamente especializados y usualmente son incapaces de realizar otros trabajos diferentes de aquél para el que fueron especialmente diseñados. En estas empresas, la premisa básica es la de mantener los costos al mínimo. Algunos ejemplos típicos de éste tipo de fabricación son las bombas, los motores eléctricos estándar, los automóviles, etc.

B) De Producción Moderada (o por lote); aquí la producción se realiza en cantidades relativamente grandes y a veces en forma continua, pero ésta continuidad puede no ser estable, puesto que depende mucho de la cantidad de pedidos. Estas empresas pueden tener equipo tanto de características muy flexibles, como equipo sumamente especializado. Como ejemplos de este tipo de empresas, tenemos a aquellas que se dedican a la producción de compresores de tamaño mediano, turbinas de gas, calderas de tamaño mediano, etc.

Este tipo de establecimientos se organiza en talleres, esto es, en secciones o departamentos que llevan a cabo una determinada tarea de transformación y, para ello, agrupan a todos los equipos de un determinado tipo (por ejemplo, el taller de tornería, la sección de rectificado, etc.) y las partes, piezas y subconjuntos son transportadas de un taller a otro. Cada una de las secciones emplea equipos más universales y mano de obra de mayor calificación que en el primer caso.

Fig.II.1.

PARTICIPACION DE LA I. MET-MEC. DE B. CAPITAL CON EL PIB TOTAL



FUENTE: NAFINSA\ONUDI, GEMEX-WHARTON

C) De Producción bajo Pedido (o por órdenes individuales); en este caso, las empresas son altamente flexibles, y su producción generalmente está limitada a lotos atendidos a ordenes específicas de pedido, o bien, a ventas aseguradas en un alto porcentaje. El equipo de producción es mucho más flexible, y los empleados están mejor capacitados para realizar operaciones de índole muy diversa. También se organizan bajo la forma de talleres. La empresa por lo general trabaja 3 tipos o más de productos, y puede producirlos en cualquier orden y cantidad, dependiendo de la demanda, los cambios en los productos son poco frecuentes, y en la mayoría de los casos, el porcentaje de utilidad por unidad es mayor que en otros tipos de manufactura. Algunos ejemplos son la producción de aviones, la de turbinas de vapor, de máquinas herramienta especiales, etc.

II.3 CONDUCTA TECNOLÓGICA.

Uno de los intereses inmediatos de los países no industrializados, radica en obtener una auténtica caracterización de lo existente, en lo que a bienes de capital respecta, clasificándolos de algún modo dentro de un orden creciente de dificultad intelectual, o de intensidad de conocimientos, de forma que se les pueda comprender más fácilmente, y así poder encontrar los medios para reproducirlos y perfeccionarlos, consiguiendo las adaptaciones necesarias a su medio.

II.3.1 La Complejidad Tecnológica.

La complejidad tecnológica puede definirse en función de la complejidad del producto mismo y de las exigencias tecnológicas de su producción. Como ejemplo de lo primero se puede citar la complejidad de las funciones técnicas que realiza un producto, que pueden medirse en función de algunos parámetros, como el número y los tipos de las piezas como índice de la complejidad de su estructura mecánica, en tanto que las normas sobre precisión, duración, velocidad de funcionamiento, etc., se utilizan como indicadores de funcionamiento.

Se puede clasificar en forma general, a la tecnología presente dentro de la industria Metal-Mecánica, de acuerdo a su complejidad, en las siguientes categorías:

- A. Tecnología Avanzada. (o de Punta)
- B. Tecnología de Complejidad Intermedia.
- C. Tecnología Convencional.

La anterior clasificación se encuentra fundamentada en la consideración (desde el punto de vista de su dificultad técnico/económica), de los siguientes factores determinantes[11]:

- 1) Factores Internos o de Fabricación.
 - i.1) De tecnología del Producto.
 - i.2) De tecnología del Proceso.
 - i.3) De tecnología del Equipo Utilizado.
 - i.4) De tecnología de Operación.

[11] Vidossich Franco, "Determinación de una escala de Complejidad Tecnológica para los productos Electromecánicos", EMAQH-Mayo de 1983.

ii) Factores Externos o de Infraestructura.

- ii.1) De Infraestructura Informática y de Asesoría.
- ii.2) De Infraestructura de Servicios Especializados.
- ii.3) De Infraestructura de Productos Semielaborados.
 - a) Partes.
 - b) Componentes.

II.3.2 Requisitos Tecnológicos.

La manufactura de bienes de capital requiere una combinación de diferentes tipos de insumos tecnológicos específicos, entre los que cabe citar: la capacidad para manejar máquinas, la tecnología de fabricación, la capacidad para hacer estudios y proyectos técnicos y la capacidad de investigación y desarrollo técnico. Los cuales se examinan brevemente a continuación[12]:

A. La Capacidad para Manejar Máquinas; ésta constituye un requisito tecnológico básico, como en cualquier otro sector industrial. Sin embargo, el rango de capacidades en este sector es mucho más amplio y refleja los diversos procesos de manufactura. En los países industrializados, la difusión de la automatización hace que la capacidad para manejar máquinas de tipo tradicional sea reemplazada por la capacidad más compleja, de mantener y reparar complicado material automático, de programar las operaciones mediante material de control automatizado y de utilizar computadoras.

B. Tecnología de Fabricación; en términos generales, se entiende por tecnología de fabricación a la tecnología necesaria para organizar y ejecutar las operaciones de la fábrica que produce bienes de capital. Para determinado diseño de un producto, esa tecnología permite hallar la forma de manufactura que es económica y técnicamente óptima para la empresa.

Un componente básico de esta tecnología es el conocimiento técnico de los métodos y las técnicas de la fabricación, así cómo, lo son los conocimientos prácticos de gestión y organización, sin los cuales no se puede asegurar la viabilidad económica de la operación de manufactura.

En los países industrializados en los que está bien establecida la infraestructura industrial para la producción de bienes de capital, el conocimiento de la tecnología de fabricación está muy difundido. Así pues, los montadores finales de maquinaria pueden aprovechar la tecnología de fabricación disponible, interna o externamente, mediante los subcontratos apropiados. Los países en desarrollo carentes de una infraestructura industrial adecuada pueden poseer la tecnología de fabricación, pero por lo general ésta se encuentra concentrada en un pequeño número de empresas.

C. Capacidad para hacer Estudios y Proyectos Técnicos; esto se refiere a la capacidad de una empresa o industria para idear, definir y efectivamente proyectar un producto que sea económicamente y técnicamente viable y aceptable para el mercado o la sociedad. Para el sector de los bienes de capital, cuya producción no sólo es amplia y variada sino que también cambia constantemente, en función de los cambios que se producen en otros sectores, esta capacidad constituye un requisito tecnológico fundamental.

[12] Revista: EL MERCADO DE VALORES. 42:2(Enero 1982). pp. 46-55.

Generalmente la labor de proyección se divide en tres etapas principales: a) Estudio de viabilidad, b) Proyecto preliminar, y c) Proyecto detallado. En la etapa de viabilidad, la tarea principal consiste en determinar, basándose en las necesidades de los clientes y a veces en las limitaciones impuestas por el plazo de entrega, si la empresa puede producir el material.

En la etapa del proyecto preliminar, que es la más importante, se escoge un concepto específico de proyección y se definen la estructura y los principales componentes del material. Con esa definición se puede determinar el rendimiento del material y estimar el costo y el plazo de fabricación. En la etapa del proyecto detallado, la tarea principal consiste en diseñar en detalle todas las piezas a fin de fabricarlas.

D. Capacidad de Investigación y Desarrollo Técnico; en el sector de los bienes de capital, la labor de proyección constituye una parte importante de las actividades de investigación y desarrollo técnico, y las exigencias de esa labor influyen claramente en estas actividades. Por lo tanto, se hace hincapié sobre todo, en los trabajos de desarrollo técnico encaminados a encontrar combinaciones ADECUADAS de conocimientos técnicos ya existentes y NO a descubrir conocimientos científicos nuevos.

De aquí, que sea fácil el observar la presencia de los tipos de tecnología examinados en el primer capítulo, que pueden identificar como integrados dentro de dos grandes grupos tipológicos: a) Tecnología de Producto (capacidad para hacer estudios y proyectos técnicos y de Investigación y Desarrollo técnico) y b) Tecnología de Proceso (capacidad para manejar máquinas y tecnología de fabricación).

Con esto no se quiere decir que la tecnología de Equipo y de Operación carezcan de importancia dentro de la industria, sino solamente que desempeñan un papel secundario con respecto a las dos primeras. Pero sobre todo, hay que enfatizar la importancia que representa para el sector la Tecnología de Producto, puesto que es su base de desarrollo.

II. 3. 3 Tendencias Tecnológicas.

Si se toma en cuenta la forma en que la industria se ha venido comportando tecnológicamente en las últimas décadas, se pueden realizar las siguientes observaciones[13]:

a) Gran parte de las tecnologías de la industria Metal-Mecánica dependen en forma directa de la tecnología de producto, es decir, si se dispone de un producto de muestra y/o de sus especificaciones de diseño y de materiales de construcción es relativamente fácil para un buen ingeniero el conceptualizar y aun diseñar la fabricación de ese producto.

b) En algunos casos en que el volumen de producción ha crecido rápidamente, concentrándose en pocas fábricas, la tecnología ha evolucionado hacia una tecnología de proceso. Ejemplos típicos son la fundición en altos hornos y algunos otros procesos metalúrgicos.

[13] José Giral, et.al., "Tecnología Apropiaada", México 1980. p.92.

c) En otros casos en que el volumen de producción ha crecido rápidamente, pero la naturaleza discreta o discontinua del producto final exige trato unitario, la tecnología básica ha evolucionado hacia una tecnología de equipo. Este equipo en muchos casos se construye especialmente para fabricar un sólo producto, y en otros se reprograma para cada secuencia de fabricación. En ambos casos la tecnología viene parcialmente implícita en la maquinaria.

d) Finalmente, en aquellos casos en que la producción ha crecido en volumen pero también en diversidad (distintos tipos, tamaños y formas de producto), la tecnología básica ha evolucionado hacia una tecnología de operación, en la que las características predominantes son la importancia de la programación y control de la producción (adquisición de materias primas, partes y componentes, rutinas de fabricación, maquinado y ensamble, controles de calidad) y la ingeniería industrial (análisis de tiempos y movimientos, teoría de colas, optimización, etc.).

II.4 NATURALEZA DE LOS PROCESOS DE MANUFACTURA.

El propósito fundamental de la producción económicamente viable, es el de producir un bien que reditue una utilidad o ganancia, se deduce que el costo de ese bien deberá ser aceptable y competitivo.

Para lograr lo anterior se debe establecer un compromiso entre la calidad y precisión de manufactura del producto, y el costo de la misma, de tal forma que el diseño del producto presente las características adecuadas para su correcto funcionamiento, evitando un exceso en las especificaciones del mismo, lo cual haría incrementarse innecesariamente los costos. Es así que, dentro de la industria Metal-Mecánica, los tres criterios fundamentales que determinan la producción económicamente viable de un bien o producto son:

- A. Un diseño simple pero funcional, que cumpla con las cualidades estéticas apropiadas.
- B. La selección del material que represente el mejor compromiso entre las propiedades físicas, la apariencia, el costo, y la maquinabilidad del mismo.
- C. La selección de los procesos de manufactura, que lleven a producir un bien que cumpla con los requerimientos de exactitud y acabado superficial así como de calidad, sin excederlos y al más bajo costo posible.

II.4.1 Análisis de los Determinantes del Proceso Productivo.

Este método de análisis, se basa en el concepto simplista de mantener una perspectiva global de los bloques estructurales que se presentan en el proceso productivo dentro de la industria, mediante una evaluación que va desde las materias primas hasta el producto terminado, y a través del examen de los componentes tecnológicos inherentes a la industria misma (en decir, su combinación específica de tecnología de producto, proceso, equipo y operación). Lo cual, proporciona una visión más objetiva de la industria en cuestión. [14]

[14] Idem. p.92.

A. Especificaciones Mínimas Adecuadas del Producto.

En la industria Metal-Mecánica de bienes de capital, las especificaciones fundamentalmente necesarias para la fabricación de un producto son [15]:

- a) Dimensiones y Tolerancias de las piezas.
- b) Características de comportamiento mecánico del material.
- c) Especificaciones de funcionamiento del producto.

B. Materias Primas.

Se dividen en las siguientes categorías:

- a) Metales; tanto a granel para fundición como perfiles, planchas, etc.
- b) Componentes; como baleros, engranes, cadenas, etc., cuya fabricación suele concentrarse en unas cuantas industrias que se han especializado en ésta línea. Aunque existen algunas empresas con alto grado de integración que suelen fabricarlos ellas mismas.
- c) Partes; como las forjas y fundiciones, que son fabricadas bajo pedido y según las especificaciones del comprador.
- d) Subcontratos; generalmente los fabricantes de bienes de capital subcontratan la fabricación de aquellas partes y componentes de tecnología convencional.
- e) Suplementos; como son las partes eléctricas (motores, rectificadores, transformadores, interruptores, etc.), y que pueden ser compradas por el mismo fabricante o por el usuario, según el grado de integración física del equipo.

Es importante observar que el grado de estandarización de los tres primeros grupos es muy alto (se compran por catálogo, hay pocos proveedores, pocas fluctuaciones de precios, y existen escalas de descuentos); en cambio, los grupos c y d casi no tienen grado de normalización, es decir, que el producto se fabrica de acuerdo con las especificaciones del cliente.

C. Transformación.

La manufactura requiere de herramientas y máquinas que puedan producir con exactitud y economía. La viabilidad económica depende en gran medida de la selección adecuada de la máquina o proceso que nos de un producto final satisfactorio. La selección de la mejor máquina, o el mejor proceso para un producto dado requiere del conocimiento de todos los métodos de producción posibles para el efecto, y se deberán de considerar factores tales como el volumen de producción, calidad deseada, así como las ventajas y limitaciones de los varios tipos de equipo que son capaces de hacer el trabajo. La actividad de transformación involucra:

a) Preparación de la Máquina; la cual, comprende la realización de todas las acciones necesarias para poder llevar a cabo la operación de transformación. Incluye: elegir y montar las herramientas apropiadas, fijar los avances y velocidades de corte de viruta, etc. Así, entre mayor sea el tamaño de la serie, mayor podrá ser el esfuerzo previo de preparación de la máquina que se justifica llevar a cabo, en tanto ésto permita reducir el tiempo unitario de transformación.

b) Carga y Descarga de la Pieza en la Máquina.

[15] Amstead B.H., et.al., "Manufacturing Proceses", p.3.

c) Transformación propiamente dicha; se trata de la acción en sí de arranque de viruta, soldadura, moldeo, etc. La velocidad de ejecución de la acción se da en función de: restricciones manuales que dependen del operador, y restricciones técnicas dependientes de la máquina, el metal que se trabaje, la herramienta empleada, el nivel de tolerancia, etc.

d) Inspección y Control; abarca las acciones de control que ejecuta el operador más allá de los controles de calidad programados.

El proceso de transformación utilizado por una planta metal-mecánica dada está claramente asociado al tipo de equipamiento y a la calificación de la mano de obra empleados. En un extremo, el equipamiento puede estar constituido por máquinas y herramientas de carácter universal y por un sistema manual de manipulación, transporte y control de materiales, piezas, etc; es decir, se trata de una organización sumamente flexible del proceso productivo. En otro extremo, el equipamiento puede consistir en un conjunto de líneas transfer especialmente diseñado para fabricar familias específicas de piezas en grandes lotes, en donde la flexibilidad desaparece casi por completo.

Toda clase de opciones intermedias son fácilmente implementables pero cada uno de estos modelos, reclama un tipo particular de capacitación de los operarios y de preparación del equipo utilizado. Así, el gráfico presentado en la Fig. II.2., describe la relación presentada entre formas de equipamiento, tamaño de lote, y número de órdenes anuales, dada la complejidad de la tarea a ser realizada. En general, el trabajo metal-mecánico, puede ser clasificado de acuerdo a varios tipos de subprocesos:

C.1 Procesos utilizados para cambiar la Forma. La mayoría de los productos metálicos tienen su origen en la fundición de lingotes a partir de alguno de los procesos de reducción o refinación del mineral. El metal fundido es vaciado en moldes de grafito (o también metálicos) para formar lingotes con la forma y el tamaño convenientes para su posterior procesamiento. Los principales procesos utilizados para cambiar la forma de los metales incluyen a los siguientes:

- | | |
|---------------------------|--------------------------------------|
| a) Fundición. | g) Formado por Metalurgia de Polvos. |
| b) Forja. | h) Recalcado. |
| c) Extrusión. | i) Doblado. |
| d) Rolado y/o Laminado. | j) Perforado. |
| e) Troquelado o Prensado. | k) Estirado. |
| f) Corte. | l) Electroformado. |

C.2 Procesos de Maquinado. En estas operaciones secundarias, que son necesarias para la mayoría de los productos que requieren una gran exactitud en sus dimensiones, el metal es removido de la pieza en pequeñas porciones. Tales operaciones se efectúan en máquinas herramienta, y para cualquier producto existen, por lo general, una serie de operaciones de maquinado que es necesario realizar, y que pueden clasificarse, en forma general, como sigue:

C.2.1 Procesos de remoción tradicionales:

- | | | | |
|---------------|-----------------|---------------|---------------|
| a) Torneado. | d) Cepillado. | g) Cortado. | j) Escariado. |
| b) Fresado. | e) Brocheado. | h) Perforado. | k) Roscado. |
| c) Taladrado. | f) Rectificado. | i) Rimado. | l) Perfilado. |

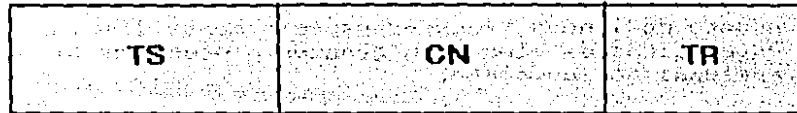
Fig. II.2.
EQUIPAMIENTOS ALTERNATIVOS EN FUNCION
DEL TAMAÑO DEL LOTE Y DEL NUMERO DE
ORDENES

NUMERO DE
ORDENES

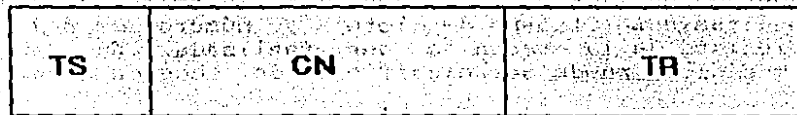
1



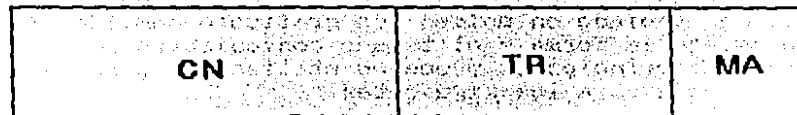
2



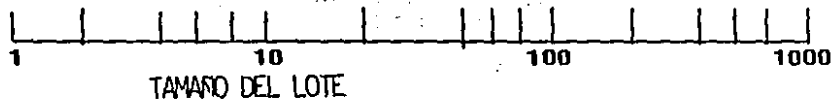
5



10



100



TS = TORNO SIMPLE

TR = TORNO REVOLVER

CN = CONTROL NUMERICO

MA = MAQUINA AUTO-
MATICA

C.2.2 Procesos avanzados de maquinado:

- m) Por ultrasonido.
- n) Por electro-erosión.
- o) Electro-químico.
- p) Por utilización de laser.

C.3 Procesos de Unión. Aquellos productos que requieren de la unión o consolidación de una o más partes deberán pasar a través de alguno o varios de los siguientes procesos:

- a) Por Soldadura con aporte de metal.
- b) Por Soldadura sin aporte de metal.
- c) Aglomerado o Sinterizado.
- d) Remachado.
- e) Por Prensado.
- f) Por unión mediante tornillos.
- g) Por unión mediante adhesivos.

D. Acabado del Producto.

Las operaciones de acabado se utilizan para: asegurar una superficie suave y plana, dar gran precisión, obtener una buena apariencia, lograr un funcionamiento preciso, dar una capa protectora, etc; y su propósito fundamental es perfeccionar al producto a través de la eliminación de las dos clases típicas de imperfecciones, que se generan durante las operaciones de transformación física, a saber: a) Internas, porque al modificar la forma externa se crean esfuerzos o tensiones internas que debilitan la resistencia mecánica y otras propiedades de las piezas; y b) Externas, porque las superficies suelen quedar imperfectas por rugosidades, rebordes, rebabas, etc. De ahí que las operaciones más comunes de acabado se aboquen a corregir estas imperfecciones:

D.1 Tratamiento térmico.

D.2 Terminación de Superficies.

- a) Pulido.
- b) Esmerilado.
- c) Frotado.
- d) Galvanoplastia.
- e) Fosfatado.
- f) Superacabado.
- g) Anodizado.
- h) Atomizado Metálico.
- i) Recubrimientos.

D.3 Ensamble o Armado del Equipo Final.

D.4 Prueba y/o Control de Calidad.

E. Sistemas Auxiliares.

En éste último se agrupan todas aquellas consideraciones que permiten la implementación de la ingeniería de transformación y acabado que se han concebido.

Una vez fijadas las condiciones del proceso, los servicios y sistemas auxiliares se diseñan para satisfacer estas demandas predeterminadas, y las opciones que se van considerando son relativas a la correcta disposición y colocación del equipo, con el objeto de optimizar el almacenamiento y manejo de materiales. La industria Metal-Mecánica, requiere principalmente de los siguientes sistemas auxiliares:

E.1 Seguridad. En esta industria se requiere de consideraciones más estrictas para proteger al trabajador, ya que el manejo manual de piezas pesadas y con bordes cortantes y la operación de máquinas con muchas partes en movimiento y expuestas, suele dar por resultado un alto índice de accidentes.

E.2 Programación y Control de la Producción. La industria Metal-Mecánica, es la que más requiere de una metodología de apoyo para programar y controlar la producción, tanto por la diversidad de materias primas y componentes, como de productos finales, y por la cantidad de pasos que suelen intervenir en una secuencia de fabricación.

II. 4.2 Tendencias a Futuro.

Desde 1820, cuando por primera vez se introdujeron los alimentadores de potencia en las máquinas-herramienta, se ha dado una continua evolución hacia máquinas más rígidas, de mayor velocidad, con mayor capacidad, y de exactitud creciente. La utilización de mayores velocidades y el aumento de la capacidad de alimentación han provocado un incremento en la temperatura de trabajo de las herramientas con la consiguiente disminución en la vida de las mismas, por lo que ha sido necesario el desarrollar nuevos materiales para éstas, de forma que se pudieran superar las dificultades anteriores. En la actualidad, las herramientas de corte han sido sometidas hasta a velocidades de 60,000 m/min.

De todos aquellos avances presentados en los últimos 30 años, la utilización de máquinas de control numérico ha sido el más dramático. Desde el pequeño torno hasta las grandes máquinas fresadoras, el control por cinta ha sido la base del desarrollo de los países industrializados. Este desarrollo representa el mayor cambio en el progreso de las máquinas herramienta por muchos años, y de seguro se continuará progresando en él, con mucho mayor énfasis sobre la máquina y la línea de producción controladas por computadora.

Quizá debido al continuo uso de materiales con mayor resistencia y dureza, así como de tipo más exótico, existe una tendencia hacia la disminución en los procesos de maquinado, a pesar de los progresos anteriormente mencionados en este ramo. Existe una clara tendencia hacia el decremento en la necesidad de remover material, lo cual se encuentra asociado a la reducción de costos por dos vías: la del costo involucrado en la remoción propiamente dicha, y la del costo del material desperdiciado. El incremento en el uso de aquellos procesos de cambio de forma es un claro ejemplo de ésta tendencia.

Durante la última década se ha hecho énfasis en el desarrollo de equipo de corte y aserrado lo que ha llevado a obtener una precisión tal en estas operaciones, que las operaciones de acabado dimensional están siendo hechas a un lado poco a poco. El rectificado se ha convertido en una operación tanto de maquinado como de acabado, y también ha habido una tendencia a cambiar la máquina automatizada por la máquina de control numérico, que es mucho más flexible.

Asimismo, la utilización de los centros de maquinado que facilitan en alto grado la realización de diferentes operaciones de maquinado en una misma pieza, han capturado la atención de muchas industrias de alto volumen de producción. Cualquier compañía de regular tamaño con un buen grupo de ingenieros, puede comprar máquinas base, cabezales, sistemas de manejo de fluidos, secciones de control, y partes por el estilo, de tal forma, que así se pueden armar máquinas de gran eficiencia.

II.5 SITUACION EN EL CONTEXTO ECONOMICO.

El desarrollo de la industria manufacturera en México durante las últimas décadas se fundamentó en la protección arancelaria y el control de importaciones, así como en el impulso a la inversión y al mercado interno.

La crisis económica iniciada en la década de los ochenta, ha cambiado tan drásticamente el entorno económico de los países en vías de desarrollo, y en especial el de México, que éstos se han visto obligados a reformar sus esquemas proteccionistas buscando una mayor competitividad internacional. A esto se debe la atención especial que se le da al sector de bienes de capital, puesto que debido a su incidencia en la integración intersectorial, la manufactura de bienes de capital constituye el elemento más importante del cambio estructural del aparato productivo.

II.5.1 Evolución y Perspectivas.

Por un lado, la evolución de la industria de bienes de capital, en los últimos años, ha resentido seriamente los marcados desequilibrios del sector externo, debido a su alto contenido de insumos importados; y por el otro ha propagado los efectos de la crisis al reducir el aprovisionamiento industrial hacia otros sectores importantes de la economía. En suma, el contexto económico de la industria se ve caracterizado por los siguientes aspectos:

i) El papel decisivo que desempeña el sector externo en la economía mexicana.

ii) El elevado monto de la deuda externa, cuyo servicio compromete una gran proporción de las divisas que genere el país en el futuro y que, aunado a las fuertes reducciones de financiamiento internacional, limitará la disponibilidad de ahorro externo para apoyar al sector Metal-Mecánico del país.

iii) Los desajustes estructurales del aparato productivo de la economía mexicana, que se reflejan en un desequilibrio comercial con el sector externo y altas tasas de inflación y desempleo en lo interno.

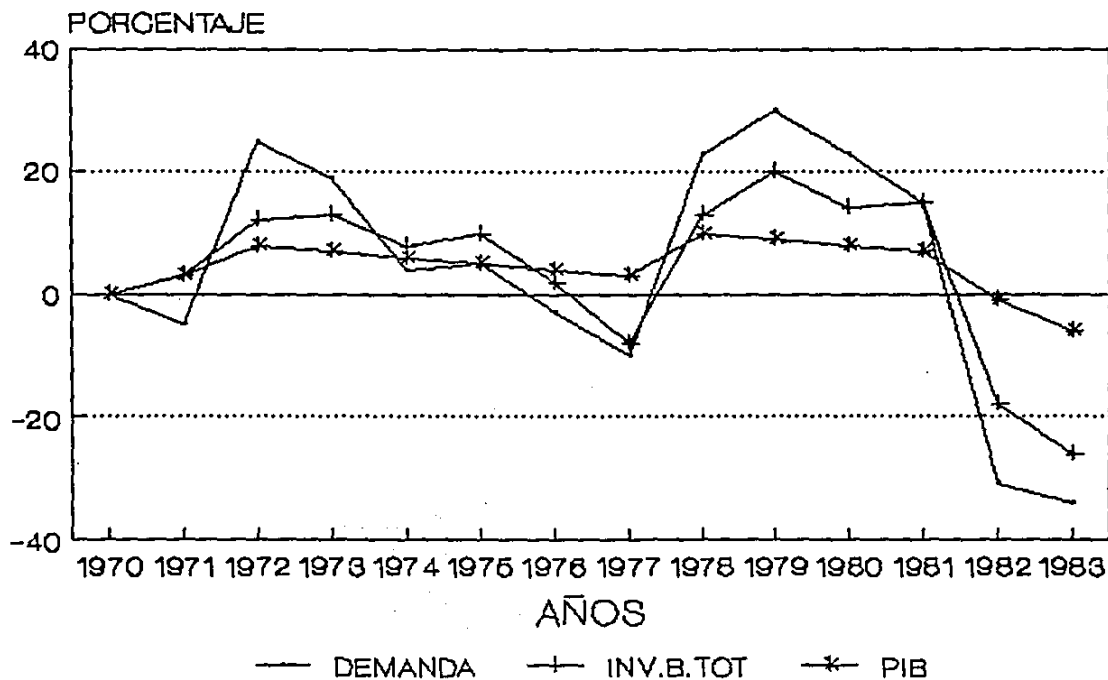
La Fig.II.3., presenta la trayectoria del producto interno bruto (PIB) y la inversión total, agregadas a la de crecimiento de la demanda interna de bienes de capital finales. Se puede apreciar que la demanda de bienes de capital tiende a acelerarse más que la inversión y, por tanto, más que el PIB.

También se puede observar que por cada punto porcentual de crecimiento en el PIB, la tasa de crecimiento de la demanda es de alrededor del 5%, lo que implica que la demanda interna de bienes de capital proveniente principalmente del sector manufacturero (el cual es uno de los principales demandantes de estos bienes) tiende a acelerarse aún más que la inversión. Dentro de las manufacturas, los sectores que demandan bienes de capital con mayor intensidad son la industria del petróleo, la química y la petroquímica, la industria eléctrica, la metálica básica, la industria textil y la alimentaria, además de la propia industria de bienes de capital. [16]

[16] NAFINSA-ONUFI., "México: Los bienes de capital en la situación económica presente".

Fig.II.3.

RELACION DEMANDA DE BIENES DE CAPITAL CON INV.B.TOT Y PIB



FUENTE :NAFINSA /ONUDI

Las fluctuaciones que experimenta la demanda de bienes de capital a través del ciclo económico, repercuten en la producción e importaciones que realiza ésta industria. En la Fig.II.4. se comparan las tasas de crecimiento de la demanda interna, de la producción, y de las importaciones de bienes de capital finales. En el periodo observado, el crecimiento de las importaciones tiende a superar en el auge al de la demanda y éste, a su vez, al de la producción, mientras que en los periodos recesivos la contracción más acentuada se da en la importación de bienes de capital. Asimismo, se puede observar que la tasa de crecimiento de las importaciones de bienes de capital es mayor que la correspondiente a la demanda, y ésta a su vez, superior a la producción interna.

El anterior fenómeno es revelador de la insuficiencia en la capacidad productiva nacional en ese sector, y sobre todo, de la falta de dinamismo de dicha capacidad para satisfacer segmentos de la demanda de productos industriales. En consecuencia, una serie de productos necesariamente se tienen que importar.

Se trata, en resumen, de un problema de insuficiencia de la capacidad productiva interna, la cual es cubierta a través de importaciones. Por lo tanto, se puede considerar que la situación actual es oportuna para proponer la implementación de una estrategia integral para la industria de bienes de capital.

II.5.2 Estructura del Mercado.

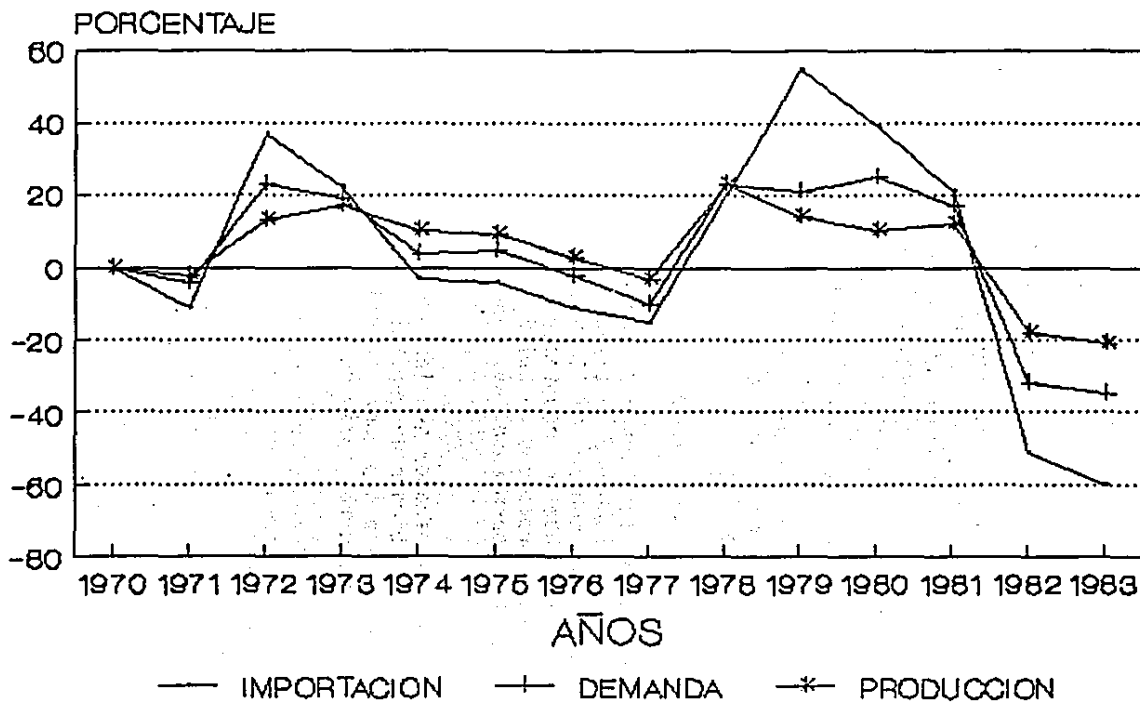
El mercado de los bienes de capital se caracteriza por la existencia de numerosos productos que reflejan el variado carácter de la demanda procedente de gran número de industrias distintas. El usuario de estos bienes es normalmente un comprador bien informado que tendrá en cuenta varios criterios objetivos de calidad, tales como la fiabilidad, la durabilidad y el funcionamiento, así como el precio y las condiciones de pago.

Un importante factor que influye en la estructura de los mercados de las industrias de bienes de capital consiste en si el usuario final es el sector público o las empresas privadas, así como el grado de concentración de los compradores privados.

Aunque no existen cifras comparativas, es altamente probable que la incidencia de la demanda del sector público sea mayor en los países en desarrollo que en los países desarrollados de economía de mercado, debido a la importancia de los proyectos de infraestructura, en los que el sector público desempeña una función importante. Es principalmente debido a esto, que las políticas en materia de adquisición del sector público pueden contribuir mucho a favorecer la producción nacional y a determinar las condiciones de la competencia en los mercados de los bienes de capital, especialmente entre las filiales extranjeras y las empresas nacionales.

El desarrollo industrial, así como las posibilidades de inversión dentro del sector Metal-Mecánico de bienes de capital, dependen significativamente de la dimensión efectiva del mercado que corresponda a cada empresa.

COMPARACION DE LA IMPORTACION, DEMANDA Y PRODUCCION DE BIENES DE CAPITAL



FUENTE: NAFINSA/ONUDI

II.5.3 Consecuencias y Prioridades.

De lo expuesto anteriormente, se deduce claramente que las barreras con que tropieza toda empresa que trate de producir bienes de capital, están relacionadas esencialmente con la complejidad tecnológica del producto elegido y con la reputación de que gozan las empresas establecidas. La posibilidad de superar estas barreras dependerá de la experiencia que la empresa haya acumulado en materia de fabricación, y de la capacidad de hacer estudios y proyectos técnicos que tenga.

Uno de los requisitos generales que debe cumplir una estrategia de desarrollo en esta industria, es que debe traducirse en un avance de las fronteras productivas y una mayor articulación industrial. En consecuencia, la producción de nuevos tipos de equipo, o de equipos en rangos superiores a los existentes, da como resultado un avance de fronteras productivas, porque en cada caso el avance implica nuevas máquinas o su mejor utilización, nuevas dimensiones o capacidades, etc.

La cuestión de la tecnología, vital para esta industria y las áreas que están consideradas como prioritarias, tiene como elemento central la necesidad nacional de asimilar y dominar progresivamente las técnicas productivas básicas de la industria de bienes de capital. No obstante, a pesar de que en los proyectos y en los contratos de transferencia de tecnología se incluyen cláusulas sobre la asimilación de la misma, en la práctica, por diversas causas, la verdadera adquisición se ha reducido a un mínimo.

II.6 POLITICAS GUBERNAMENTALES.

Como se ha visto, en México la industria de bienes de capital se ha caracterizado por problemas estructurales tales como la escasa integración nacional, la fragmentación del mercado y un nivel tecnológico poco desarrollado, a lo cual se vinieron a sumar la insuficiente utilización de la capacidad instalada y los agudos problemas de liquidez resultantes de la coyuntura actual. Lo anterior, sin embargo, debe examinarse bajo la luz de las políticas gubernamentales dirigidas especialmente a ésta industria.

II.6.1 Política de Financiamiento.

Es necesario subrayar el hecho de que éste sector requiere de gran cantidad de recursos a largo plazo, puesto que los períodos de maduración de las inversiones dentro del mismo, son relativamente prolongados; además, el alto costo que origina la curva de aprendizaje en los primeros años de vida de los proyectos de bienes de capital, acentúa la necesidad de contar con recursos financieros de mediano y largo plazo.

El gobierno federal ha apoyado el sector de bienes de capital a través de diferentes mecanismos financieros, los cuales se otorgan en diversas etapas del proceso productivo. Sin embargo, no existe en el país un mecanismo específico para apoyar financieramente el desarrollo de la industria de bienes de capital, aún cuando algunas instituciones financieras han instrumentado programas especiales para el sector.

Este financiamiento es otorgado por las siguientes instituciones: Nafinsa, Bancomext, Banobras, Banco Internacional, Banco Mexicano Somex, Banca Promex, FOMEX, FOGAIN, FONEI y FONEP. En general, estos recursos se otorgan para capital de riesgo, asesoría técnica, estudios de preinversión, capital de trabajo, compra de activos fijos y para ventas y en menor medida, para producción, desarrollo tecnológico y adquisición de maquinaria y equipo de importación.

Por lo que se refiere a recursos del exterior, destaca el financiamiento que otorgan los organismos gubernamentales de fomento a la exportación, para apoyar a la venta de bienes de capital, insumos y refacciones, a través de mecanismos de garantía. Estos recursos pueden vincularse con exportaciones específicas o pueden asumir la forma de líneas de crédito abiertas a una lista de compras en el país exportador. Se cuenta además con la línea global de crédito, que es un instrumento que puede utilizarse para cubrir diversos requerimientos de bienes de capital o para el suministro de diversos materiales y equipos, y se negocia normalmente entre un banco del país exportador y un banco o institución financiera del país comprador.

II.6.2 Política de Estímulos Fiscales.

Los estímulos fiscales son un instrumento de política económica que incide directamente sobre la asignación de recursos, el volumen del comercio exterior y el ritmo de crecimiento económico. Por lo que toca a la industria de bienes de capital, los estímulos fiscales tradicionalmente se orientan a estimular inversiones en proyectos considerados estratégicos y al fomento selectivo de las empresas existentes.

El programa de Fomento para la Industria de Bienes de Capital, contempla apoyos fiscales generales y apoyos fiscales especiales a los fabricantes de bienes de capital, sus partes y componentes. Los cuatro conceptos básicos, que mayormente inciden en el otorgamiento de estímulos fiscales a la industria de bienes de capital son los siguientes:

1.- En primer término aparecen los Certificados de Promoción Fiscal (CEPROFIS), los cuales son documentos en donde se hace constar el derecho de su titular para acreditar su importe contra cualquier impuesto federal a su cargo, exceptuando los impuestos destinados a un fin específico.

2.- El estímulo fiscal a la inversión en maquinaria y equipo nacional da lugar a un crédito contra impuestos federales equivalentes al 5%. Para que el usuario en cuestión reciba el crédito antes mencionado, el fabricante de la maquinaria y equipo deberá estar inscrito en el registro que para estos propósitos lleva la SECOFI. Si adicionalmente el fabricante llena los requisitos para obtener el registro en el programa de fomento a la industria de bienes de capital de la SECOFI y el producto adquirido aparece en las listas de bienes de capital estratégicos, el usuario recibirá un crédito contra impuestos federales del 15%. Este estímulo entró en vigor en 1981.

3.- El estímulo que se otorga para adquisición de partes y componentes entró en vigor en 1981, pero no fue sino hasta 1982 cuando empezó a operar. Para su otorgamiento se requiere que tanto el fabricante como la persona que adquiere estos bienes, cuenten con los requisitos correspondientes que para estos fines extiende la SECOFI.

4.- El subsidio a la importación de partes y componentes estuvo reglamentado hasta 1981, por un acuerdo específico. De 1982 en adelante se establece un acuerdo de vigencia anual que apoya a todas las actividades industriales prioritarias.

Con estas medidas (y muchas otras de carácter secundario) se busca corregir algunas fallas estructurales, insuficiencias y altos precios de insumos, limitada integración, duplicación y baja utilización del equipo especializado.

II.6.3 Política de Comercio Exterior.

Los objetivos de corto y mediano plazo son equilibrar y diversificar las relaciones comerciales con el exterior, mediante el fomento de las exportaciones no petroleras y la sustitución selectiva de importaciones de bienes intermedios y de capital.

Lo anterior es justificado bajo la premisa de que éste sector se encuentra aún en estado incipiente, y por no contar en el país con mecanismos adecuados para defenderse de prácticas desleales de comercio exterior. Sin embargo, se dice, que la protección será racional, selectiva y flexible, de tal manera que se adapte a medida que ésta industria evolucione, procurando por todos los medios que ésta se oriente a la competitividad de largo plazo.

II.6.4 Política de Transferencia de Tecnología.

El difícil acceso a nuevos financiamientos extranjeros durante los próximos años, obligan a reconsiderar el papel que la inversión extranjera podría jugar en el desarrollo futuro de ésta industria. En consecuencia, la inversión extranjera directa no puede analizarse en forma aislada, sino a la luz de la necesidad de contar con mayores volúmenes de recursos financieros, tecnologías de diseño y de fabricación, y también debido a la necesidad de mejorar sustancialmente la estructura del comercio exterior de México en el futuro.

Dado que en México el desarrollo de tecnologías básicas aplicables a la industria de bienes de capital es aún limitado, el sector ha optado por el licenciamiento de tecnologías o por la participación directa del socio tecnólogo dentro del capital social de la empresa. Es por todo lo anterior, que los objetivos de balanza de pagos, así como la determinación de los montos, precios y características en general de la tecnología que se adquiere, juegan un papel determinante en la reglamentación de la inversión extranjera.

II.6.5 Política de Adquisiciones del Sector Público.

En México, el sector público es el principal comprador de bienes de capital, por lo que sus acciones en ésta materia son decisivas para fomentar la sustitución de importaciones y el desarrollo de la industria de bienes de capital. Las condiciones bajo las cuales el sector público realiza las compras de bienes en general, están contenidas en la Norma de Concursos para la Adquisición de Mercancías, Materias Primas y Bienes Muebles de la Administración Pública Federal.

Debe señalarse que uno de los principales problemas con estas disposiciones es que los procedimientos se aplican por igual a la industria en general, lo que implica inflexibilidad para dar el tratamiento específico requerido por algunas industrias tales como la de bienes de capital, la cual necesita de amplios horizontes de planeación y mayores grados de especialización técnica en los pedidos. Otra característica que debe destacarse en este renglón es la ausencia de pagos ágiles y oportunos a proveedores, lo cual ha afectado considerablemente la liquidez de las empresas.

II.6.6 Política Tecnológica.

La política gubernamental en este rubro se encuentra enmarcada dentro del Programa Nacional de Desarrollo Tecnológico y Científico (PRONDETYC), y establece la importancia que para el contexto industrial del país implica el desarrollo tecnológico apropiado del sector de los bienes de capital, para lo cual señala cuatro áreas prioritarias, hacia las cuales deberán encausarse los recursos gubernamentales, en cuanto a investigación y desarrollo tecnológico se refiere, dentro de la industria en cuestión, y que son:

- i) Desarrollo de la Capacidad de Diseño Mecánico.
- ii) Tecnología Metalúrgica y de Manufactura.
- iii) Control y Garantía de Calidad.
- iv) Desarrollo de Sistemas de Automatización.

II.7 CONCLUSIONES.

A partir de un examen de todo lo anterior, se pueden deducir las siguientes conclusiones y comentarios:

i) La industria mexicana de bienes de capital, se encuentra caracterizada principalmente por problemas relativos a su estructura, como lo son: la poca integración nacional, la fragmentación excesiva del mercado, un nivel tecnológico poco desarrollado, baja utilización de la capacidad instalada, falta de financiamiento y de inversión dentro del sector, y vulnerabilidad excesiva a los ciclos económicos.

ii) Debido a la poca relación que tradicionalmente han tenido las instituciones de investigación y desarrollo en ésta área, con el sector productivo, se requiere dedicar una parte de los recursos financieros de la nación, a apoyar los distintos servicios técnicos proporcionados por las empresas de ingeniería, tales como el diseño, construcción, montaje, e inicio de operaciones de los proyectos.

iii) Se requiere de una estructura a largo plazo para el sector, que incluya mecanismos de financiamiento y que tome en cuenta sus características específicas, así como su estructura productiva actual. Para lo cual se debe encausar a la industria hacia la determinación de líneas de especialización a través del fomento gubernamental, lo que permitiría lograr escalas adecuadas de plantas y costos altamente competitivos.

iv) Es indispensable que la industria se concentre en la substitución de importaciones, la que deberá enfocarse adecuadamente hacia aquellas tecnologías que tengan mejores posibilidades de adaptarse al contexto económico bajo el que se desenvuelve el país, y que tiendan a incrementar la calidad de los productos de la industria Metal-Mecánica. Lo anterior no sólo serviría como una plataforma efectiva para incrementar los esfuerzos de la industria hacia la exportación, sino también como un incentivo en la integración horizontal de la misma.

v) Debe quedar claro, que la inversión extranjera es un mecanismo que permite disponer de capital y tecnología, por lo que los contratos de apertura entre el sector extranjero y las empresas nacionales deben contemplar mecanismos precisos para la transmisión de los conocimientos productivos tendientes a alcanzar las metas de mayor independencia productiva.

vi) Dentro de la industria se requiere de créditos complementarios para desarrollo tecnológico, estudios de proyectos y desarrollo de prototipos; éste último tendría como propósito el apoyar a la producción de modelos que permitan demostrar a la comunidad en general la factibilidad de su fabricación y aplicación. Es decir se trata de una etapa anterior a la fabricación de los equipos, la cual los productores muchas veces no realizan por falta de apoyos financieros.

Finalmente, sólo cabría hacer hincapie una vez más, en la importancia crucial que para el país tiene la industria Metal-Mecánica de bienes de capital, recordando que es dentro de ésta industria donde se realiza el diseño de la tecnología de equipo, lo cual es determinante en la estimación de la inversión requerida en otros sectores de la industria, por lo que los fabricantes de bienes de capital constituyen una pieza fundamental de la industria en general, pero desgraciadamente son, en México, un eslabón débil de la cadena.

III LA ADQUISICION DE TECNOLOGIA.

" El primer paso en la ingeniería de producto parece con frecuencia haber sido el de tomar distancia con el modelo originalmente copiado, en un intento de simultáneamente, reducir la brecha tecnológica existente entre los productos ofrecidos local o internacionalmente, y adaptarse en mayor medida a las necesidades de la demanda doméstica. "

Jorge Katz [17]

Si se entiende qué la innovación tecnológica se inicia con la búsqueda de la satisfacción de las necesidades tecnológicas de la industria, y se extiende hasta la comercialización de los productos, procesos y equipos, que se derivan a partir de los esfuerzos innovadores de la misma; entonces, su realización no implica necesariamente la ejecución de proyectos de investigación y desarrollo como tales, ya que la generación de cambios técnicos puede estar basada esencialmente en informes técnicos disponibles en la literatura, en normas técnicas, patentes, etc., como también en la compra de tecnología producida por terceros, es decir, en todo aquello a lo que se ha dado en llamar el "estado del arte". [18]

Es así cómo, en la realidad, la mayoría de los problemas tecnológicos de las empresas medianas y pequeñas se pueden resolver con la sola ayuda de la tecnología disponible en el sector, lo que normalmente se llama en Norteamérica el "estado del arte"; o sea la disponibilidad de conocimientos en esa área.

III.1 ¿QUE ES LA INGENIERIA INVERSA?

Normalmente el desarrollo de tecnología es un proceso que comienza en la investigación básica, pasando por la investigación aplicada y el desarrollo experimental, hasta llegar a la fabricación y comercialización, proceso evidente y lógico en países industrializados, en los cuales la ciencia nutre sistemáticamente a la tecnología y permite la generación de nuevos conocimientos (Ver Fig. III.1). Pero esto nos lleva a plantearnos dos preguntas:

- + ¿Es este esquema el adecuado para países en desarrollo como México?
- + ¿Debemos recorrer los mismos caminos en materia de investigación o de manera más precisa debemos de tratar de descubrir lo que ya se descubrió?

sobre todo si hacemos las siguientes consideraciones:

- + La deuda externa del país (más de 110,000 millones de dólares) es inferior al presupuesto de los E.U.A. para Investigación y Desarrollo en un sólo año.

[17] En "Cambio Tecnológico en la Industria Metal-Mecánica Latinoamericana.", PNUD/BID/CEPAL/CIID, Buenos Aires 1982., p.38

[18] op. cit., "Administración de Proyectos de Innovación". p.29.

PROCESO COMUN DE INNOVACION TECNOLOGICA

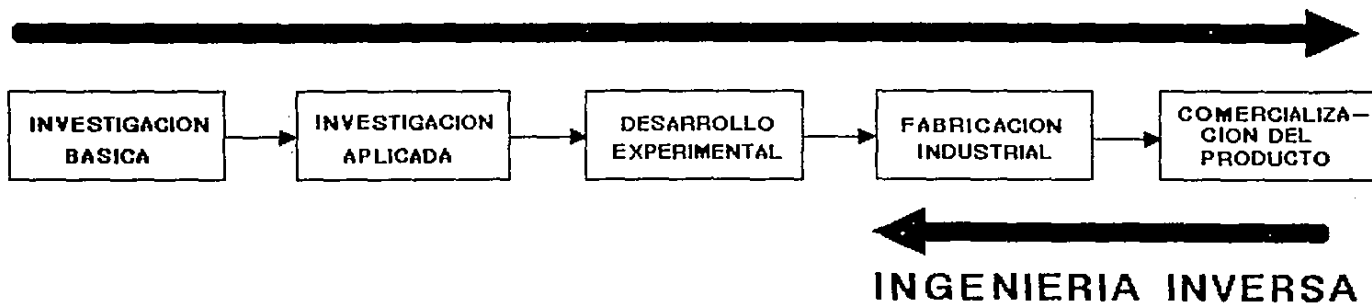


Fig.III.1.
INGENIERIA INVERSA E
INNOVACION TECNOLOGICA

+ Los gastos en Actividades Tecnológicas de México como país son más de 200 veces inferiores a los de los E.U.A.

+ La actividad inventiva dentro de nuestro país es mínima. Ya que según cifras actualizadas, cerca del 99% de las patentes relevantes en el mundo provienen de los países desarrollados, y sólo el 1% de países en desarrollo.

Además, en materia de Actividades Tecnológicas, existen experiencias internacionales muy interesantes, como las siguientes:

+ En Cuba cuando la OEA declaró el bloqueo económico a la isla, casi todos los bienes de capital en ese momento eran de origen norteamericano. Con la prohibición de venta de repuestos, las máquinas se iban quedando inutilizadas, hasta que los cubanos no tuvieron más remedio que improvisar tales repuestos, y lo lograron hacer de tal forma, que fueron capaces de producir prácticamente cualquier repuesto, fuera éste fundido, forjado, o maquinado.

+ Los chinos se han convertido en excelentes imitadores de tecnología. Cuando se inició la crisis chino-soviética, casi toda la tecnología usada en China era de origen soviético. A raíz de la crisis los soviéticos retiraron todos los técnicos que estaban trabajando en China y dejaron de venderle equipos y repuestos. Ante esta emergencia, China desarrolló una inventiva técnica impresionante, utilizando como modelos muchas de las máquinas soviéticas que existían en el país, las copiaron y produjeron, incluso haciéndoles modificaciones y mejoras.

+ Japón ha logrado un enorme desarrollo tecnológico, basado en la reproducción de tecnología extranjera, y cuando no fue posible realizar esto sin comprar la licencia de la patente, los japoneses compraron la licencia de dicha patente por una sola vez, ya que en el periodo de duración de la licencia no sólo habían logrado copiar y asimilar la tecnología, sino generalmente lograban superarla mediante modificaciones que daban lugar a una nueva tecnología patentable, que entraba a disputar el mercado mundial de la tecnología madre (Ver Apéndice). COPIAR, MODIFICAR Y VENDER LA MODIFICACION HA SIDO LA FORMULA DEL IMPRESIONANTE EXITO TECNOLOGICO JAPONES.

De ahí que se pueda afirmar, que la respuesta a cada una de las preguntas planteadas, sea negativa. Y es precisamente, el concepto de la Ingeniería Inversa, el que da la pauta para que a partir de los mismos productos y de cualquier información técnica disponible acerca de ellos, se pueda reproducir otro parecido, o incluso más adecuado a nuestras características de país en desarrollo.

En un estudio acerca de las innovaciones en la industria norteamericana [19], se encontró que de una muestra de más de 500 casos distintos, un cuarto de las mismas requirió muy poca o casi nada de adaptación de la información que se podía obtener fácilmente a través de los medios normales de comunicación de la empresa, y un tercio eran modificaciones de productos o procesos ya existentes en el mercado.

[19] Marquis Donald., "The Anatomy of Successful Innovations", The Sloan School of Management, MIT.

Por lo tanto, más de la mitad de las innovaciones estudiadas no necesitaron de ningún cambio, o los cambios fueron mínimos en los procesos productivos de las empresas. De la misma forma, se demostró que cerca de una cuarta parte de las innovaciones exitosas fueron el resultado de la adopción de otras innovaciones o técnicas desarrolladas fuera de la empresa por otras empresas o corporaciones. Lo cual hace evidente que este tipo de innovación (es decir, a través de la Ingeniería Inversa) no es extraordinario (ni aún en los E.U.), sino más bien, bastante común.

Son, entonces, muy amplias las posibilidades de avanzar en nuestro desarrollo tecnológico utilizando este mecanismo. Así, en la actualidad, se ha comprobado que una de las fuentes más importantes de la producción nacional de tecnología es la desincorporación, modificación y adaptación de las tecnologías de origen externo, a través de la desagregación de los conocimientos tecnológicos implícitos en las mismas; lo que, por lo general, no se realiza en las instituciones de investigación científica (ni aún en las de investigación tecnológica), sino directamente en las propias empresas.

Sin embargo, y en la mayoría de los casos, éstas no realizan esas operaciones de adaptación y mejora en forma sistemática y ordenada, sino a medida que así lo exigen las circunstancias; es decir, que se trata de una operación en la que se utilizan una gran cantidad de conocimientos tanto científicos como técnicos (en algunas ocasiones muy complejos), pero que se realiza de una manera por demás desorganizada e informal, por lo cual, no se encuentra netamente diferenciada de otras que se realizan dentro de la empresa y que tampoco se planifican con anticipación.

La Ingeniería Inversa, es fundamentalmente una respuesta a una necesidad: la de proveerse de cierta tecnología a través de la adopción y adaptación de la misma a las cambiantes circunstancias que imperan en el mundo de la realidad.

La Ingeniería Inversa, es el proceso necesario a seguir para efectuar cambios a productos existentes, que les agregue valor y/o los adecúe a las necesidades del mercado. Hasta el momento, ésta actividad, no ha sido claramente concientizada y ni siquiera minimamente formalizada o tipificada.

La Ingeniería Inversa deriva su nombre del hecho de que las empresas que no están en la punta de lanza del desarrollo tecnológico, es decir que las que están desarrollando una tecnología que "YA EXISTE", no tienen que recorrer el camino "TRADICIONAL" que recorrieron las empresas líderes o los países industrializados desde la investigación básica y aplicada, hasta el desarrollo experimental de prototipos y su comercialización. Si no que en vez de ello deben recorrer, precisamente, el camino inverso.

A través de ella, se pretende establecer una capacidad tecnológica dentro de la empresa, partiendo de un cierto modelo tecnológico inicial para tratar de determinar los conocimientos y elementos críticos constituyentes del mismo, de tal forma que se les pueda adaptar, modificar, complementar, o mejorar, de acuerdo a las necesidades específicas de la empresa.

Esta actividad tiene un propósito fundamental, a saber: el de administrar en forma apropiada los recursos escasos que para desarrollo tecnológico se cuenta dentro de las empresas, es decir, que se trata de seguir el viejo principio de "NO TRATAR DE DESCUBRIR LO QUE YA SE DESCUBRIÓ". Además, la Ingeniería Inversa (o "innovación por adopción" como algunos autores la llaman), siempre exige por parte del empresario, una gran porción de inventiva, que se traduce en modificaciones y adaptaciones de la idea original, y que por lo general, implica diferencias substanciales con esta idea.

III.2 UBICACION DE LA INGENIERIA INVERSA.

El modelo para la conceptualización de las distintas formas (u opciones) que tienen las empresas para adquirir tecnología, así como sus implicaciones y las relaciones con la utilización de la información tecnológica, se muestra en la Fig. III.2.

Cómo se puede observar en el lado izquierdo de la figura, la opción de compra en cualquiera de sus formas, puede conducir a la empresa hacia varios caminos diferentes, en el primero de los cuales, si se toma una actitud de indiferencia hacia la tecnología comprada, es decir, que la compra no viene acompañada de un posterior proceso de asimilación, seguramente se caerá en una posición de dependencia tecnológica, sumamente peligrosa para la empresa.

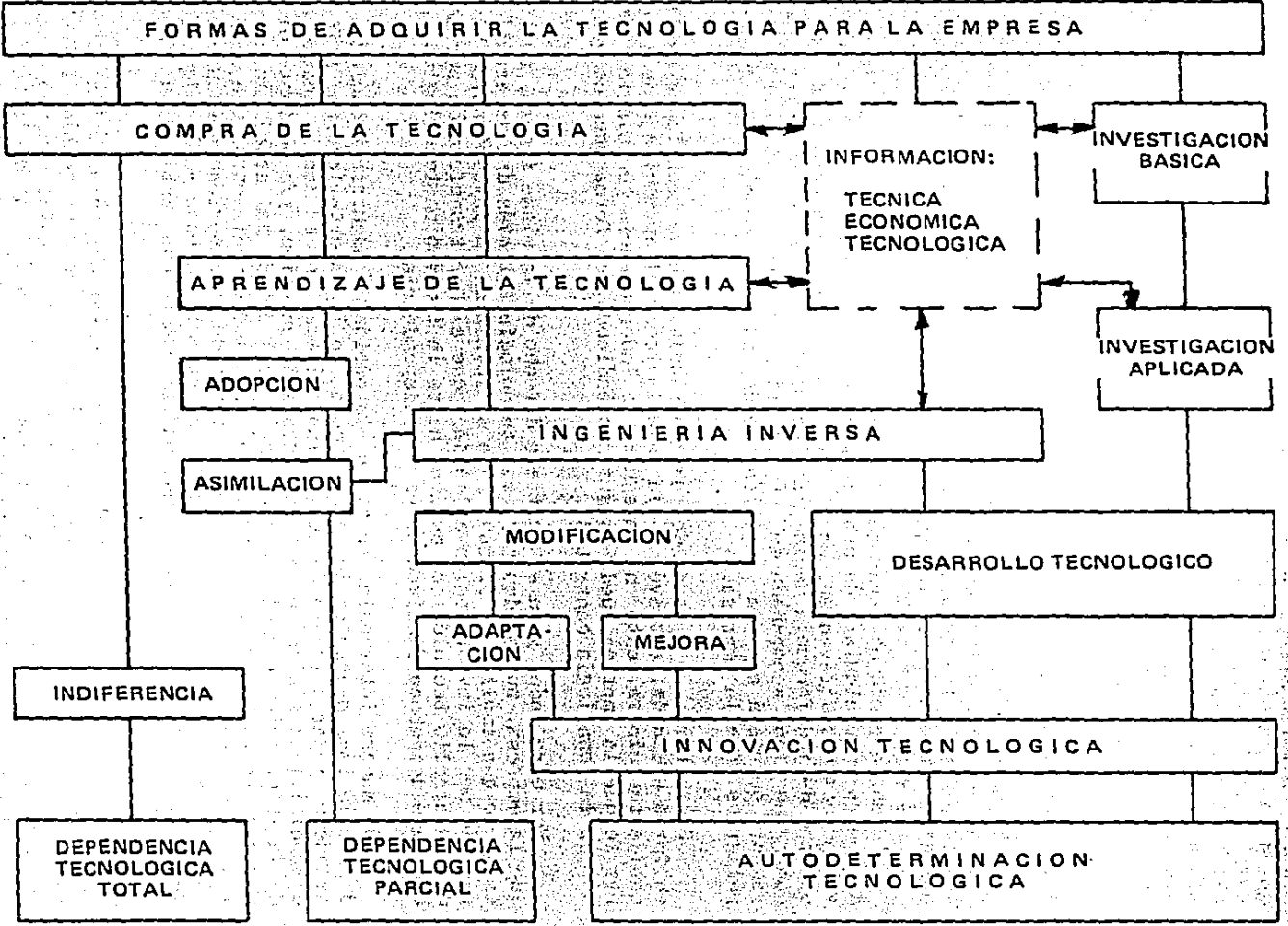
Sin embargo, y a pesar de que la adquisición de tecnología se lleve en forma adecuada, a través de la asimilación y el aprendizaje de la tecnología, esto no asegura la independencia tecnológica total; por lo que la empresa puede seguir dependiendo, en forma poco conveniente, de la tecnología contratada.

Por otro lado, y en el extremo derecho de la misma figura, se tiene que la empresa, puede adquirir su tecnología a través del desarrollo de ésta, lo que implica un proceso que se inicia en la investigación básica pasando por la investigación aplicada, que al ser transformada por medio del desarrollo tecnológico, conduce hasta la innovación tecnológica, proceso que desemboca finalmente, en la independencia.

De manera intermedia, se tiene la opción de adquirir tecnología mediante la implementación de un proyecto de Ingeniería Inversa. A lo que se puede llegar a través de dos caminos diferentes, es decir, mediante la disponibilidad física de la tecnología en cuestión, y/o mediante el uso de la información tecnológica (es decir, del estado del arte). En el primer caso se parte del producto mismo y de los conocimientos que de él se tengan, o se hayan podido obtener a través de la experiencia adquirida en su uso, mientras que en el segundo, el proceso se basa en la adquisición de información tecnológica, siendo muy frecuente una combinación efectiva de ambos.

La Ingeniería Inversa puede llevar a lograr una asimilación del producto, en el caso de que ésta se realice puramente en sentido imitativo (como se observará más adelante), aunque por lo regular conduce a lograr una modificación, a través de la adaptación o mejora de la tecnología original, pero en ambos casos se logra llegar a la meta deseada, es decir, la autodeterminación tecnológica de la empresa o del país, según ésta se aplique en forma particular, o bien, generalizada.

Fig.III.2.



III.3 ¿CUANDO SE DEBE APLICAR LA INGENIERIA INVERSA?

La importancia relativa de los diversos tipos de actividades tecnológicas en las diferentes etapas de desarrollo de una empresa o país se muestra en la Fig.III.3., en donde el eje vertical representa el grado de desarrollo tecnológico de una nación o de un sector industrial, mientras que el eje horizontal la parte correspondiente a cada una de las actividades tecnológicas requeridas. Es importante observar, a partir de ésta figura, que aquellas empresas que se encuentran en sus etapas inicial o intermedia de desarrollo, deben de dedicar una alta proporción de sus recursos a la adaptación y modificación de tecnología. Actividades ambas, que llevan una relación muy cercana con los procesos involucrados dentro de la Ingeniería Inversa, de ahí la relevancia que ésta última tiene dentro de éstas primeras fases del desarrollo tecnológico.

La metodología de la Ingeniería Inversa se debe aplicar siempre que sea posible. Ya que es la forma más barata de adquirir tecnología. Por supuesto es menos costoso que comprarla o que crearla. Además, éste método exige el desarrollo de una capacidad tecnológica que es urgente en el país. Y precisamente porque la Ingeniería Inversa exige inventiva por parte del empresario no es un proceso fácil. Esta capacidad exige investigación propia y una permanente actualización en lo que es tecnología libre en el respectivo sector.

De ahí que no todas las empresas estén en condiciones de hacer Ingeniería Inversa y las que no lo están, deben contratar el auxilio de empresas de asesoría, o de aprovechar los servicios ofrecidos por los institutos de investigación o las universidades.

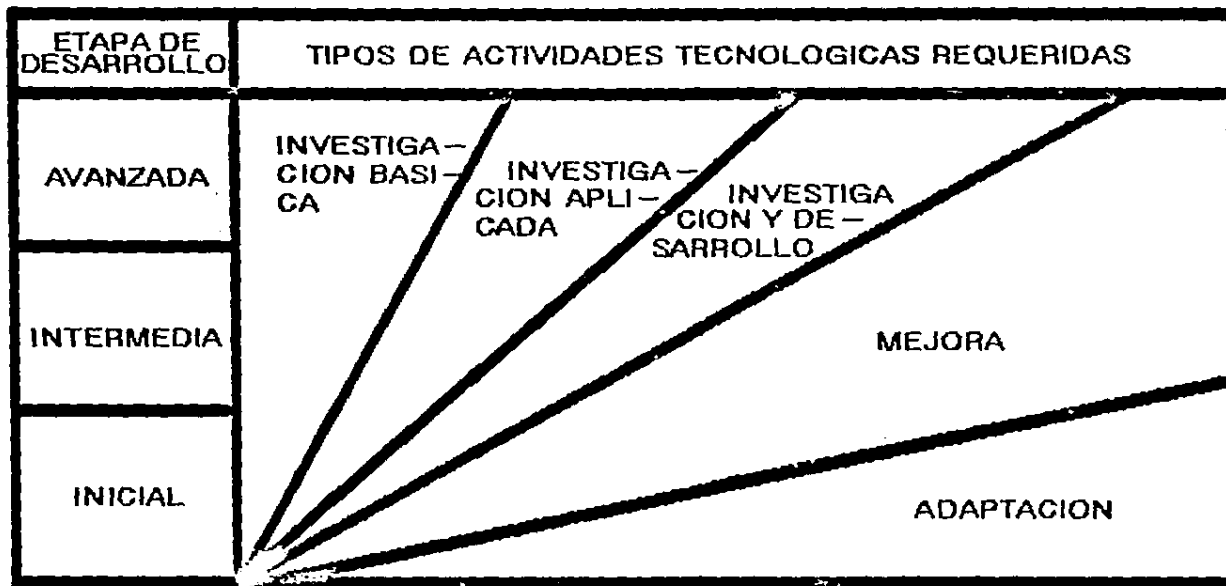
Sin embargo, se debe tener un criterio selectivo, aún para éste tipo de proyectos. No todo proyecto de Ingeniería Inversa es buen negocio para el país y la empresa, como tampoco toda tecnología, aún regalada, merece ser utilizada. Hay tecnología que aún gratuita es dañina en términos sociales y aún privados. Siendo la capacidad de realizar Ingeniería Inversa un recurso escaso, no se puede desperdiciar dedicándola a reproducir cosas inútiles. Por lo cual deberá encauzarse de acuerdo con las prioridades de desarrollo del país.

Tal selección se puede hacer por medio de incentivos y desestimulos. El estado podría ayudar al empresario dándole asistencia legal, información, facilitándole la importación de las muestras o elementos necesarios para el proyecto, e incluso colaborando en el financiamiento de los gastos cuando estime que el producto o proceso es de utilidad social y coincide con las prioridades del plan de desarrollo científico y tecnológico. El desestímulo a la reproducción de productos suntuarios y/o muy alejados de las prioridades nacionales se logra a través de la negociación de todas las facilidades que se dan en el caso del producto aceptable.

En aquellas áreas donde existe gran disponibilidad de tecnología, no hay duda de que se debe avanzar a través de la reproducción de lo ya existente y de procurar mejorarlo con contribuciones propias. Por otro lado, si no se es fuerte, pero hay un gran interés en llegar a serlo, y se tiene la capacidad, entonces también es conveniente estudiar la posibilidad de utilizar la Ingeniería Inversa, auxiliándose de la infraestructura y a través del contrato de consultorías.

Fig.III.3.

IMPORTANCIA RELATIVA DE LOS TIPOS DE ACTIVIDADES TECNOLOGICAS DE ACUERDO CON LAS DIVERSAS ETAPAS DE DESARROLLO



Si se trata de una tecnología nueva, conocida por pocos, en un área donde la empresa es fuerte, es ahí donde se deben concentrar los recursos para desarrollar tecnología propia. Pero siempre hay que plantear la creación de tecnología cómo la segunda alternativa, después de haber estudiado la posibilidad de llevar a cabo un proyecto de Ingeniería Inversa. Generalmente, es una irracionalidad económica intentar una investigación en el caso de que exista tecnología muy similar a la que se desea. Sin embargo, todo depende de la relación de costos entre las distintas fuentes.

Es cierto que a medida que la tecnología es más sofisticada, va siendo más difícil, aunque no imposible, que la innovación surja de la planta, ya que cómo se ha visto con anterioridad, en las etapas superiores del desarrollo tecnológico la nueva tecnología surge del laboratorio. Pero los países latinoamericanos están lejos de tal grado de avance, por lo que ahora y en los próximos años el gran activo para la creación de tecnología internamente, son los obreros, técnicos e ingenieros de la empresa. Las limitaciones para el desarrollo de tecnología en los países subdesarrollados están centradas alrededor de los siguientes puntos:

- + Complejidad Tecnológica.
- + Recursos de la Empresa.
- + Capacidad Técnica de la Empresa.
- + Infraestructura Desligada de la Industria.

Por otro lado, la adquisición de tecnología mediante compra debe ser considerada cómo la tercera y última alternativa en éste sentido. La decisión de compra conlleva:

- + Una Estrategia Empresarial.
- + Una Evaluación de la Capacidad Tecnológica Propia.
- + Una Evaluación de la Capacidad de la Infraestructura Tecnológica y de Financiamiento del país.
- + Ventajas y Desventajas de la transición concreta: riesgo, inversión, tiempo, resultados, y dependencia.

Una alternativa para reforzar la posición de la empresa, es la de reclutar personal con experiencia que eventualmente proporcione la fuerza que se busca. Otra es la de comprar selectivamente algunas de las tecnologías mejor conocidas para acelerar ese proceso de refuerzo. Todo lo cual deberá de ir acompañado de un proceso de asimilación adecuadamente planeado.

Es evidente que existe una gran gama de casos intermedios, para los que la mejor solución es una mezcla de las alternativas propuestas. En cualquier caso, la decisión se tendrá que referir al costo y disponibilidad de capital. El tipo, costo, y disponibilidad de recursos naturales; Las habilidades, costos y disponibilidad de mano de obra; Las posibilidades de la infraestructura local. Así cómo a las características sociales de la población y el equilibrio ecológico.

III.4 NIVELES DE LA INGENIERIA INVERSA.

De acuerdo a la forma en que las empresas llevan a cabo sus proyectos de Ingeniería Inversa, se ha detectado que éstas actividades se pueden desenvolver en los siguientes cuatro niveles básicos:

1. NIVEL IMITATIVO.
2. NIVEL INTERPRETATIVO.
3. NIVEL ADAPTATIVO.
4. NIVEL EVOLUTIVO.

Tomando como base: a) los objetivos buscados, b) la complejidad tecnológica, c) la experiencia previa de la empresa, d) el factor humano y la organización dentro de la misma, e) el uso que se hace de la información, y f) la metodología seguida durante el proceso. Es decir:

Es importante destacar el hecho de que la presente clasificación de los diferentes niveles de la Ingeniería Inversa, tiene como propósito el llegar a comprender de una manera más precisa y adecuada todas las implicaciones de éste fenómeno. A continuación, se hace una descripción general de cada uno de estos estilos o niveles y posteriormente se incluyen algunos casos de estudio, que pretenden ampliar y concretar el conocimiento acerca de la materia.

III.4.1 Nivel Imitativo.

En éste nivel, la Ingeniería Inversa se realiza de manera inconsciente y casi natural. Es el nivel más pobre, y en él se desenvuelven aquellas empresas que imitan y/o adoptan de manera idéntica otras tecnologías que hasta ese momento les son completamente extrañas. Esto lo hacen sin la utilización de ningún criterio especial, ni de ningún otro parámetro, más que el de la experiencia con la que cuenta la empresa, generalmente limitada a los conocimientos de un sólo operario mecánico muy experimentado, y a la disponibilidad de la máquina o parte de la misma, que se pretende reproducir, por lo que la imitación se efectúa casi de manera artesanal, siendo su objetivo primordial el de obtener un dispositivo que se apegue lo más posible al funcionamiento del original. Este nivel de la Ingeniería Inversa, se encuentra caracterizado por los siguientes rasgos:

a) Aquí, la Ingeniería Inversa generalmente se realiza, para cubrir una necesidad interna muy específica de la empresa y por lo regular las pretenciones de comercialización son prácticamente nulas.

La razón principal por la que se realiza la imitación es la diferencia en costo existente entre el comprar la tecnología en el extranjero, y el de reproducirla dentro de la empresa. El costo de reproducirla queda generalmente situado, entre un 30 a un 40% del de comprarla en el exterior. Otras razones son las de falta de divisas, así como la no disponibilidad de la pieza en el mercado.

b) El dispositivo a ser imitado no suele tener una alta complejidad tecnológica, por lo que, ésta es generalmente de carácter medio o bajo. Y casi nunca se alcanza a comprender cabalmente la tecnología imitada, aún después de haber realizado el proceso completo.

c) Las empresas que se desenvuelven en éste nivel han tenido algunas experiencias previas en la adaptación de tecnologías muy sencillas.

d) Se presentan irregularidades en lo que respecta a la administración del proyecto y a la responsabilidad del personal a cargo del mismo; lo que generalmente ocasiona que éste no se lleve a cabo con la adecuada formalidad; si no más bien, como una actividad a la que se dedican tiempos libres que de otra manera permanecerían ociosos.

e) Su principal, y generalmente única fuente de información, es el mismo producto y/o sus manuales y planos. De la misma manera, no se hace uso de patentes como fuentes de información, y no se acostumbra realizar ningún tipo de estudios de preinversión, puesto que en éste plano las ventajas de llevar a efecto la metodología de la Ingeniería Inversa son obvias.

Se realiza un uso intensivo de los proveedores de partes y componentes, así como de maquila especializada, puesto que es imposible producir internamente muchas de las piezas que son necesarias, y por lo mismo se presentan serios retrasos en el proyecto.

f) Se sigue una metodología de prueba y error a un nivel muy pobre, ya que no se tiene ningún control sobre las pruebas que se realizan (si es que realmente se llevan a cabo), y éstas se efectúan de acuerdo a la experiencia del técnico mecánico, por lo que generalmente se limitan a pruebas elementales de funcionamiento.

III.4.2 Nivel Interpretativo.

En éste caso aún se intenta imitar la tecnología, en la forma lo más parecida posible a la original. Sin embargo, la empresa ya tiene un nivel de consciencia con respecto a la importancia de la Ingeniería Inversa, superior al del nivel anterior, por lo que su propósito fundamental es el de llegar a comprender y asimilar de la mejor manera, la tecnología imitada, con el objeto de incrementar sus conocimientos tecnológicos. Esto se realiza a través de gente capacitada y experimentada en el ramo del diseño mecánico, aunque aún de manera por demás desorganizada. Presentándose los siguientes rasgos característicos:

a) Generalmente se realiza para cubrir una necesidad interna, y con el propósito fundamental de adquirir conocimientos tecnológicos más avanzados que aquellos que posee la empresa en ese momento. Aunque en ocasiones también se busca substituir importaciones.

El costo de reproducir la tecnología se incrementa con respecto al del nivel anterior, puesto que es necesario absorber gastos de investigaciones y pruebas; sin embargo, se localiza aún por debajo del costo de compra en el exterior.

b) El dispositivo suele ser de complejidad tecnológica media o baja. Y al final del proceso se tiene una comprensión bastante buena de la tecnología imitada.

c) La máquina se reproduce internamente casi de forma completa, exceptuando las partes altamente estandarizadas (rodamientos, tornillería, bandas, etc.).

d) Se presentan problemas con la administración del proyecto, así como con la distribución de actividades específicas entre el personal, encontrándose obstáculos con la actitud de los operadores, así como problemas con la asignación del tiempo. Por lo que generalmente no existe asignación específica de personal al proyecto, y el mismo se lleva a cabo gracias a la buena voluntad de las personas a cargo. Además de encontrarse dificultades para encontrar gente lo suficientemente capacitada en el área de diseño, con el objeto de maximizar el proceso de aprendizaje de la tecnología.

e) Se buscan fuentes de información más diversas que en el nivel anterior, como son los catálogos y la documentación bibliográfica, pero aún no se utilizan patentes. Se acostumbra el realizar análisis Técnico-Económicos, aunque de manera muy superficial, ya que aún en éste nivel, las ventajas de seguir la metodología de la Ingeniería Inversa son evidentes.

f) Se sigue una metodología de prueba y error con un control más estricto sobre las pruebas y con documentación y seguimiento de los errores.

Sin embargo, se presentan fuertes problemas con la subcontratación así como con la producción de partes especiales. Por lo regular, no se busca la ayuda de ninguna institución especializada de IyD. tecnológico, puesto que la empresa se encuentra desinformada al respecto, y generalmente no sabe a quién acudir, o sencillamente no tiene los recursos suficientes como para pagar los servicios de una institución de éste tipo.

III.4.3 Nivel Adaptativo.

Es decir, imitar la tecnología pero tratando de mejorarla en todos los sentidos. Aquí se intenta adaptar y/o mejorar la tecnología con el propósito de satisfacer ciertas necesidades muy específicas de la empresa o del mercado. Generalmente se hace uso de personal especializado y de un alto ingrediente informativo. Estas empresas tienen una vasta experiencia en la adaptación de tecnologías de baja complejidad tecnológica, y por lo regular tienen bien definidas sus necesidades y objetivos, aunque no conocen exactamente el camino para alcanzarlos eficientemente. Este nivel se encuentra enmarcado por los siguientes hechos:

a) Su objetivo primordial es el de realizar la adaptación de la tecnología a las condiciones específicas de la empresa, o bien, del mercado, así como el de obtener conocimientos tecnológicos que puedan resultar valiosos para la misma.

El costo de reproducir la tecnología es alto, debido a la inversión que generalmente es necesario realizar para el desarrollo de las adaptaciones, pero más bajo que el de adquirirla en el exterior, teniendo las ventajas de la adaptación específica, y de los conocimientos tecnológicos adquiridos.

b) La tecnología es generalmente de complejidad media. Se analizan los principios básicos de funcionamiento de esa tecnología y de otras equivalentes, gracias a lo que se llega a comprender detalladamente el funcionamiento del equipo, obteniéndose de ésta manera, las facultades adecuadas como para poder modificarlo.

c) La empresa que se desenvuelve dentro de éste nivel, generalmente ha tenido una serie de experiencias en el pasado dentro de todos los niveles anteriores.

d) Se puede observar una organización mejor planeada y más detallada, con asignación específica de funciones, además de planes con metas específicas y tiempos límite de cumplimiento.

e) Se hacen análisis de factibilidad técnico-económica interna, así como de posibilidades de comercialización (evaluación de mercado). Y generalmente se hace un buen uso de las fuentes de información externas, pero los estudios de patente se limitan a la prevención de una posible invasión de derechos ajenos de propiedad industrial.

f) Buscan ayuda por parte de las instituciones oficiales de IyD., y la usan pero en forma marginal. Sin embargo, se encuentran con graves problemas en la subcontratación de partes y componentes (sobre todo en lo correspondiente a la calidad), por lo que la empresa se integra verticalmente lo más posible. En general, se hacen pruebas exhaustivas de ensayo y error altamente controladas.

III.4.4 Nivel Evolutivo.

En éste nivel se puede partir bien ya sea de un producto, o bien del uso extensivo y exhaustivo de la información tecnológica existente. No se tienen definidas con precisión todas las necesidades y los objetivos, si no exclusivamente los más importantes, por lo que la empresa se encuentra dispuesta a tomar en consideración una gama muy amplia y diversa de posibilidades.

Este nivel de la Ingeniería Inversa se encuentra caracterizado por poseer cualidades tanto puramente innovadoras, como claramente situadas en el campo de la utilización eficiente de la documentación tecnológica, haciendo especial énfasis en la utilización de los documentos de patente por lo cual es difícil una diferenciación precisa de su comportamiento, aunque si se pueden observar los siguientes rasgos característicos:

a) Objetivos y Metas muy amplios, y de índole muy flexible, siendo el propósito fundamental el de desarrollar tecnologías innovadoras a partir de las experiencias en Ingeniería Inversa que posee la empresa, con las que se pueda competir efectivamente en los mercados internacionales.

El costo es considerablemente mayor al del nivel anterior, puesto que se tienen que realizar gastos de gran magnitud en lo que respecta a Investigación (sobre todo de tipo documentativo) y a otras actividades tecnológicas. Sin embargo, aún se obtiene un ahorro considerable (sobre todo si se observa lo que podría costar el iniciar el desarrollo tecnológico desde la investigación básica), a través de la reducción de costos mediante la obtención de una mayor productividad, así como de una serie de adaptaciones y mejoras específicas de los dispositivos.

b) En éste caso la complejidad tecnológica del producto es generalmente media o alta, puesto que se pretende competir con ventaja (o cuando menos en igualdad de condiciones) en los mercados internacionales; para lo cual, se analizan detalladamente los principios básicos de funcionamiento de una gran diversidad de tecnologías similares.

c) Se posee una vasta experiencia en el ramo industrial, así como en la realización de proyectos de Ingeniería Inversa.

d) Se cuenta con personal altamente capacitado y con experiencia, así como con una buena organización. Se puede observar una organización orientada a la creatividad, que tiene como peculiaridades la delegación de responsabilidades y la de contar con un líder de proyecto altamente capacitado y eficaz.

Generalmente se logra patentar y comercializar la nueva tecnología, para lo cual, es indispensable el realizar análisis y pruebas detalladas del dispositivo resultante, de las cuales se llevan registros, para que en caso de presentarse problemas estos se pueden corregir de manera rápida, efectiva y al menor costo.

e) Se hace un uso intensivo y adecuado de la información tecnológica, así como de los servicios de empresas especializadas y de la infraestructura de I+D. Se hacen estudios exhaustivos de documentos de patente referidos a productos de índole similar a lo que se desea, con dos objetivos principales: i) El de recopilar toda aquella información que pudiera resultar valiosa para la empresa en el transcurso del desarrollo del proyecto, y ii) El de evitar posibles infringimientos de derechos de patente.

f) Casi no se hace uso de la subcontratación, ya que prácticamente la totalidad de las partes y componentes se producen de manera interna, exceptuando aquellas en las que se presenta un alto grado de estandarización, lo cual se debe en gran parte, a que la subcontratación para la fabricación de este tipo de elementos presenta serias deficiencias en lo correspondiente a calidad y profesionalismo. Sin embargo, si se puede observar la utilización intensiva de los centros de apoyo tecnológico.

En la Fig. III.4., se esquematizan las características de cada nivel de la Ingeniería Inversa.

III.5. CONCLUSIONES.

La actividad económica fundamental de la ingeniería es, entonces, la producción de servicios para la producción, lo cual necesariamente involucra la transformación del conocimiento utilizable en conocimiento utilizado. Así, cualquier proyecto de ingeniería involucra un paquete de conocimiento tecnológico, parte del cual se encuentra incorporado en los bienes de capital mismos, mientras que el resto aparece en forma de planos, especificaciones, diagramas, manuales, capacitación, etc. Por lo cual, es ciertamente conveniente desincorporar este conocimiento con el objeto de adaptarlo a las condiciones locales del país o de la empresa.

En una época en que el conocimiento existente es enorme, y la tasa de generación del mismo es muy alta; es evidente que, la capacidad para usar y aplicar éste, es una herramienta importante en el proceso de industrialización. De todo ello, se puede deducir, que el elemento fundamental en el proceso de fortalecimiento de la adquisición de tecnología y de la innovación, es la utilización de la información de cualquier clase (si es que interpretamos a la información como el vehículo del conocimiento), bajo cuya aplicación se podrá incrementar la tasa del progreso tecnológico, en la forma de mejoras y adaptaciones.

NIVEL DE I.T.	OBJETIVOS	COMPLEJIDAD TECNOLÓGICA	EXPERIENCIA PREVIA	ORGANIZACIÓN	FUENTES DE INFORMACIÓN	METODOLOGÍA
NIVEL IMITATIVO	PARA CUBRIR UNA NECESIDAD INTERNA MUY ESPECÍFICA	MEDIA O BAJA	EN LA ADAPTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE COMPLEJIDAD MEDIA	IRREGULAR	PRODUCTO, MANUALES Y/O PLANOS	EMPIRICA
NIVEL INTERPRETATIVO	ADQUIRIR CONOCIMIENTOS TECNOLÓGICOS Y SUBSTITUCIÓN DE IMPORTACIONES	MEDIA O BAJA	EN LA ADAPTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE COMPLEJIDAD MEDIA	SIN ASIGNACIÓN ESPECÍFICA DE FUNCIONES	PRODUCTO, CATALOGOS E INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA	DE PRUEBA Y ERROR CONTROLADA
NIVEL ADAPTATIVO	ADAPTACIÓN DE TECNOLOGÍAS A NECESIDADES ESPECÍFICAS	MEDIA O ALTA	EN LA ADAPTACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE COMPLEJIDAD ALTA	PLANEADA CON ASIGNACIÓN ESPECÍFICA DE FUNCIONES	PRODUCTO, ESTUDIOS TÉCNICO-ECONÓMICOS, INFRAESTRUCTURA	ENSAYO Y ERROR ALTAMENTE CONTROLADOS CON AYUDA DE LA INFRAESTRUCTURA DE I & D
NIVEL EVOLUTIVO	DESARROLLAR TECNOLOGÍAS INNOVADORAS PARA COMPETIR EN LOS MERCADOS INTERNACIONALES	MEDIA O ALTA	MUY VASTA EN EL RAMO INDUSTRIAL	ORIENTADA A LA CREATIVIDAD CON PERSONAL ALTAMENTE CAPACITADO	PRODUCTO, INFRAESTRUCTURA Y PATENTES	PLANEADA Y MUY CONTROLADA

Fig.III.4. LOS NIVELES DE LA INGENIERÍA INVERSA

Se puede afirmar, que una de las mejores maneras para asegurar el crecimiento económico de un país en desarrollo, es a través de la utilización de la tecnología existente como una base sobre la cual construir una capacidad tecnológica propia, así como un medio ambiente favorable a la innovación. Este es un hecho que han sabido aprovechar algunas empresas de la industria Metal-Mecánica de bienes de capital dentro del país y que se ha reconocido (en la mayoría de los casos) con el nombre de Ingeniería Inversa.

La Ingeniería Inversa siempre exige por parte del empresario, inventiva que se traduce en modificaciones y adaptaciones de la idea original. Dichos cambios implican, por lo general, diferencias con ésta idea, que muy probablemente impiden que el empresario sea acusado de violar derechos ajenos de propiedad industrial.

El llamar a la Ingeniería Inversa "robo" o "piratería" es un artificio que pueden llegar a usar los interesados en que toda la tecnología se adquiera por compra, y que no se desarrolle la capacidad nacional dentro de éste campo, lo que implica disminución de sus clientes potenciales.

Por lo tanto, la Ingeniería Inversa, se puede entender como un factor de promoción de la innovación tecnológica, fuertemente ligado a los métodos de la ingeniería, que pretende el aprovechamiento eficiente e integral de una cierta tecnología ya existente, con el objeto de que a través de la adopción y la adaptación de la misma, se logre satisfacer una cierta necesidad bien definida, cuya satisfacción no es factible a través de los canales o medios tradicionales, como son: los proyectos de investigación y desarrollo, la compra, la concesión de licencia, etc.

La experiencia adquirida al imitar modelos importados de maquinaria y equipo tiene gran valor. La operación de la Ingeniería Inversa, requiere no sólo de ingenio sino también de cierto nivel tecnológico. Sin embargo, ésta actividad no debe ser tomada como un fin en si misma, sino únicamente como un medio para acumular ciertos conocimientos técnicos muy valiosos, que lleven a obtener una sólida capacidad en materia de proyección y de fabricación, que a su vez permita emprender actividades tecnológicas cada vez más complejas.

Por tratarse de un fenómeno que no ha sido examinado en forma metódica y científica, aún con las experiencias existentes sobre el particular, no se puede decir que ya se tenga un pleno dominio de la técnica. Es por ello que, y con el objeto de profundizar en los hechos que han caracterizado al proceso seguido por la Ingeniería Inversa, ha sido necesario ir directamente a las empresas y examinar en la práctica industrial, el desempeño de ésta actividad.

IV LA INGENIERIA INVERSA EN LA PRACTICA INDUSTRIAL.

" El primer paso para resolver un problema, es saber que el problema existe."
Dicho Popular.

El objetivo de este capítulo es el de presentar estudios de caso, identificados a través de visitas de campo, por medio de las cuales se pudo ubicar y seleccionar a las empresas de las que se reporta la experiencia en esta área, así como las conclusiones y recomendaciones que se han generado a partir de esos datos.

IV.1 CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS EMPRESAS EXAMINADAS.

Las empresas examinadas, con una sola excepción, se encuentran ubicadas dentro del sector Metal-Mecánico de bienes de capital, siendo en su mayoría empresas jóvenes que se pueden clasificar como pertenecientes a la industria mediana y pequeña de producción bajo pedido, pero que en su totalidad son de origen nacional.

Sin embargo, sus clientes se encuentran distribuidos dentro de una gran diversidad de sectores industriales. Como es natural en este tipo de casos, cierta información acerca de estas empresas es de índole confidencial, por lo que se presentará aquella que siendo de carácter general las ubica dentro del presente contexto. En la Fig. IV.1, se presenta un análisis comparativo por empresa.

EMPRESA A.

La empresa A, inicia sus operaciones en los primeros años de la década de los 70's, y desde entonces se ha dedicado al desarrollo y fabricación de máquinas-herramienta especiales. Los productos son diseñados de acuerdo a las necesidades del cliente ya que no tiene ningún producto de línea y cuenta con un muy buen taller mecánico que le proporciona una estupenda flexibilidad de trabajo. Sus principales clientes se encuentran en la industria de autopartes. Actualmente cuentan con 45 obreros y 15 empleados. La empresa es 100% de origen nacional y privado, teniendo contratado un crédito con FOMIN, siendo una de las pocas empresas que se dedican a la producción de este tipo de máquinas en el país.

EMPRESA B.

Esta empresa se dedica a la fabricación de máquinas extrusoras para plástico, y equipo auxiliar. Trabaja por pedido directo de los clientes, y en la actualidad su capacidad productiva se encuentra saturada (la empresa produce cuando menos tres máquinas por mes dentro de su línea standard de productos). Es 100% nacional y privada y lleva operando 15 años. Sus ventas en 1987 corresponden aproximadamente al 30% del mercado nacional. Se observó que la empresa ha crecido substancialmente durante la crisis, y actualmente cuenta con 46 obreros y 12 empleados.

EMPRESA C.

La empresa lleva 10 años de operaciones, dedicándose al desarrollo, adaptación, y comercialización de muy diversas tecnologías que van desde los tractores hasta los camiones cisterna. Sus clientes principales son empresas paraestatales de índole muy diversa, por lo que sus principales proyectos se detectan a través de concursos industriales. En 1986 duplicaron sus ventas con respecto a 1985. Su planta de empleados es muy variable y va de acuerdo con el trabajo que se presente. La empresa creció formidablemente durante la crisis de 1982 y ha venido experimentando un crecimiento más o menos constante desde entonces, siendo su capital de origen completamente nacional y privado. Planean exportar a Centro y Sudamérica, ya que consideran que sus productos son muy apropiados para el mercado latinoamericano, pues han sido adaptados con ese propósito.

EMPRESA D.

Esta empresa se dedica a la producción de todo tipo de sobres y opera desde finales de la década de los 30's. Cuenta con 85 obreros y 35 empleados y su capital es totalmente nacional y privado. Recientemente ha intentado incursionar en la industria Metal-Mecánica, a través de la realización de un proyecto de Ingeniería Inversa, ya que cuenta con un pequeño taller mecánico en donde se manufacturan pequeños troqueles para papel, y refacciones para las máquinas. La misma compite favorablemente tanto en precio como en calidad en los mercados internacionales, principalmente el de los Estados Unidos.

EMPRESA E.

Es una empresa 100% nacional que se dedica a la producción de bienes de capital dirigidos a industrias de muy diversa índole, pero de manera preferencial a la industria alimentaria. La empresa inició sus operaciones a finales de los años 30, y a la fecha cuenta con una planta fija de 65 obreros y 32 empleados, teniendo en proyecto la ampliación de la planta para dar ocupación a 130 obreros. Actualmente están exportando diversos bienes a países como EUA, Canada, Australia, y Venezuela, país con el que tienen un convenio de transferencia tecnológica y al cual están exportando silos metálicos.

IV.2 NIVELES DE LA INGENIERIA INVERSA EN LA PRACTICA.

Los niveles analizados en el capítulo anterior representan una simplificación de la realidad, por lo que cabe aclarar que en lo que respecta a los casos estudiados, se encontró que las empresas presentaban rasgos mezclados de los diferentes estilos de la Ingeniería Inversa, por lo que es difícil hacer una clara diferenciación de cada caso. Sin embargo y de manera general, cada una de las empresas se desenvuelve de manera preferencial en alguno de estos niveles.

Nivel Imitativo.

Un ejemplo de este nivel de la Ingeniería Inversa, es el que se presenta en empresas tipificadas por la firma D del estudio.

Nivel Interpretativo.

Una empresa que utiliza típicamente éste nivel de la Ingeniería Inversa, es la empresa C.

CARACT. EMPRESA	EDAD APROXIMADA (EN AÑOS)	RAMO DENTRO DEL SECTOR	UBICACION PERTINENTE DE LOS CLIENTES	TAMANO	COMPOSICION
A	17	MAQUINAS HERRAMIENTA	INDUSTRIA AUTOMOTRIZ	MEDIANO	100% NACIONAL CON UN PEQUEÑO PORCENTAJE DE PARTICIPACION PUBLICA
B	15	MAQUINAS PARA PROCESAMIENTO DE PLASTICO	INDUSTRIA DE PLASTICOS	MEDIANO	100% NACIONAL Y PRIVADA
C	10	DESARROLLO DE PROTOTIPOS DE MAQUINAS	SECTOR SUBERNAMENTAL	PEQUEÑO	100% NACIONAL Y PRIVADA
D	50	SIN UBICACION DEFINIDA	IMPRESION DE PAPEL	MEDIANO	100% NACIONAL Y PRIVADA
E	50	EQUIPO PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS	INDUSTRIA ALIMENTARIA	MEDIANO	100% NACIONAL Y PRIVADA

Fig. IV.1. CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS EMPRESAS

Nivel Adaptativo.

De acuerdo a su experiencia, tanto la empresa A, como la empresa B, se mueven dentro de éste nivel de la Ingeniería Inversa.

Nivel Evolutivo.

La empresa E ha tenido una serie de experiencias en el pasado dentro de todos los niveles anteriores, sin embargo ha tendido a ubicarse recientemente de una manera más activa en el área evolutiva.

En la Fig. IV.2, se presenta un cuadro comparativo de los diferentes niveles en los que se ubica cada empresa. Se puede observar a partir de los casos estudiados, que en los primeros dos niveles las empresas que realizan Ingeniería Inversa, lo hacen en razón de una necesidad interna fundamentalmente y de una manera no muy organizada, es decir, que se lleva a cabo como una actividad informal, que por lo mismo, no requiere de una definición específica de funciones y en la que las actividades no se encuentran planeadas y se van realizando conforme se van necesitando y por quién puede realizarlas en ese momento, que por lo regular no es la persona idónea.

Por otro lado, el dispositivo a ser reproducido, presenta una complejidad tecnológica media o baja y se tienen pocas experiencias previas en la reproducción y/o adaptación de tecnología, lo cual impide tener una componente innovadora o transformadora de la tecnología original. Asimismo, no se hace uso de la información en forma adecuada y se encuentran serios problemas en el área de diseño mecánico, por lo que se sigue una metodología de ensayo y error a un nivel muy pobre.

No se hace uso de la infraestructura de Investigación y Desarrollo tecnológico, en gran parte por el desconocimiento total o parcial de los servicios que es capaz de prestar ésta infraestructura, pero también debido a la falta de financiamiento para cubrir los costos que representa el acudir y utilizar estos servicios. Asimismo se desconoce por completo el cómo utilizar la información contenida en las patentes, y por lo tanto, tampoco se conocen las ventajas que representa su correcta utilización. Se hace uso intensivo de la infraestructura de fabricación de partes y componentes, debido a que generalmente es imposible para la empresa el fabricar muchas de las piezas necesarias, de manera interna.

De lo anterior, se puede concluir que estos niveles de la Ingeniería Inversa no son adecuados como para desenvolverse en ellos permanentemente (si es que se quiere permanecer competitivo), pero generalmente es necesario pasar a través de ellos, con el propósito de alcanzar los niveles más altos al ir adquiriendo experiencia, de ahí que sea importante identificar las características particulares de cada nivel, con el objeto de poder desempeñarse de la manera más eficiente en cada uno de ellos.

Resulta evidente que cualquier empresa que desee progresar tecnológicamente hablando, deberá llegar a desenvolverse en los dos niveles superiores de la Ingeniería Inversa (Adaptativo y Evolutivo), en un lapso breve de tiempo a partir de su primera experiencia, y como resultado de la adquisición gradual pero sistematizada de los conocimientos tecnológicos indispensables para el desarrollo de la misma.

CARACT. EMPRESA	OBJETIVOS BUSCADOS	COMPLEJIDAD TECNOLÓGICA	EXPERIENCIA	FACTOR HUMANO Y ORGANIZACIÓN	USO DE LA INFORMACIÓN	NIVEL DE LA METODOLOGÍA
A	SE ABREN POSIBILIDADES DE DESARROLLO PARA LA EMPRESA MEDIANTE LA BÚSCA DE NUEVOS MERCADOS Y EL APRENDIZAJE TECNOLÓGICO	MEDIA ALTA	SE TIENE UNA GRAN EXPERIENCIA EN LA EJECUCIÓN DE TRAB. INVERSA A NIVEL IMITATIVO Y ADAPTATIVO	DEPENDE DE UNA PERSONA MUY CAPACITADA AUXILIADA POR TÉCNICOS ESPECIALISTAS EN DISEÑO	BUENO	ADAPTATIVO
B	SE BUSCA SATISFACER LAS EXIGENCIAS DE LOS CLIENTES.	ALTA	SE HAN LLEVADO A CABO INNOVACIONES ADAPTATIVAS MUY COMPLEJAS	LA METODOLOGÍA DEPENDE CASI COMPLETAMENTE DEL LÍDER DE PROYECTO EL CUAL ES UNA PERSONA ALTAMENTE CAPACITADA	BUENO	ADAPTATIVO
C	SU OBJETIVO ES CUMPLIR CON LOS REQUISITOS IMPUESTOS EN LOS CONCURSOS QUE PARTICIPAN	MEDIA BAJA	REGULAR, BASADA EN LA IMITACIÓN DE DISPOSICIÓN DE COMPLEJIDAD MEDIA.	DEPENDE COMPLETAMENTE DE UNA PERSONA ALTAMENTE CAPACITADA	REGULAR	INTERPRETATIVO
D	EL OBJETIVO ES EL DE CUBRIR UNA NECESIDAD ESPECÍFICA DE LA EMPRESA	BAJA	MUY POCO CONCENTRADA EN LA EJECUCIÓN DE ADAPTACIONES SENCILLAS.	MUY DEFICIENTES	INEXISTENTE	IMITATIVO
E	BUSCAN DESARROLLARSE EN DISTINTAS ÁREAS, APROVECHANDO LAS OPORTUNIDADES MEDIANTE LA UTILIZACIÓN ADECUADA DE LA INF. TECNOLÓGICA	ALTA	LA EXPERIENCIA ADQUIRIDA HASTA EL MOMENTO, LOS HA LLEVADO EN ALGUNAS OCASIONES HA REALIZAR INNOVACIONES EN SU RAMO	LA METODOLOGÍA ES LLEVADA A CABO POR UN GRUPO DE PERSONAS Y BAJO Estricto CONTROL EN SU DESARROLLO A TRAVÉS DE PERS. ESPECIALIZADO	EXCELENTE CON ENFASIS EN LA INFORMACIÓN PROVENIENTE DE LOS DOCUMENTOS DE PATENTE	EVOLUTIVO

Fig. IV. 2. UBICACIÓN DE LAS EMPRESAS EN LOS NIVELES DE LA INGENIERÍA INVERSA

En los niveles superiores de la Ingeniería Inversa, se detectan como características peculiares la utilización de tecnologías con complejidades media y alta, objetivos de amplio espectro con un alto componente de flexibilidad y un énfasis muy particular en lo que respecta al aprendizaje tecnológico. Ya que, por lo general, se tiene un enfoque hacia el aumento de la competitividad de la empresa en el mercado, ya sea éste nacional o internacional.

Asimismo, podemos observar una organización mejor implementada con asignación específica de funciones y un programa específico de cumplimiento de actividades que incluye límites de tiempo para cada una de ellas, lo que incrementa la eficiencia en la realización de los proyectos de éste tipo.

En lo que respecta a la utilización de la información contenida en las patentes, ésta se utiliza principalmente con el propósito de evitar invadir derechos ajenos de propiedad industrial, y sólo en algunos casos (principalmente ubicados en el nivel Evolutivo), se puede observar un uso intensivo de la información contenida en estos documentos. Lo cual es indicativo de una falta de información y difusión acerca de las ventajas que representa la obtención de información a través de la utilización adecuada de los mismos en éste sector de la industria.

IV.3 ESTUDIO PRACTICO DE CASOS.

A continuación, se presentan tres casos característicos de los diferentes niveles de desarrollo en la Ingeniería Inversa. Todos los casos fueron desarrollados por la empresa DIEZ DE SOLLANO, S.A., a cuyo director general el Ing. Carlos Diez de Sollano, se agradece por haber permitido la presentación y divulgación de ésta información. Por otro lado, conviene señalar, que los dos primeros casos se pueden ubicar en el tercer nivel (adaptativo) de la Ingeniería Inversa, mientras que el último es un claro ejemplo del cuarto nivel (evolutivo).

IV.3.1 Caso 1: TORNO PARA MADERA.

+ Objetivos y Antecedentes.

Este caso trata del desarrollo tecnológico (a través de la implementación de un proyecto de Ingeniería Inversa), de un torno para madera de 400 mm de volteo y 2 m entre puntos, cuyo principal objetivo es el de torneear platos, patas, y piezas de madera de uso múltiple en la industria artesanal y en la mueblera. Este proyecto se logró detectar gracias a los comentarios de los clientes de otros productos.

+ Evaluaciones Técnico/Económicas.

Se consideraron costos y valores de venta en el mercado y se compararon con la posibilidad de reproducirlos y producirlos en la empresa, a partir de lo cual se tomó la decisión de eliminar los de fundición por el alto costo de la misma, así como por las escasas posibilidades de poder modificarlos.

Con el objeto de de caracterizar a nivel internacional a ésta tecnología, se consiguieron catálogos de todas las marcas con sus características, solicitándose a una institución de apoyo tecnológico toda la información técnica existente al respecto, junto con un estudio de patentes. Asimismo, se hizo un análisis a nivel mundial del mercado, habiéndose encontrado cuatro diferentes grupos de tornos:

- a) Con bancada de fundición para poner sobre banco.
- b) Con bancada de fundición y patas del mismo material, y otros elementos de placa doblada.
- c) Todo de placa doblada con paralelas de flecha.
- d) Con cabezales de fundición y paralelas de flecha para montar sobre banco.

A continuación se analizaron los principios básicos de funcionamiento del torno, lo cual vino a complementar el conocimiento que la empresa tenía con anterioridad en su acervo y a partir de la cual se investigaron los detalles del funcionamiento de este tipo de tornos.

En base a la información obtenida en el punto anterior, se hizo un cuadro comparativo de las cualidades y defectos de cada uno de los tornos, incluyendo sus precios en el mercado internacional, así como un análisis del costo y la factibilidad de producir cada uno de ellos dentro de la empresa. Con lo que se plantearon los siguientes objetivos:

- a) Producir un torno mejor y más barato que los que había en el mercado, con más vista y por lo tanto mucho más comercial.
- b) Obtener un aumento substancial en la productividad.
- c) Lograr un diseño que permitiera producirlos en forma masiva con facilidad y al menor costo.

+ Concepción del Diseño.

Tomando en cuenta las características más favorables presentes en el mercado, se seleccionó como base para el desarrollo tecnológico, una unidad de procedencia europea con las siguientes características:

- > Fabricación en placa soldada y doblada con paralelas de flecha.
- > Con contrapunto fijo (corredizo pero sin manivela de ajuste).
- > Para montar sobre banco.

Con respecto al mueble se hicieron dos diseños: uno con mesa y otro sin ella, encontrándose que era más práctico sin bandeja de tal forma que la viruta cayera al suelo.

Al mueble lateral que soporta el cabezal y el motor se le acondicionó una charola para poder colocar las herramientas y así facilitar el acceso a las mismas, en vez de que se colocaran en la masa de trabajo (como se acostumbra) donde se perdían entre la viruta. En el contrapunto también se acondicionó otra charola pequeña con el mismo objeto.

Se tomó como modelo auxiliar otro torno de origen asiático, el cual tenía la ventaja de poseer un contrapunto corredizo con manivela de ajuste, pero se modificaron los rangos de velocidad de operación, por no encontrarse estos entre aquellos que se habían detectado como necesarios para el mercado nacional, pues se requería trabajar diferentes tipos de madera.

+ Prototipos y Pruebas.

A partir de lo anterior se hicieron dos modelos con sus respectivos prototipos, de la siguiente forma:

> Ambos con patas (es decir, mueble completo), de placa doblada y soldada y con la misma gama de velocidades. Con puntos corredizos y manivela de ajuste, a los que se les proporcionó además en la parte posterior del cabezal, de un soporte para piedra de esmeril, habiéndosele adaptado con un cambio de alta velocidad para poder utilizar ésta piedra. También se adaptó un cono morse dentro de la flecha (o husillo) para poder colocar brocas y así utilizarlo como escoplo.

> Estos dos elementos le dieron mucha versatilidad al torno, sin elevar substancialmente el costo y dándole un atractivo extra para los usuarios.

> El primero (A) se elaboró con paralelas (guías) de flecha siendo muy similar al europeo.

> El segundo (B) se elaboró (habiéndose hecho estudios previos) mediante un perfil de lámina doblada que proporcionaba la forma de la bancada fundida, con la ventaja de eliminar las vibraciones de las paralelas durante la operación de desbaste, dando así una mayor productividad y una vista superior con un abatimiento en el costo (4%).

Ambos tornos se sometieron a trabajo rudo durante seis meses, bajo las siguientes condiciones de prueba:

> Primeramente, las dos unidades se pusieron a trabajar elaborando patas de la misma longitud y diámetro con el objeto de poder determinar la productividad de cada una, cambiando operarios una vez por semana con el fin de eliminar posibles errores de los mismos al manejar el torno, o bien, manejando la posibilidad de que estos se compensaran en caso de presentarse. A partir de lo anterior, se obtuvieron los siguientes resultados: El torno (B) dió alrededor de 22% más de productividad, presentándose cero desgaste en las paralelas. En cambio, el (A) presentó al final de la prueba una serie de marcas de pequeña erosión debido a la excesiva vibración en las mismas.

> En una segunda operación, se pusieron a prueba elaborando platos bajo las mismas condiciones, lo que reportó los siguientes resultados: en este caso la diferencia en productividad fué tan sólo del 5% a favor del torno (B) y no se observó ningún problema por vibración entre paralelas, puesto que el soporte de la herramienta se encontraba en el extremo de las mismas.

Se consideró que cambiando el material de las paralelas podría mejorarse pero no eliminarse ésta situación, por lo que se investigó con los tornos de la competencia, encontrándose ahí también el mismo problema.

+ Industrialización y Resultados.

En primer término se produjo un lote de 25 unidades del modelo (B), y se obtuvo la patente en diferentes países (México, E.U., Corea, Japón, Singapur, Taiwan, Francia, y algunos países de América Latina).

Posteriormente se repartieron en las escuelas y talleres con el objeto de observar su comportamiento en la realidad. Encontrándose que estos sólo se habían elaborado pensando en las personas diestras, y que por lo mismo las personas que hacen uso preferente de la mano izquierda presentaban una menor productividad, por lo que el diseño se modificó dando acceso a la charola y al cambio de la rotación por ambos lados. También se cambiaron las mordazas por una garra, lo que disminuyó el costo y proporcionó, a su vez, sencillez de manipulación, sin pérdida en la rigidez de la sujeción.

Estos tornos se están produciendo actualmente en partidas mínimas de 50 y máximas de 200, según la demanda y se está procediendo a identificar mercados extranjeros. Asimismo se siguen analizando los documentos de patente para incrementar las posibilidades de aplicación.

El proyecto data de 1983 y tuvo una duración de un año, se logró ubicar en un precio 30% abajo de los tornos equivalentes importados. Se espera amortizar la inversión en un periodo de 5 años, y el proyecto ha sido financiado completamente en forma interna.

+ Estudios Especiales.

Las normas y códigos al respecto se observaron en forma total tanto de velocidad de operación, como de seguridad, dimensiones, y tolerancias; los principales códigos utilizados fueron el ASTM, y ANSI para materiales, el ASME para soldadura y algunos materiales, y el DIN para las velocidades de corte que resultaron ser los parámetros más críticos, de tal forma que se pudiera asegurar la adecuada duración de las herramientas.

Se hizo un estudio de mercado a nivel nacional y regional, y un perfil de mercado a nivel internacional. Para las guías (o paralelas) se mando hacer un análisis de resistencia mecánica (en el I.P.N.), del comportamiento de diferentes formas de perfil y de la dureza requerida, mediante el que se pudo seleccionar el material, así como la forma más adecuada para el mismo.

IV.3.2 Caso 2: SILOS METALICOS PARA GRANO.

+ Objetivos y Antecedentes.

El proyecto se detectó a partir de una investigación de mercado, la cual fue motivada por una serie de comentarios proporcionados por los clientes de otras líneas de productos relacionados con la agricultura; y tuvo como objetivo fundamental el desarrollo de silos metálicos de manufactura 100% nacional, los cuales presentan evidentes ventajas económicas sobre los de concreto, por lo que tienen una alta posibilidad de comercialización en el mercado nacional e internacional.

+ Análisis Técnico/Económico.

Al realizarse la investigación de mercado se encontró que existían dos tipos básicos de silo metálico: a) Circulares (de procedencia norteamericana y alemana) y b) Tipo bodega (de procedencia francesa). Se encontró que el 60% de los silos de tipo circular se encontraban en E.U., y el 90% de los de tipo bodega en Francia.

Se solicitó información a una institución de apoyo tecnológico, acerca de éste tipo de silos y se encontró que ésta era muy escasa (solamente se localizó información para silos de concreto). Por lo que se tuvo que investigar a través de catálogos y de visitas directas a donde se tenían instalados este tipo de equipos, con el objeto de tomar medidas, determinar espesores, investigar otros materiales de construcción, etc. y de caracterizar de manera general la estructuración de los mismos. De la información obtenida se detectaron las siguientes ventajas que los silos de tipo metálico presentan sobre los de concreto:

- > Menor Costo y Mayor Capacidad de Carga.
- > Mejor Ventilación.
- > Mejor conservación del grano (los de concreto tienden a formar hongo)
- > Los silos de concreto no tienen valor de recuperación (y en ocasiones a esto hay que sumarle el costo de demolición).
- > Menor tiempo de Construcción.
- > Cimentación más sencilla.
- > Presentan una alta Movilidad.

Al hacer el análisis técnico de las marcas existentes en el mercado se localizaron las siguientes deficiencias:

- > No existían cálculos estructurales en ningún caso.
- > Los calibres del material variaban en forma errática.
- > No estaban consideradas las cargas de mayor intensidad por viento.

Posteriormente se procedió a pedir garantías a las empresas productoras para comprar silos que pudieran soportar cargas extremas de viento o sismos, o ambos, y ninguna de las compañías productoras pudo dar este tipo de garantía, ya que ni siquiera tenían los cálculos. Considerando las anteriores condiciones, se pidió ayuda a la Escuela Nacional de Ingenieros Civiles, con el propósito de convertir éste tipo de exigencias en normas con carácter oficial para la instalación de estos silos en el país, y así limitar su comercialización, objetivo que se logró en su totalidad.

+ Concepción del Diseño.

Una vez conseguido lo anterior se procedió al diseño de silos de tipo circular (en primer término), de tal forma que se pudieran cubrir las necesidades por zonas geográficas o requerimientos específicos: a) Silo ligero, b) Silo de tipo medio, y c) Silo de tipo reforzado. Encontrándose que la mayoría de las marcas del mercado no cubrían el silo ligero, otras lo incluían parcialmente, y que sólo una cubría el silo medio.

Con respecto al diseño del silo, se respetó la forma general del mismo (por lo práctico de su operación), y se realizó el cálculo de todos sus elementos, variando el material utilizado, así como pequeños detalles (cómo los sistemas de fijación y refuerzo), considerando las necesidades de cada zona. También se requirió de la elaboración de herramientas especiales con el objeto de facilitar el trabajo de producción.

En lo que respecta a las bodegas rectangulares, se encontró que para éstas sí se habían considerado los cálculos de viento y estructurales y que técnicamente se encontraban bien cimentadas, por lo que en éste caso solamente se hicieron modificaciones o mejoras en los siguientes aspectos:

> En lugar de hacer los contraventeos de pared a pared, lo cual significa la realización de carga y descarga uniforme, o sea, una operación sumamente delicada en la que se asumen riesgos contra cargas de viento (y de sismo) muy altas, inexistentes en los países de origen de esta tecnología, éste se llevó a cabo contra el propio piso dando además una economía en materiales. De la misma forma, se cambió el ángulo de posición del muro con respecto al piso (dándole uno pequeño de tipo negativo hacia dentro- en la parte superior).

> Se ajustaron los tirantes con las posiciones al piso en diversos ángulos, tomando en consideración que las anclas formaban parte del basamento.

> Se ajustaron los calibres a tres diversos módulos de condiciones: carga de viento, sísmica, y de granos.

> Se optimizaron los sistemas de manejo de granos con respecto al sistema original, pero tomando como base a éste mismo.

Hay que observar el hecho de que no fue necesario, en éste caso, la construcción de prototipos, debido a lo poco práctico e inútil que resultaba el realizar pruebas sobre los mismos sin que se presentaran las condiciones reales de funcionamiento, por lo que se decidió efectuar éstas pruebas sobre el terreno y una vez que se hubieron comercializado algunos modelos.

+ Industrialización y Resultados.

En ambos casos se obtuvieron patentes de mejora, y el programa duró tres años en su totalidad. En lo que respecta al mercado nacional, solamente ha sido posible vender silos a particulares, debido a políticas gubernamentales por medio de las cuales se ha preferido la compra de silos inflables a precio de silos fijos en los E.U., con un altísimo costo de manejo de materiales y grandes tasas de deterioro del grano, con consecuencias graves como la de no proporcionar una infraestructura de almacenamiento duradera al país.

Se lograron mejoras substanciales de los sistemas de manejo de materiales, y el hecho de haber agregado una bodega presecadora optimizó la recepción del grano, evitando así las largas colas de camiones de los sistemas tradicionales, debido a las que se presentaba un deterioro considerable del grano.

Evitándose asimismo, el costo de tener parados a los camiones por varios días, y no poder cosechar rápidamente, arriesgando las cosechas, y perdiendo de ésta forma capacidad de siembra. Por otro lado, la mayor parte de las normas en éste ramo aún están en proceso de elaboración.

A nivel de exportación se llevó a cabo un acuerdo de coinversión y complementación con una empresa venezolana, la cual logró que el sistema nacional venezolano de almacenaje de grano se basara en éste tipo de silos, gracias a lo que se está exportando hacia ese país un alto porcentaje de la producción.

IV.3.3 Caso 3: MAQUINA PROCESADORA DE PESCADO.

+ Objetivos y Antecedentes.

En base a datos generales de la industria pesquera obtenidos de clientes en otra área, se detectó que en México se tira nuevamente al mar una gran cantidad de pescado ya capturado, pero que no es útil para el consumo directo, ya que no se justifica el costo de llevarlo a tierra para que sea procesado.

De ésta forma fué como se investigó y se detectó la existencia, a nivel internacional, del mismo problema. Es decir, que no existían equipos de proceso de pescado adecuados como para instalarlos a bordo de barcos pequeños, y que en todos lados era incosteable el llevar dichas capturas a tierra debido a su bajo precio comercial, y que solamente los grandes barcos fábrica tenían la capacidad suficiente como para poder aprovecharlas.

Lo anterior traía como consecuencia, altas pérdidas de una riqueza ya capturada, además de contaminación de las aguas con la consecuente reducción de la pesca en esas áreas, al disminuir el contenido de oxígeno de las mismas y al incrementarse en gran volumen la reproducción de las especies depredadoras, lo que ahuyenta a las especies comerciales.

+ Análisis Técnico-Económico.

Se solicitaron informes y cotizaciones de todos los equipos que había en el mercado para el aprovechamiento de éstas especies, y se encontró que no existían equipos que pudieran ser montados a bordo de barcos pesqueros pequeños, por lo que se pidió información y cotizaciones de todos los equipos que pudieran ser montados en tierra.

Asimismo, se solicitó a una empresa de servicios tecnológicos la obtención de información sobre los siguientes aspectos: Existencia de patentes y normas, Tecnología desarrollada a diversos niveles, así como datos que pudieran resultar de utilidad. Se localizaron las patentes de los principales países productores y se encontró que la mayoría de ellas había sido registrada a fines del siglo pasado y principios de éste y solamente había dos patentes: una de 1940 y otra de 1942 (Noruega y Dánemark respectivamente) que habían conjuntado su desarrollo en una de las plantas más avanzadas en ese momento (localizada en Dinamarca), y que representaban la más alta tecnología existente en el sector, que incluye los siguientes puntos:

> Los procesos requerían para su operación entre 6 a 24 hrs con equipo sumamente voluminoso y costos muy altos, por lo que era imposible el pensar siquiera, en instalar éste tipo de equipo en un barco mediano.

> El sistema danés podía instalarse en barcos fábrica, pues la planta pesa muchas veces lo que un barco pequeño y no hay capacidad de bodega que la pudiera admitir, considerando la capacidad de producción de éstos equipos, lo cual se sumaba al hecho de que el proceso de secado requería todavía de 2 hrs adicionales.

+ Concepción del Diseño.

Considerando el hecho de que en ese momento no existían desarrollos o tecnologías básicas de donde partir, se llevó a cabo un estudio de las leyes físicas básicas que regían el proceso, analizándose los equipos que había en otros procesos similares.

Finalmente se encontró que el sistema instantáneo de secado y molienda utilizado para la producción de harina de maíz nixtamalizada y cuyo desarrollo pertenecía a la misma empresa, con 15 patentes sucesivas de desarrollo (algunas a nivel mundial), tenía la posibilidad de ser adaptado para el proceso de producción de harina de pescado.

A partir de lo anterior, se procedió a montar una planta piloto con una deshidratadora instantánea, elaborándose un programa de pruebas y modificaciones de la misma, pero siempre tomando en cuenta las leyes físicas específicas que se relacionaban directamente con el proceso de producción de harina de pescado.

Para las especies grasas el proceso ha eliminado el cocimiento, y produce el rompimiento de las células grasas a través de un choque térmico violento, evitando así la pérdida de vitaminas y de digestibilidad de las proteínas que presentan otros procesos.

El secado final se lleva a cabo como si fuera una especie magra, pasando los caldos de pescado a un evaporador de placas, con recompresión mecánica de vapores (que ha sido causa de otro desarrollo tecnológico). Esta unidad tiene patentes por parte de la empresa a nivel mundial, tanto iniciales como de mejoras, así como de procesos y equipos colaterales.

+ Prototipos y Pruebas.

Este programa tuvo una duración aproximada de 9 meses, después de los cuales se elaboró el prototipo de prueba a bordo de barco. Con lo cual se pudo montar una unidad, en base a la que se hicieron otras modificaciones, lo que se llevó a efecto durante los siguientes 6 meses. Esto dió como resultado la construcción de otras dos unidades, que se pusieron a prueba junto con la primera por un periodo de 1 año a partir de su terminación.

Después de haberse obtenido una serie de resultados muy positivos, tanto técnica como económicamente, se procedió a elaborar equipos de diferentes tamaños y a realizar pruebas sobre los mismos, con lo cual se logró salir al mercado después de 5 años de haberse iniciado el programa de desarrollo.

+ Industrialización y Resultados.

A pesar de lo anterior ésta tecnología se ha topado con serias disposiciones gubernamentales que impiden su comercialización en el mercado nacional, al prohibir la instalación de cualquier tipo de planta a bordo de barcos de ésta naturaleza. Debido a lo anterior se vieron en la obligación de buscar mercados externos, encontrándose gran aceptación del producto en países como E.U., Canada, y Australia.

Esta tecnología se ha seguido mejorando requiriéndose actualmente solamente de 3 a 4 segundos para realizar el secado (dependiendo de la especie) y hasta 1 segundo para el enfriamiento; pues se ha logrado reducir la partícula de pescado triturado al tamaño más conveniente como para obtener el balance óptimo de consumo de energía mecánica y transferencia de calor.

IV.4 METODOLOGIA PRACTICA DE LA INGENIERIA INVERSA.

Dentro de las empresas examinadas, se han observado una serie de factores que inciden sobre el desempeño técnico de los proyectos de Ingeniería Inversa, y que han venido caracterizando el desarrollo de los mismos, entre los que se encuentran principalmente los siguientes:

1. Materiales. Generalmente se determinan en base a la experiencia de cada empresa, y teniendo muy en cuenta la limitante que implica su disponibilidad en el mercado nacional, así como la calidad (pobre por lo regular) de los mismos, lo cual se piensa que es una grave restricción para el desarrollo del sector de los bienes de capital.

2. Tolerancias. Que al igual que los materiales, se determinan en base a la experiencia productiva de cada empresa, y en general se hace muy poco uso de las normas internacionales al respecto.

3. Tratamientos Termicos. Ya que se han tenido que enfrentar a la poca seriedad y profesionalismo de las empresas subcontratistas de estos servicios, lo que ha obligado a muchas empresas a integrarse verticalmente de manera excesiva e ineficiente.

4. Utilización de Partes y Componentes Estándar. Es decir que al utilizar la infraestructura existente en el ramo, se han observado muchas deficiencias debido a su falta de profesionalismo, tanto en el sector privado como en el público (salvo raras excepciones), lo cual impide la utilización efectiva de partes estándar, que en muchos casos podrían utilizarse con gran ventaja.

A continuación se caracterizará, de manera general, la metodología seguida por cada una de las empresas examinadas en sus proyectos de Ingeniería Inversa. Asimismo, en la Fig. IV.3, se presenta un cuadro comparativo de estas metodologías.

IV.4.1 Reconocimiento de la Oportunidad.

EMPRESA A; Identifican los proyectos de Ingeniería Inversa a través de los clientes, de una necesidad específica del mercado, o bien, de una necesidad interna de la empresa.

EMPRESA B; Los proyectos de Ingeniería Inversa se identifican directamente a través de las exigencias de los clientes, aunque en algunas ocasiones se han derivado a partir de las necesidades del proceso productivo, especialmente en lo referente al mejoramiento en la calidad de los productos.

EMPRESA C; Identifican sus proyectos a través de concursos públicos, generalmente de carácter gubernamental.

EMPRESA D; La identificación de su único proyecto se logró a través del contacto estrecho que se había tenido con el producto durante un periodo prolongado, a partir de lo cual se detectó la necesidad de contar con otra máquina similar dentro de la empresa.

EMPRESA E; Esta empresa detecta sus proyectos de Ingeniería Inversa a través de dos fuentes principales: a) Analizando las necesidades del mercado en su ramo, y b) Mediante petición directa de los clientes regulares de la misma.

CARACT. EMPRESA	RECONOCIMIENTO DE LA OPORTUNIDAD	EVALUACIONES TECNICAS	EVALUACIONES ECONOMICAS	CONCEPCION DEL DISEÑO	PROTOTIPOS Y PRUEBAS	INDUSTRIALIZACION
A	PREFERENTEMENTE A TRAVES DE UN ANALISIS DE OPORTUNIDADES DE MERCADO.	DE POSIBILIDAD, TECNICA DE PRODUCCION EN LA EMPRESA Y DE VALORACION DE LA INFORMACION POSIBLE	DE OPORTUNIDADES DE MERCADO Y DE POSIBILIDADES DE PRODUCCION EN LA EMPRESA.	ALTO GRADO DE ASIMILACION Y ADAPTACION DE LA TECNOLOGIA.	A PARTIR DE LAS PRUEBAS A LOS PROTOTIPOS, SE OBTIENE EL DISEÑO DEFINITIVO.	SE DECIDE ACERCA DEL PROCESO DE PRODUCCION EN MASA TENIENDO EN CUENTA SU ADAPTACION A LOS MEDIOS Y NECESIDADES DEL PAIS.
B	POR PETICION DIRECTA DEL CLIENTE.	SE EVALUA LA POSIBILIDAD DE SU PRODUCCION DENTRO DE LA EMPRESA	DE POSIBILIDAD DE PRODUCCION EN LA EMPRESA.	GRAN MEDIO DE INNOVACION CON UN ADECUADO USO DE LA INFORMACION. (DEPENDIENTE DE LA CAPACIDAD DEL LIDER DEL PROYECTO)	SE REALIZAN PRUEBAS DE FUNCIONABILIDAD, MANTENIMIENTO Y COSTO DE OPERACION SOBRE UN SOLO PROTOTIPO.	EL PRODUCTO SE DISEÑA CON UNA ALTA FLEXIBILIDAD PREVIENDO LAS NECESIDADES DE ADAPTACION.
C	A TRAVES DE CONCURSOS PUBLICOS	SUPERFICIALES DE POSIBILIDAD DE PRODUCCION TECN. EN LA EMPRESA.	SUPERFICIALES DE POSIBILIDADES DE FINANCIAMIENTO.	GRADO MEDIO DE ADAPTACION CON PREFERENCIA POR EL APRENDIZAJE EMPIRICO.	SE VAN CORRIENDO SOBRE LA MARCIA LOS ERRORES COMETIDOS EN LA ETAPA DE DISEÑO.	SE ENCUENTRAN EN UNA ETAPA DE BUSQUEDA DE UN MERCADO MAS AMPLIO Y ASI PODER ESTANDARIZAR SUS PRODUCTOS.
D	EN BASE A LA DETECCION DE UNA NECESIDAD INTERNA.	NINGUNA	NINGUNA	IMITACION CON POCAS ADAPTACIONES	SE HA IDO PROBANDO CONFORME SE HA AVANZADO EN LA CONSTRUCCION DEL UNICO PROTOTIPO.	SOLO SE HAN CUBIERTO LAS NECESIDADES INTERNAS.
E	GENERALMENTE SE HACEN A TRAVES DE UNA EVALUACION DE MERCADO	EN PROFUNDIDAD DE POSIBILIDAD TECNICA DE PRODUCCION EN LA EMPRESA Y DE DISPONIBILIDAD DE INFORMACION.	EN PROFUNDIDAD DE MERCADO Y DE POSIBILIDAD DE FINANCIAMIENTO.	SE CONSIGUEN INNOVACIONES IMPORTANTES A TRAVES DEL MANEJO EFICIENTE DE LA INFORMACION DISPONIBLE Y DE LA GENERADA POR LA EMPRESA.	SE FABRICAN LOS PROTOTIPOS CON EL OBJETO DE REALIZAR PRUEBAS COMPARATIVAS DE FUNCIONAMIENTO Y PRODUCTIVIDAD BAJO DIFERENTES CONDICIONES	EL PROCESO DE PRODUCCION SE DISEÑA EN BASE A LA CAPACIDAD PRODUCTIVA INTERNA EXCLUSIVAMENTE (SIN SUBCONTRATISTAS).

Fig. IV.3. METODOLOGIA DE LA INGENIERIA INVERSA POR EMPRESA.

IV.4.2 Evaluaciones Técnicas.

EMPRESA A; Realiza un primer estudio para determinar las posibilidades técnicas de producción de la tecnología en cuestión, observándose los siguientes puntos:

+ Analizar la situación teniendo como punto de referencia los medios de producción con los que se cuenta.

+ Obtener toda la información técnica que sea posible recopilar acerca de la tecnología en cuestión (aún y cuando no se sepa si ésta va a ser de utilidad o no en el futuro).

+ Definir con la mayor precisión posible los requisitos para la tecnología, que satisfarán las necesidades identificadas.

+ Encontrar varios criterios que resulten factibles, y seleccionar aquel o aquellos que sean los más fáciles de poderse adaptar a los requerimientos, o que simplemente sean los más funcionales.

+ Tratar de obtener la mejor mezcla de características que satisfaga en forma adecuada los requisitos impuestos con anterioridad, a través de la utilización intensiva del "Aprender Haciendo".

EMPRESA B; Siempre se realiza en primer lugar un breve estudio de viabilidad técnica, a través de personal especializado que realiza investigaciones de campo en esta área.

EMPRESA C; Se realiza una evaluación de la complejidad tecnológica del producto, con el objeto de evaluar la factibilidad de producirlo en la empresa, así como la posibilidad de substituir algunos de sus elementos por otros de manufactura nacional. Por lo general, parten del estudio directo de productos equivalentes en el mercado, o bien, de la disponibilidad de manuales y/o planos.

Un punto importante dentro de sus procesos de Ingeniería Inversa, es el de que se trasladan al lugar donde se está aplicando la tecnología original, con el objeto de dialogar con los usuarios de la misma y así poder conocer su funcionamiento directamente en el campo.

EMPRESA D; Estas se realizan de una manera empírica, a través de la experiencia del técnico mecánico del taller de la empresa. El cual ha decidido acerca de si las piezas se pueden producir dentro de éste taller, o bien, tienen que mandar hacerse.

Cabe observar que la empresa en cuestión, tiene poca experiencia en la asimilación y adaptación de tecnología y sólo ha tenido una experiencia en la realización de proyectos de Ingeniería Inversa.

EMPRESA E; Hacen siempre un análisis técnico de los proyectos, poniendo especial énfasis en la satisfacción de las necesidades de la región, así como en la eficiente aplicación de sus recursos. Esto mediante la utilización intensiva de las instituciones de apoyo tecnológico.

IV.4.3 Evaluaciones Económicas.

EMPRESA A; Se realiza en primera instancia una evaluación informal del mercado al que se quiere acceder, y posteriormente se efectúa un estudio de financiamiento, para el proyecto.

EMPRESA B; Efectúa un estudio de viabilidad económica y de mercado de manera informal, y las metas se van trazando paulatinamente y de acuerdo a los resultados obtenidos en cada etapa. Esto se debe a las características de inestabilidad inherentes al contexto en el que se desenvuelve ésta empresa.

EMPRESA C; Cuando inician un proyecto de ésta naturaleza, siempre toman una actitud de consideración del costo y de la actitud del cliente hacia éste tipo de proyectos. Han encontrado que la imagen de la empresa es determinante en muchos aspectos de ésta actividad.

EMPRESA D; Se hizo una evaluación del mercado del producto que podía manufacturarse a través de la utilización de la máquina (papel impreso). En la actualidad se piensa llevar a cabo una evaluación de mercado con el objeto de estudiar la posibilidad de colocar la máquina, tanto en el mercado nacional como en el extranjero.

EMPRESA E; Se hace una evaluación superficial del mercado para la máquina, a través de la realización de entrevistas con los clientes regulares de la empresa, y posteriormente se lleva a cabo un estudio de factibilidad económica, con el objeto de determinar si la empresa tiene la solvencia económica necesaria para llevar a cabo el proyecto. Finalmente se consideran costos y valores de venta existentes en el mercado, y se comparan con los costos calculados dentro de la empresa.

IV.4.4 Concepción del Diseño.

EMPRESA A; Se sigue la metodología de Investigación, Diseño y Desarrollo, con el objeto de implementar el proyecto en forma práctica; observándose que las ventajas que proporciona ésta metodología son las de que sobre la marcha, se van comprobando los resultados de la ingeniería y a su vez corrigiendo los errores cometidos, dando por conclusión un tiempo de realización más corto y por ende un costo de proyecto de menor cuantía. Dentro de ésta fase se consideran las siguientes etapas:

- + Desarmado del producto original, para lo cual se basan en los manuales y planos que se hayan podido obtener, o bien, en catálogos. Esto se hace siguiendo la secuencia de los grupos funcionales homogéneos de la máquina, pero sin perder de vista la función primordial de la misma.

- + Paulatinamente se van desarrollando croquis detallados de cada grupo homogéneo, en base a los cuales se levantan croquis generales, para posteriormente realizar el diseño funcional de la máquina.

- + Se determinan las tolerancias de acuerdo a la experiencia de los técnicos de la empresa, auxiliándose en las normas técnicas más comunmente utilizadas dentro de la industria.

- + Los materiales también se determinan en base a la experiencia y con la ayuda de las normas, pero teniendo muy en cuenta la disponibilidad de los mismos en el mercado nacional.

+ Se obtiene un diseño final apto para una primera producción de prototipos. Esto los lleva a realizar la documentación de la memoria de cálculo de cada uno de los elementos del equipo.

EMPRESA B; Esta empresa desarrolla sus proyectos de Ingeniería Inversa basándose en una idea general de lo que se requiere, pero siempre teniendo muy en cuenta la adaptación de la tecnología a los recursos y necesidades del país. En éste caso se observa una fuerte dependencia con respecto al líder de proyecto en lo que atañe a los mismos.

De la misma forma, se puede observar un alto grado de innovación de origen interno, derivado de la capacidad del líder de proyecto, siguiendo la siguiente metodología:

- + Documentación de Tecnologías.
- + Definición precisa de requisitos y características de la tecnología.
- + Búsqueda de Información con Proveedores y Clientes.
- + Obtención de un Diseño Preliminar.
- + Revisión y Obtención del diseño definitivo.

EMPRESA C; Nunca reproducen una tecnología exactamente igual a la original, pues generalmente es necesario adaptarla a los medios tanto económicos como de producción de la empresa, así como a la existencia de los elementos de fabricación en el mercado nacional.

Generalmente intercambian por otras de diseño propio, todas las partes y/o componentes que no implican desarrollos tecnológicos complejos, pero si un alto costo, tratando de adaptar el producto a la ideosincracia de las personas que lo van a usar directamente. En ésta etapa, se ha observado la siguiente metodología:

- + Se debe reducir la comprensión del producto al entendimiento de las funciones elementales con las que cumple el mismo.
- + Se analizan productos equivalentes.
- + Entender y cubrir en forma precisa, los detalles de funcionamiento de la máquina.
- + Se obtiene un diseño final, en base a la información recopilada y asimilada dentro de los puntos anteriores.

EMPRESA D; No se tuvo una concepción especial del producto, debido a que éste fue reproducido en forma idéntica al original, por lo cual no se pueden detectar modificaciones importantes al diseño del mismo. Sin embargo, se ha conseguido adaptar la máquina para que realice una función agregada a aquellas para las que venía diseñada originalmente, es decir, el punteado de papel.

El desgloce de la máquina se realizó en forma paulatina, y teniendo en cuenta aquellos periodos en los que la misma se encontraba ociosa. Se levantaron croquis de cada pieza en primera instancia, para luego realizar los planos constructivos completos de la misma.

EMPRESA E; Utilizan la información contenida en las patentes con gran efectividad, a través de la cual obtienen datos muy valiosos, por lo que se puede afirmar que ésta empresa utiliza en forma efectiva la información que constituye el "estado del arte" en su ramo. Siguiéndose en general, la siguiente metodología:

- + Recopilación y análisis de tecnologías alternativas.
- + Análisis de los principios básicos de funcionamiento.
- + Cuadro comparativo de cualidades contra defectos de cada alternativa.
- + Se eligen las características más favorables de los modelos existentes en el mercado, y se plantean objetivos y metas.
- + A partir de la información recolectada se procede a la elaboración de varios diseños.

IV.4.5 Prototipos y Pruebas.

EMPRESA A; Se realizan las siguientes etapas: a) Construir prototipos y realizar pruebas sobre la marcha con el objeto de poder corregir posibles errores de diseño. b) A partir de los resultados de la etapa anterior, se obtienen los planos (o los) modelo(s) del diseño definitivo.

Las pruebas se definen en el campo, de acuerdo a las tolerancias de diseño, siguiendo preferentemente las normas indicadas para ello. Durante la realización de las pruebas se busca conseguir dos objetivos básicos: i) Fabricación de las piezas constituyentes del prototipo, tratando de detectar y corregir los errores cometidos durante la etapa de diseño, ii) Evaluar el servicio de los prototipos al mantenerlos trabajando continuamente durante intervalos de tiempo definidos, y luego desarmarlos para poder evaluarlos.

EMPRESA B; Se construye un prototipo al cual se le hacen pruebas de funcionalidad, mantenimiento y costo de operación.

EMPRESA C; Durante la producción del prototipo se van corrigiendo sobre la marcha todos los errores cometidos durante el diseño, usando de manera intensiva el método de: Ensayo-Error-Corrección.

Las pruebas que realizan dependen del producto en cuestión, pero generalmente se efectúan pruebas de funcionamiento al mantener trabajando al equipo un tiempo, con el objeto de efectuar un posterior desarmado de la máquina y hacer una evaluación global.

EMPRESA D; El armado de la máquina se ha venido haciendo en forma paulatina y con pruebas de corrección (principalmente de tolerancias). Al finalizar el proyecto se tiene planeado hacer una prueba de funcionamiento global.

EMPRESA E; Se fabrican cuando menos dos prototipos de cada modelo, con el objeto de poder realizar pruebas comparativas en el menor tiempo posible. Las pruebas son fundamentalmente de funcionamiento prolongado bajo diferentes condiciones de trabajo, y la realización de un posterior desarmado, con el objeto de realizar un examen detallado de todas y cada una de las piezas. Posteriormente se realizan pruebas de campo bajo condiciones reales de funcionamiento con el objeto de determinar su comportamiento bajo éstas condiciones, principalmente en lo que se refiere a productividad.

IV.4.6 Industrialización.

EMPRESA A; En ésta etapa se decide acerca del diseño del proceso de producción de la máquina. Se tiene muy en cuenta la posible adaptación de este proceso a los medios y necesidades del país, comprendiendo que la producción del modelo es muy distinta a la del producto final.

EMPRESA B; El producto se diseña con una alta flexibilidad, con el objeto de poder adaptarlo completamente a las necesidades específicas de cada cliente.

EMPRESA C; Están tratando de comercializar en forma masiva sus productos, ya que hasta el momento su producción ha sido estrictamente por lote y bajo pedido. Asimismo, se están buscando nuevos mercados principalmente en latinoamerica.

EMPRESA D; Aún no se ha llegado a ésta etapa, puesto que en una primera fase la máquina será utilizada exclusivamente en forma interna. Sin embargo, tiene planeado comercializarla en el mercado nacional, y posteriormente en el exterior.

EMPRESA E; El proceso de producción masiva del producto se diseña en forma paralela a la producción de los prototipos, pero considerando de manera especial las facilidades que pudiera tener la empresa para su producción en gran escala.

Por otro lado, las empresas han podido detectar las siguientes ventajas y desventajas derivadas de la ejecución de proyectos de Ingeniería Inversa:

+ Ventajas.

- >Costo Reducido.
- >Rapidez de resultados.
- >Es un punto de partida efectivo.
- >Probable utilización posterior de plataforma tecnológica.

+ Desventajas.

- >Se puede presentar un debilitamiento de la empresa en el mercado, si no se llevan a cabo estudios y pruebas adecuados.
- >Siempre es necesario mejorar o adaptar la tecnología original, si es que se quiere evitar la obsolescencia.
- >Se puede llegar a tener menor productividad en los dispositivos, si la tecnología no es apropiadamente estudiada.

IV.5 CONCLUSIONES GENERALES.

Con base en el análisis realizado se ha considerado de utilidad sistematizar y obtener conclusiones globales, dentro de diferentes áreas relativas a la Ingeniería Inversa, las cuales podrán ser tomados como elementos de juicio en la formulación de políticas empresariales, sectoriales, y tecnológicas, así como de puntos de partida para ulteriores investigaciones acerca de la materia.

IV.5.1 Estrategia Empresarial.

Las empresas generalmente se iniciaron en este tipo de actividad, a través de la imitación de modelos sencillos de productos de procedencia extranjera que frecuentemente tenían a la mano en sus propias plantas y acerca de los que, por lo regular, poseían información técnica suficiente y con los cuales ya se habían familiarizado debido a su uso en la producción, o bien, gracias a la experiencia del líder de proyecto.

Al transcurrir los años se han ido haciendo cambios en los diseños incorporando nuevos elementos y componentes, modificando las especificaciones, etc; y al mismo tiempo las empresas han tendido a aplicar la Ingeniería Inversa sobre productos más sofisticados, como respuesta a los nuevos requerimientos del mercado, reflejando así un incremento en su capacidad tecnológica. Después, dependiendo del comportamiento del mercado nacional y de las posibilidades de las empresas, estas empiezan a diseñar y desarrollar sus propios modelos. Estos últimos modelos han podido resultar en un grado significativamente mayor de complejidad tecnológica.

Así es cómo, los proyectos de Ingeniería Inversa se identifican primeramente a partir de necesidades que presentan los clientes a las empresas, y en segundo lugar pueden surgir de necesidades internas de la misma empresa, pero que por lo regular son un reflejo de lo que sucede en el contexto económico dentro del que se desenvuelve la organización, ya que muy pocas de ellas realizan análisis de posibles oportunidades de mercado.

En términos generales, se ha encontrado que se realizan muy pocos estudios de viabilidad preliminares a la ejecución de proyectos de Ingeniería Inversa y que una vez que estos han sido implementados, las metas se trazan paulatinamente (no por anticipado como cabría suponer), y de acuerdo a los resultados que se van obteniendo, por lo que en muchas ocasiones es imposible anticipar algunos problemas que de otra forma (mejor planeada), hubieran sido previsibles.

Se ha observado que el principal objetivo que buscan cumplir las empresas que efectúan Ingeniería Inversa, es el de substituir importaciones en el mercado nacional. Sin embargo, cuando se busca satisfacer una necesidad interna de equipo, casi siempre se tiene como propósito fundamental el ahorro consecuente de divisas (ya que generalmente no se realizan proyectos de Ingeniería Inversa sobre tecnologías originalmente mexicanas), e indirectamente el de fomentar el desarrollo tecnológico interno de la organización.

Algunas empresas han encontrado serios problemas restrictivos en lo que respecta al tamaño del mercado nacional, lo que representa graves impedimentos para el crecimiento de las mismas, señalándose que el mercado interno es demasiado reducido como para que se pueda llevar a cabo una producción en serie, y esta presente buenos resultados. Por lo mismo la mayoría de éstas mantienen una estructura muy flexible de producción, a la cual consideran como la más adecuada para las características del mercado interno. Sin embargo, pocas son las empresas que han intentado (o tienen planeado) desempeñarse en los mercados internacionales. Y generalmente, cuando se visualiza la necesidad de buscar otros mercados, se piensa en términos del mercado latinoamericano casi exclusivamente.

Existe el pensamiento generalizado de que la Ingeniería Inversa es una herramienta muy útil que bajo las circunstancias actuales de la industria (limitado desarrollo tecnológico), debe indicar el camino que deben seguir las actividades tecnológicas de la empresa.

En los proyectos de Ingeniería Inversa es común el mantener una actitud de escepticismo, de análisis y de reto ante este tipo de proyectos, y a veces también.

IV.5.2 Administración de la Información.

Se han detectado como principales fuentes informativas auxiliares de la Ingeniería Inversa, en orden decreciente de importancia, a las siguientes: a) los catálogos, b) los manuales y planos, c) los productos mismos, y d) las patentes. Siendo los catálogos los más comúnmente utilizados como guías y parámetros de comparación, que dan una indicación precisa acerca de donde profundizar las investigaciones, pero que también suelen proporcionar detalles importantes de diseño, que conducen en base a la integración de la información (técnica y de diseño) contenida en varios de estos documentos, referidos a productos similares, a la formulación de soluciones completas.

Por otro lado, la experiencia personal del líder de proyecto desempeña un papel importante en los proyectos de Ingeniería Inversa, puesto que generalmente en estos casos, el líder es una persona muy capaz técnicamente hablando (y que por lo regular también desempeña funciones de alta dirección), que realiza viajes frecuentes a países industrializados en los que compara el grado de desarrollo de diversas tecnologías con respecto a las que se han reproducido dentro de la empresa.

Se ha podido detectar que estas personas, dedican en promedio, 2 horas diarias a la lectura de cualquier información técnica a su disponibilidad (en especial proveniente de catálogos y revistas técnicas), en base a lo que identifican y tratan de reproducir todos los rasgos o características que pudieran resultar de utilidad en la obtención de nuevas soluciones a los problemas específicos de su empresa, adaptándolas a las peculiaridades de los mismos.

Sin embargo, y en términos generales, casi no se hace uso de la literatura de patentes como fuente informativa confiable, debido en éste último caso, a dos razones principales:

a) Se tiene la experiencia de que los textos contenidos dentro de los documentos de patente se encuentran redactados en términos muy complejos y rebuscados, de tal forma que existe una gran dificultad al tratar de interpretarlos. En ocasiones esta confusión, se presenta a tal grado, que el proyecto se desvía de sus objetivos originales en forma innecesaria.

b) Se desconfía de la calidad de la información contenida dentro de las mismas, por lo que casi siempre se utilizan exclusivamente con el objeto de asegurar que no se invaden derechos ajenos de propiedad industrial, descartándoseles como una fuente primaria de información.

Desafortunadamente, solamente en un caso se pudo detectar un uso adecuado y exhaustivo de la información técnica existente acerca de una determinada tecnología, habiendo encontrado ésta empresa, que la información presentada en los documentos de patente, les ha sido de gran utilidad dentro de sus proyectos de Ingeniería Inversa, teniéndose la experiencia de que con frecuencia, ésta llega a superar a la información que se podría obtener a partir del estudio directo del producto mismo, presentando una mayor consistencia y utilidad práctica.

IV.5.3 Factor Humano.

Un aspecto importante que se ha presentado en la mayoría de las empresas analizadas, ha sido el de la adquisición progresiva de conocimientos tecnológicos, por parte de operarios y técnicos vinculados a la planta, a través del desempeño normal de sus actividades, lo cual revela la presencia de un componente técnico autónomo, originado en el aprendizaje interno de planta ("Aprender Haciendo"), como determinante del desarrollo en la ingeniería de diseño, además de aquellos derivados a partir de las exigencias de los clientes. Se ha descubierto que el "aprender haciendo" es un complemento importante de la Ingeniería Inversa. Así, en algunos casos, este aprendizaje (ya bien sea en forma correcta o incorrecta) ha proporcionado a la empresa de una mayor flexibilidad de adaptación a las nuevas situaciones.

Los líderes de proyecto, que generalmente son también dueños o socios dentro de la empresa en cuestión (o cuando menos, son personas de alta jerarquía dentro de la misma, lo cual no es de extrañar, considerando que se trata de empresas preferentemente medianas y pequeñas), desempeñan un papel clave en los proyectos de Ingeniería Inversa.

No existe en términos globales, asignación específica de personal a los proyectos de I.I., por lo que estos se llevan a cabo como una actividad informal dentro de las empresas. De tal forma, las empresas que dedican parte de sus recursos a la realización de este tipo de proyectos, lo hacen de manera agregada o auxiliar a sus responsabilidades y actividades normales y no como una actividad diferenciada y claramente definida, lo que lleva a que muchas tareas dentro de los proyectos no sean llevadas a cabo con efectividad.

Se ha observado una carencia de preparación y experiencia del personal dedicado al diseño mecánico. Lo cual es un grave impedimento en el desarrollo de proyectos de I.I., llevando esto, a un desinterés general por el desarrollo de bienes de capital en el país, al no poder contar con técnicos especializados en la materia, sobre todo tratándose de proyectos que involucran tecnologías de media y alta complejidad.

En muchas ocasiones estos problemas, tienen una repercusión seria sobre las expectativas de crecimiento de las empresas, que en el momento apropiado no pueden responder, por la falta del personal técnico adecuado para lograrlo.

IV.5.4 Desarrollo Tecnológico.

Aunque en ocasiones no se tenga plena conciencia de ello, ni se realice de manera formal, se ha podido observar una alta proporción de actividad tecnológica interna dentro de aquellas empresas que suelen llevar a cabo proyectos de I.I., en forma exitosa. Esto a pesar de que generalmente no se hace uso de la infraestructura de investigación y apoyo tecnológico existente en el país, y de que en términos relativos, las sumas gastadas en estas actividades son pequeñas.

De ésta forma, se ha observado que las firmas más exitosas de la muestra examinada, realizan gastos en actividades tecnológicas, no menores al 10% de sus utilidades, y en algunos casos ésta cifra crece hasta un 20%.

Sin embargo, un tema parece claro, lo actualmente invertido por México en actividades tecnológicas en el campo de la industria Metal-Mecánica, así como en la difusión de información técnica al sector de bienes de capital, es relativamente poco cuando se compara con lo que en esta materia invierten empresas y gobiernos del mundo desarrollado, o incluso de algunos de los países del sudeste asiático.

En opinión de los empresarios encuestados, generalmente no es conveniente llevar a cabo proyectos de Ingeniería Inversa sin adaptar la tecnología a nuestras condiciones específicas, pues por lo general el diseño original no se adapta completamente a las necesidades de la empresa o del mercado, ni a la existencia de los elementos constitutivos de la misma en el país.

Asimismo este tipo de empresa, se plantea constantemente nuevos retos, tratando siempre de implementar procesos de manufactura nuevos y especializados. En lo que corresponde a los gastos en actividades tecnológicas, se ha observado que entre aquellos que corresponden a la adaptación y optimización de tecnologías dentro de los proyectos de Ingeniería Inversa, estos se destinan a un vasto espectro de temas relacionados con:

- i) El diseño de nuevas funciones para productos comunes.
- ii) El aumento de la calidad en los productos.
- iii) El uso de nuevos materiales.
- iv) El mejor aprovechamiento de los equipos disponibles.
- v) La incorporación de equipamientos modernos, de alto nivel de complejidad y automatización.

En muchos casos, las innovaciones adaptativas de las empresas, se limitan a simplificar los diseños y a adaptarlos a las materias primas corrientes en el poco desarrollado mercado nacional de la industria Metal-Mecánica. Pero en otros, las experiencias anteriores y el Aprender Haciendo, les han permitido acumular la capacidad técnica necesaria para competir exitosamente con los modelos importados. Proceso en el cual, la optimización de la calidad del producto ha sido un elemento trascendental de su desarrollo tecnológico.

Por otro lado, se han encontrado los siguientes lineamientos generales, seguidos dentro en los procesos de adaptación de estas empresas:

>Reducir al mínimo la Inversión.

>Tratar de hacer el diseño lo más sencillo posible. De tal forma que se cumplan tres requisitos básicos: a) Que sea lo más adecuado a las habilidades de la mano de obra local, b) Que quede dentro de las posibilidades técnicas de la empresa y facilite su manufactura, c) Que la máquina sea de mantenimiento simple.

>Aumentar la calidad del trabajo realizado por la máquina, junto con un aumento en su eficiencia productiva, a través de un diseño adecuado a las condiciones específicas exigidas.

>Eliminar o Intercambiar por otras de diseño propio, todas las piezas que no implican desarrollos tecnológicos complejos, pero si un alto costo dentro del contexto nacional. Considerando, a la vez, que los materiales a usarse sean de fácil adquisición.

De tal forma, se reciben indicios ciertos sobre cómo orientar las innovaciones adaptativas, a través de tareas de seguimiento. Así, el seguimiento de los productos es una de las principales fuentes de aprendizaje tecnológico, aunque en algunas ocasiones este se vea limitado, principalmente debido a la falta de presupuesto para el efecto. Dicha ingeniería original de producto, ha derivado en muchos casos, en la realización de un proyecto de Ingeniería Inversa.

En opinión de las empresas analizadas, se debe aplicar la Ingeniería Inversa solamente sobre aquellas tecnologías que sean las más apropiadas a la calidad y características de los insumos (tanto de materia prima como humanos) con los que se cuenta en nuestro país, lo que las lleva a creer, que no necesariamente se tienen que seguir muy de cerca a las tecnologías más avanzadas, si no a aquellas que son las más adecuadas, tanto para satisfacer las necesidades identificadas, cómo para dar un uso eficiente a nuestros recursos.

Por otro lado, se piensa que el proceso de compenetración con tecnologías de avanzada deberá ser gradual, y a través de la cooperación con otras empresas, para que de la comunicación resultante se puedan obtener nuevos conocimientos tecnológicos. Esto es considerado como parte de la estrategia del Aprender Haciendo de las empresas. Así, muchas veces, es necesario unirse y compartir experiencias con otras organizaciones que ayuden a caracterizar las partes tecnológicamente diferentes, y por lo tanto inapropiadas para los medios tecnológicos con los que cuenta la empresa.

Generalmente (y salvo raras excepciones), no se acostumbra patentar las innovaciones tecnológicas generadas por las empresas, ya que por lo regular se desconfía del sistema de patentes y en muchas ocasiones simplemente no se ve la necesidad de hacerlo, especialmente si se trata de adaptaciones. A veces, las empresas han encontrado serias dificultades para patentar, detectándose una falta de apoyo real por parte de las instituciones responsables de la propiedad intelectual en el país, quienes llegan a considerar como su función el rechazo de solicitudes más que el otorgamiento de patentes.

Se ha encontrado en la mayoría de los casos, que el principal resultado obtenido a partir de la aplicación de la Ingeniería Inversa dentro de la empresa, ha sido el del incremento de los conocimientos tecnológicos de la misma a través de la capacitación del personal mediante el "Aprender Haciendo" y de la Investigación en fuentes de información externas a la firma.

IV.5.5 Infraestructura.

La infraestructura ha resultado ser un factor importante en el desarrollo de proyectos de Ingeniería Inversa, de tal forma que resulta adecuado examinar el comportamiento que ha venido caracterizando a este elemento dentro de las empresas examinadas.

En lo que respecta a los insumos básicos, casi invariablemente dentro de las empresas examinadas se ha manifestado una grave dificultad con los costos, calidad y plazos de entrega en materias primas tales como, el acero y los derivados del petróleo, muchas veces provistas por empresas descentralizadas del sector público.

Esto ocasiona que la ineficiencia operativa de estos sectores, se traslade innecesariamente hacia la industria Metal-Mecánica de bienes de capital, encareciendo la ejecución de proyectos en esta última y dañando en consecuencia, su capacidad competitiva con productos substitutivos importados.

Por otro lado y en forma reiterada, los estudios de caso ponen de manifiesto, la existencia de múltiples dificultades en lo que hace a la utilización de subcontratistas. Se ha observado que existe tan sólo un pequeño grado de subcontratación, si se le compara con la de los países situados en la frontera tecnológica. Por lo que la ausencia relativa de los mismos, debe interpretarse como un problema general de gran importancia para el desarrollo efectivo de proyectos de Ingeniería Inversa dentro del sector de bienes de capital.

De esta manera se pone de manifiesto la inexistencia de empresas serias y responsables dentro de la infraestructura de subcontratación, puesto que éstas se ven caracterizadas por su falta de profesionalismo, principalmente en lo que respecta al control de calidad.

Se ha encontrado que por lo general (y salvo raras excepciones) no se hace uso de la infraestructura de investigación y desarrollo del país, ya que se desconfía de estas instituciones, pensándose que las mismas no reúnen las condiciones adecuadas de calidad y profesionalismo como para poder apoyarse en ellas. Además, la carencia de difusión de los proyectos de investigación, así como de los servicios que pueden ofrecer éstas instituciones fuera de la comunidad universitaria, no permite la vinculación con el sector productivo del país.

IV.5.6 Políticas Sectoriales.

Reiteradamente los empresarios entrevistados indicaron la necesidad de una Cámara Industrial de Bienes de Capital, que sea un verdadero representante de las empresas de éste sector de la industria, ya que se piensa que para que el país llegue a ser tecnológicamente independientes, se requiere como primera condición, de una industria de bienes de capital realmente fuerte.

Asimismo, se piensa que no existen mecanismos suficientes y adecuados de impulso y apoyo económico a las actividades tecnológicas desarrolladas por las empresas dentro del sector. De la misma forma se señala que la política gubernamental proporciona pocas garantías para poder exportar.

El crédito mexicano es considerado como inaccesible debido a su alto costo, lo cual hace aumentar los costos de proyecto más allá de lo permisible. Además, recientemente se ha dificultado mucho el uso de los créditos preferenciales para la industria, debido a cierto tipo de incongruencias presentadas en este sector crediticio.

De ésta forma, se afirma que no existen créditos para los clientes pequeños de origen nacional, y en cambio sí lo hay para los clientes extranjeros, lo que aunado a una política de exportación inadecuada para el sector, impide el desarrollo del pequeño empresario mexicano.

También se ha observado una especial preferencia por parte de las instituciones gubernamentales hacia los productos de procedencia extranjera. Por lo que en opinión de éstas empresas, el gobierno está dejando desprovista de apoyo a la tecnología nacional, al hacer sus compras preferentemente en el extranjero.

De la misma forma, se han encontrado que la gente se encuentra acostumbrada a la marca extranjera, y que hay mucha dificultad en convencer a las personas acerca de las ventajas de la tecnología de origen nacional, o bien, de las restricciones que implica el mercado interno. En resumen, se han detectado graves prejuicios hacia la tecnología de origen interno, tanto en las empresas e instituciones públicas como en las privadas.

Por otro lado, en opinión de los industriales entrevistados, muchas empresas han colaborado en esta situación haciendo un mal uso de la protección arancelaria concedida por el gobierno, al traer tecnologías obsoletas y generalmente no adecuadas para el correcto desarrollo de los recursos y de la tecnología en el país, lo que demerita en gran medida su utilización. Preocupándose únicamente por satisfacer la demanda interna, y olvidándose de la necesidad que tiene el país de aprender las tecnologías más adecuadas a sus recursos y necesidades, creyendo que las cosas continuarían en la misma forma eternamente y buscando como principal objetivo (y muchas veces como el único), el aumento en sus utilidades.

IV.6 CONSECUENCIAS Y RECOMENDACIONES.

Una cantidad importante de las innovaciones logradas en el sector Metal-Mecánico, se transmiten hacia varios renglones de la industria a través de los productos producidos por ésta. Estas características son de particular importancia, puesto que lo anterior lleva indirectamente a cambios tecnológicos en prácticamente todo el sector industrial, además se ser afectado por la maquinaria que adquiere o que produce. Por lo tanto, el sector Metal-Mecánico de bienes de capital debe ser visto como estratégico en términos del desarrollo tecnológico del país. Esto lleva a visualizar las siguientes recomendaciones, en base a las conclusiones presentadas.

IV.6.1 Estrategia Empresarial.

Generalmente la industria manufacturera de bienes de capital, está casada con la tecnología y facilidades de los procesos de producción que posee, cuando menos en el corto plazo. Pero no está atada, de ninguna forma, con algún mercado determinado, por lo que la empresa es libre de explotar o capitalizar sus capacidades de producción en cualquier mercado. Es por esto que al iniciar un proyecto de Ingeniería Inversa, las primeras preguntas planteadas acerca de la tecnología pretendida, deben ser siempre: a)¿Cómo funciona?, b)¿Por qué funciona en esa forma?, y c)¿Cómo se puede adaptar a los medios de producción de la empresa?

Al aplicar la Ingeniería Inversa, la continuación del mismo tipo de proceso productivo le hará ganar mucha más credibilidad en el mercado que un cambio total de giro.

El punto es mantenerse haciendo aquello en lo que la empresa es la mejor; y por ello, para obtener un crecimiento sólido, es necesario adoptar una posición positiva, explotando las fortalezas de la compañía y capitalizando todas las oportunidades relevantes que se le presenten. Las fortalezas de la empresa deben servir para determinar sus objetivos, y no solamente ser vistas como los medios para alcanzar los objetivos.

La actual política gubernamental de estímulo a las exportaciones, podría resultar muy útil en la consecución de una escala más grande de operaciones entre los productores, y en estimular el contacto con las actividades de otras empresas. Sin embargo, esto sólo se puede dar a través de un cambio de actitud de la industria, la que debe dejar de pensar exclusivamente en términos del mercado interno (es decir, solamente en la sustitución de importaciones), y empezar a explorar otros mercados que proporcionen mayores posibilidades de expansión.

Se debe pensar en la Ingeniería Inversa como una fuente importante de desarrollo tecnológico. Ya que de acuerdo a lo analizado, es muy difícil evaluar objetivamente la posibilidad de tener acceso a la tecnología más avanzada de otros países, a un costo mínimo. Por lo que se reitera que hay que intentar seguir la metodología propuesta por la Ingeniería Inversa en primera instancia, puesto que muchas veces es lo más barato, además de ser perfectamente válida.

También existe un factor muy importante dentro del desarrollo de proyectos de Ingeniería Inversa, que es el de la actitud crítica, sin complejos de inferioridad, que debe prevalecer dentro del grupo de Ingeniería Inversa, al tratar de librarse de la dependencia tecnológica, que ha provocado el uso indiscriminado de tecnología de origen extranjero.

IV.6.2 Administración de la Información.

El acceso a una fuente de información tecnológica, es un factor de consideración en el desarrollo de la capacidad para realizar Ingeniería Inversa en las empresas, y en la determinación del ritmo de acumulación o de dominio del conocimiento técnico dentro de las mismas. El acceso a la asistencia tecnológica externa, ha permitido a ciertas empresas garantizar un determinado nivel de calidad que desde el primer momento supera el adquirido por las de desarrollo exclusivamente interno.

La creación de Centros Sectoriales de difusión de información (además de los ya existentes), evaluación de nuevas tecnologías, etc., en los que participen tanto empresas del sector privado como profesionales y técnicos del aparato universitario, así como de institutos de investigación y de empresas descentralizadas del estado, debe considerarse como prioritario si es que se quiere cumplir de manera efectiva con la difusión de información técnica.

También se debe fomentar la organización de programas diversos de difusión de información técnica, a través de ferias, visitas de planta, diseminación de documentación de patentes, cursos y conferencias, etc. De tal forma, que se pueda estimular el diálogo entre usuarios, empresas, e institutos de I&D., normalización y estandarización, etc. En particular la promoción del uso de la información contenida dentro de los documentos de patente es fundamental, considerando que estos reflejan en forma precisa el "estado del arte" de cualquier tecnología.

Los mecanismos de apoyo a la industria, deberían de difundirse y promoverse en una forma más activa, lo que a su vez exige aumentar el diálogo tecnológico entre el sector productivo y el aparato universitario, en cuanto se requiere del desarrollo de estos proyectos de información altamente especializada, así como de personal de alto nivel de capacitación, con el objeto de fomentar la implementación de proyectos de Ingeniería Inversa.

IV.6.3 Factor Humano.

A pesar de que una gran cantidad de la innovación tecnológica en el sector Metal-Mecánico se encuentra asociada al factor laboral, existe una fuerte interacción complementaria entre la maquinaria y la mano de obra en muchas de estas actividades (a través del Aprender Haciendo). Sin embargo, se ha encontrado una inmadurez general dentro del sector, ya que escasea la mano de obra capacitada y los técnicos especializados no están adecuadamente preparados. Esto se podría solucionar, en opinión de algunos de los empresarios entrevistados, a través de la rehabilitación de gente con experiencia en el sector, cómo serían los ingenieros jubilados, de tal forma que puedan transmitir su experiencia de manera efectiva a las generaciones más jóvenes de ingenieros; y quizá también, a través de la invitación a trabajar en el país, a técnicos de procedencia extranjera altamente especializados.

Así pues, la puesta en marcha de programas de colaboración en actividades tecnológicas, llevados a cabo entre profesionales del sector universitario y personal de empresas públicas y privadas de la industria Metal-Mecánica, es un punto clave en el logro de estos objetivos. El aumento del gasto público en educación profesional y técnica, la reconsideración de contenidos curriculares y creación de especialidades y capacitaciones intermedias, son otros factores a ser considerados.

Por otro lado, resulta evidente que el rol del líder de proyecto en la Ingeniería Inversa, es típicamente el de un agente interno difusor de la información, además de cumplir con otras cualidades esenciales para el adecuado desarrollo de los proyectos de Ingeniería Inversa, por lo que éste merece que se le preste una mayor atención, de la que se le ha prestado hasta ahora, en el campo de la producción industrial.

IV.6.4 Desarrollo Tecnológico.

Otro elemento importante en los proyectos de Ingeniería Inversa, es el ambiente tecnológico existente en las áreas de desarrollo de ésta industria. El desarrollo del sector metal-mecánico requiere de la creación de instituciones estables, que puedan organizar y crear capacidades técnicas básicas (ya sean o no de carácter empírico) que se acumulen a lo largo de los años desde las formas más simples de operación de las máquinas, hasta el diseño de los productos más avanzados.

Es por ello que se debe seguir una política por parte de todos los sectores, hacia el apoyo en la creación de un soporte de habilidades tecnológicas, particularmente con el objetivo de conocer lo que está sucediendo en los países que se encuentran a la vanguardia del desarrollo tecnológico y permitir la selección entre una amplia gama de caminos diferentes a seguir.

La transferencia de tecnología, no debe significar simplemente la iniciación de una planta o proyecto, sino que de allí en adelante es necesario la constante asimilación, adaptación e innovación en la planta de productos, procesos y organización técnico-administrativa, de acuerdo al tamaño y características del mercado, capacitación de técnicos y operarios, precios de recursos, características de materias primas, y en fin todos aquellos factores derivados de las diferencias con el país de origen de la tecnología, además de aquellas que se presentan debido a las características específicas de la empresa. Todo lo cual nos lleva hacia la efectiva adquisición de tecnología.

Al importar del exterior, equipos, procesos, diseños, etc., sin que se de un proceso de asimilación y adaptación subsecuente, se da poca cabida a la utilización de la capacidad científico-tecnológica nacional, y como consecuencia se da la dependencia tecnológica. Aquí lo importante es tener criterios de selección de prioridades, con el objeto de elegir opciones técnicas adecuadas a los recursos y necesidades del país.

A nivel empresa, se requiere de una permanente y clara comunicación entre los especialistas de diseño y los proveedores de equipo y materiales, de tal manera que la asimilación de tecnología contemple el entorno y se pueda lograr el máximo de integración nacional, a través de las especificaciones, normas y estándares de ingeniería.

Es importante observar también, que mucha de la nueva tecnología de control numérico resulta especialmente apta para la producción por ordenes individuales (cómo lo son las máquinas transfer) y por ello debe verse como particularmente útil para el tipo de programas de producción predominantes en estas empresas.

Por otro lado, un principio básico para abordar los problemas que presenta la aplicación de la Ingeniería Inversa, es el de ir de lo más elemental a lo más complicado. Esto permite desmitificar el alto grado de sofisticación con el que llegan algunos equipos y procesos. Asimismo, es determinante para el grupo de I.I., no aislarse en sus únicos esfuerzos, ya que el mantener relaciones con otros polos de desarrollo en la misma área es indispensable en el transcurso de proyectos de éste tipo.

En resumen, la eficiencia de un mecanismo cómo el de la Ingeniería Inversa debe evaluarse en función no únicamente de competitividad entendida como rentabilidad económica, sino también como competitividad en términos de confiabilidad y eficiencia de dispositivos y equipos. Es posible que el costo de un prototipo sea más alto que el de un equipo comprado, pero se estará dando sentido y coherencia al sistema formativo superior y de apoyo tecnológico, y en todo caso se estará seguramente en camino de atenuar la dependencia tecnológica con respecto al extranjero.

IV.6.5 Infraestructura.

La idea es aumentar significativamente un tipo de esfuerzo tecnológico que, aunque parcialmente, hoy ya es encarado por el sector privado, el papel de liderazgo del sector público es más notorio. Es obvio que a medida que aumentan la incertidumbre y el riesgo, que los periodos de maduración se tornan más extensos, y que el tipo de recursos humanos y equipamiento necesarios para la tarea exploratoria se vuelven más sofisticados y complejos, menor resulta la probabilidad de que el sector privado asigne recursos suficientes cómo para desarrollar localmente una base científico-tecnológica de utilidad.

Si bien es cierto que en México, aún no se ha institucionalizado el proceso sistemático y planificado de producción de tecnología, tal y como lo observado en los países industrializados (ver capítulo primero), si se han hecho intentos muy loables hacia la consecución de ese objetivo, y como muestra de ello, se tienen en el país instituciones de investigación aplicada de gran prestigio internacional, que nos demuestran que hay interés por parte del gobierno en alcanzar un cierto grado de desarrollo tecnológico. Sin embargo, parece ser que la industria aún no está lo suficientemente consciente de la necesidad de seguir este proceso, por lo que resulta de trascendental importancia tratar de crear y estimular esa conciencia "tecnológica", indispensable para el desarrollo del país, promoviendo la utilización de estos centros de investigación.

En virtud de que la infraestructura es muy escasa y de calidad muy pobre, la industria se ve obligada a integrarse verticalmente en forma excesiva, lo que representa una fuerte elevación en los costos de manufactura. Esto es indicativo de la urgente necesidad de un cambio de actitud en la misma, lo cual se podría lograr fomentando la competencia entre las diversas empresas de éste sector. Un esfuerzo programado en esta materia tendría que empezar a través de un programa amplio de estandarización y normalización de partes, piezas, subconjuntos, materiales, etc.

Debe realizarse un esfuerzo hacia la maximización en la utilización de la infraestructura de base, para de esta forma eliminar problemas internos y que la empresa pueda dedicarse exclusivamente al diseño y armado de los productos, pudiendo hacer especial énfasis en el control de calidad.

Lo anterior ayudaría a identificar una serie de actividades en las que las economías de escala posibles de ser alcanzadas, por vía del desarrollo de subcontratistas especializados, son lo suficientemente importantes como para transformar a dichas ramas en prioritarias, dentro de la agenda de política industrial. Las piezas de fundición, los engranajes, los motores eléctricos, etc., constituyen candidatos obvios dentro de un programa nacional de estandarización y normalización de partes, piezas, subconjuntos, etc., en el que colaboren oficinas del sector público, cámaras empresariales y firmas particulares.

Los incentivos fiscales convencionales, o acuerdos de carácter directo con los sectores empresariales, pueden imaginarse como posibles vías de implantación de una infraestructura de subcontratistas especializados. Dichas acciones deberían complementarse con otras de difusión de información, fortalecimiento de los canales de financiamiento para la pequeña y mediana empresa, y otras actividades semejantes, que favorezcan la consolidación de un sector hoy francamente precario e ineficiente.

IV.6.6 Políticas Sectoriales.

Dado el tamaño del mercado nacional y de las circunstancias económicas por las que atraviesa el país, la producción de las empresas Metal-Mecánicas de bienes de capital, debería involucrar coeficientes altos de exportación.

Así, es la decisión de exportar masivamente un producto estandarizado y homogéneo lo que aparece como el estímulo primario para el montaje de una línea de producción continua., razón por la que la radicación de plantas de este tipo, necesariamente tiene que ir acompañada de un paquete amplio de medidas de política industrial, que favorezcan, o al menos no desestimulen, la búsqueda de mercados internacionales.

Esto lleva a que debería de hacerse más efectiva la participación de instituciones públicas, mediante medidas tales como la creación de un certificado de promoción, que garantice la calidad de los productos de empresas nacionales dentro de esta industria a nivel internacional. Sin embargo, es el hecho de crear una atmósfera de relativa estabilidad en el programa de política económica, evitando la erraticidad y los cambios bruscos de dirección que conspiran contra los proyectos en este sector, lo que sin duda lograra conseguir los mayores beneficios.

Emplear el "compre nacional" como mecanismo de consolidación de la industria Metal-Mecánica del país, especialmente en ramas donde la producción es a pedido, o por ordenes individuales, y donde el estado es el principal demandante a través de sus obras de infraestructura. Todo lo anterior indica la urgente necesidad de dar preferencia en las compras por parte de instituciones y entidades oficiales, a las empresas que hayan demostrado su capacidad, proporcionando condiciones de compra adecuadas. Así como la creación de un respaldo efectivo, por parte del gobierno, hacia los nuevos productos que genera el sector.

Sería conveniente seguir la política de fomentar los consorcios industriales pequeños, que son muy innovadores tecnológicamente hablando y mediante los cuales se podría disminuir la dependencia tecnológica del exterior (ya que por lo general a la gran industria le ha sido mucho más fácil y cómodo, comprar la tecnología "llave en mano" en el exterior, y seguir dependiendo de la misma por tiempo indefinido). Lo cual debería venir aunado a un cambio radical en la mentalidad del industrial mexicano, con el objeto de que tenga una visión más a futuro y menos mercantilista.

Estimular por vía fiscal, crediticia, etc., los gastos en actividades tecnológicas llevadas a cabo por el sector privado. Elaboración de metodologías de evaluación de proyectos de éste tipo, y una agenda de prioridades en materia de desarrollo adaptativo. Encarar programas conjuntos de Investigación básica y aplicada en campos de frontera buscando mejorar el diálogo y la inter-comunicación entre el aparato universitario y el sector productivo. Legislación estimulando la inversión en equipamiento moderno, los gastos de capacitación y re-entrenamiento de mano de obra, etc; Deberían constituir la base para confeccionar una agenda de proyectos de Ingeniería Inversa, que involucren la adecuación y optimización de tecnologías ya conocidas, a ser encarados por los distintos elencos de ingeniería de las empresas Metal-Mecánicas de bienes de capital.

En resumen, y con el objeto de poner al servicio de la sociedad los efectos positivos provenientes de la aplicación efectiva de la Ingeniería Inversa, así como de aquellos derivados a partir del desarrollo tecnológico generado por ésta última. El gobierno debería de respaldar directamente éste tipo de actividad, a través del apoyo a los empresarios y al uso de las tecnologías de origen local (o bien, a aquellas adaptadas en el país).

V GESTIÓN DE PROYECTOS DE INGENIERÍA INVERSA.

" No censuro que nos informemos mirando al prójimo ejemplar; al contrario hay que hacerlo, pero sin que ello pueda eximirnos de resolver luego, originalmente nuestro - propio destino. "

José Ortega y Gasset. [20]

Como cualquier otra actividad dentro de la empresa, la Ingeniería Inversa (o abreviando I.I.) también involucra personas, y no importa lo grande o pequeña que ésta sea, se debe de contar con un grupo especial dedicado a la operación de éste proceso. Sin embargo, los resultados de la investigación demuestran, que debido principalmente al enfoque que se le ha dado a ésta actividad (es decir, que su realización se pospone hasta que es indispensable), las empresas no se preocupan realmente por tener gente preparada y experimentada en la materia, así como tampoco, por llevarla a cabo en forma organizada y sistemática.

Así, cuando se detecta cómo necesaria la aplicación de la metodología propuesta por la I.I., esta siempre se implementa en forma desorganizada y poco planeada, presentándose como elemento crítico la carencia del factor humano adecuadamente preparado en su realización. Esto es indicativo de la necesidad de desarrollar un planteamiento, que nos conduzca hacia la planeación efectiva de la Ingeniería Inversa dentro de la empresa.

Este capítulo tiene como propósito, el de presentar una serie de recomendaciones, con carácter general, para la implementación de proyectos de Ingeniería Inversa dentro de las empresas, que de manera preferente pertenezcan al sector Metal-Mecánico de bienes de capital, aunque en muchos aspectos puedan ser extensivas hacia toda la industria.

V.1 METODOLOGÍA DE LA INGENIERÍA INVERSA.

Esta metodología se deriva de los resultados presentados en el capítulo anterior, observados a partir de los casos de estudio y tiene como objetivo presentar los pasos que resulta aconsejable seguir, para llevar a cabo la Ingeniería Inversa de una manera más eficiente. Cada uno de estos pasos se expondrá en forma breve y sencilla. Esto en razón a que dentro de la metodología caben múltiples posibilidades, por lo que se debe contemplar una alta flexibilidad.

V.1.1 Reconocimiento de la Oportunidad.

El reconocimiento de la oportunidad de realizar Ingeniería Inversa, se puede dar de dos maneras: Espontánea y Sistemática.

Espontánea sin que intervenga ningún tipo de presión externa, excepto quizá, la de los clientes y la de mantenerse competitivos. Y Sistemática, a través de un proceso en el que la decisión final es obligada.

[20] "Obras Completas", Tomo IV, Ed. Revista de Occidente, Madrid 1971, p.315.

Esto último se da, cuando se realizan estudios especiales de búsqueda de oportunidades de negocio, o bien, cuando se utilizan técnicas para examinar las debilidades y fortalezas internas de la empresa.

Una vez que se ha identificado la oportunidad, ésta puede clasificarse de acuerdo a su origen, como perteneciente a dos grandes grupos:

a) Externa (o de Mercado); En las que se identifican demandas reales y potenciales.

b) Interna (o de la Empresa); Derivadas de una factibilidad técnica, operativa, y/o económica que se genera dentro de la firma.

Los casos estudiados muestran la importancia de considerar las necesidades del usuario directo de la tecnología; sin embargo, hay que tener presente que las necesidades de los clientes generalmente se especifican en una forma muy imprecisa. En otros casos, donde los proyectos tienen una clara orientación hacia el proceso de producción, o hacia la tecnología de equipo, la influencia de las necesidades del usuario es indirecta.

V.1.2 Investigación Primaria.

Es conveniente definir en forma general, lo que se requiere, a través del análisis de los principios básicos de funcionamiento de la tecnología original, lo que ayudará a determinar el nivel de la complejidad tecnológica, así como los recursos técnicos y económicos de los que será necesario disponer.

Posteriormente será necesario realizar una búsqueda de información primaria, en la que se deberá obtener toda la documentación técnica que sea posible conseguir en un lapso corto de tiempo, acerca de aspectos relacionados tanto de forma directa como indirecta a la primera definición de las necesidades. La búsqueda podrá realizarse en artículos técnicos, folletos, catálogos comerciales, normas y especificaciones, manuales de operaciones, etc.

Tendrá que efectuarse una evaluación primaria del mercado, con el objeto de caracterizar en forma adecuada todas aquellas alternativas tecnológicas equivalentes a la que se desea. Así como determinar en una primera aproximación, las potencialidades comerciales de esta tecnología.

Esta fase tiene como objetivo el de obtener una primera caracterización del producto en cuestión, y así poder decidir si el proyecto tiene las cualidades suficientes para realizar un estudio detallado de sus posibilidades.

V.1.3 Desarrollo de Formulaciones.

Una vez concluida la etapa anterior, es recomendable hacer la clasificación, el análisis, la síntesis y la asimilación de la información recopilada en esa fase.

En base a los resultados del punto precedente, hay que definir en forma precisa las características, tanto técnicas como económicas de lo que se requiere.

Es decir, que aquí deberán quedar perfectamente definidas y comprendidas todas aquellas funciones primarias que se pretendan satisfacer, por lo cual es muy importante, la comunicación con los posibles usuarios de la tecnología.

A continuación deberán generarse una serie de alternativas, formulando distintas posibilidades, mediante la utilización de técnicas de creatividad que estimulen la generación de ideas del equipo de Ingeniería Inversa de la empresa, tales como la tormenta de ideas, mismas que deberán mejorarse en cantidad y calidad, ya que su generación es indispensable para el correcto desarrollo del proyecto.

En las diferentes alternativas, es importante incluir las características más favorables de la tecnología existente en el mercado, tratando de aprovechar sus cualidades al máximo. Estas, deberán pasar por una primera etapa de evaluación, considerando aspectos técnicos y financieros en relación a los recursos con que cuenta la empresa. De tal forma que al final del proceso, se deberá contar con un grupo de posibilidades distintas, enfocadas a la solución de los problemas específicos (tanto técnicos como de mercado), que presenten buenas probabilidades de poderse desarrollar dentro de la empresa.

V.1.4 Investigación Secundaria.

Una definición clara de cada alternativa, establece los antecedentes para su evaluación definitiva. Para que una idea pueda ser puesta a consideración, debe quedar especificada en una forma comprensible para otras personas que en un momento dado puedan efectuar contribuciones de valor para su éxito.

En esta etapa, es necesario estar consciente de que la Ingeniería Inversa se realiza generalmente con la ayuda de información detallada, con respecto a cada una de las opciones definidas, que deberá incluir los siguientes puntos:

- + Identificación de patentes vigentes y vencidas relacionadas o específicas sobre el producto o proceso.
- + Análisis de Productos Equivalentes.
- + Obtener de la información tecnológica de dominio público sobre el sector específico de aplicación.
- + Análisis de la posibilidad de conseguir una muestra física del producto.
- + Investigar la disponibilidad en el país de materiales y componentes, con los posibles proveedores.

En los casos donde se cuente con pocos datos o se carezca de experiencias previas al respecto, será doblemente necesario efectuar una búsqueda intensiva de información técnica especializada, que permita aclarar cualquier duda.

Asimismo se deberá estar consciente acerca de la importancia que representa para la Ingeniería Inversa, la información contenida en los documentos de patente, a lo que se hará referencia posteriormente.

En paralelo deberá llevarse a cabo, la búsqueda de partes, componentes y materiales sustitutos de fabricación nacional, además de los estudios de factibilidad de innovaciones adaptativas, que permitan a la par de mayor economía, mejoras en calidad, aprovechamiento integral de equipos industriales instalados, y sobre todo integración nacional desde el punto de vista de insumos estratégicos críticos.

En estas actividades es importante comprender, la importancia de saber utilizar en forma adecuada los servicios de una agencia o firma especializada de consultoría, o de los centros de auxilio tecnológico creados para el efecto.

V.1.5 Estudio de Factibilidad Técnico-Económica.

En base a la clasificación, el análisis, la síntesis y la asimilación de toda la información recopilada, acerca de las diferentes posibilidades generadas. Se deberán analizar éstas al detalle y en profundidad, desde el punto de vista de los recursos técnicos de diseño y producción con los que cuente o pueda contar la empresa en un momento determinado. Este análisis deberá incluir una evaluación exhaustiva de la complejidad tecnológica de cada alternativa.

Una vez que se vislumbran posibilidades de mercado, deberá llevarse a cabo un análisis económico, en donde se deberán tomar en cuenta tanto los recursos financieros como humanos con los que cuenta la empresa, con respecto a las exigencias de cada una de las opciones; a partir de lo cual se deberá llegar a la obtención de un presupuesto aproximado para cada una de las mismas.

Es importante revisar toda la información esencial con el objeto de formular cuadros comparativos de las cualidades contra los defectos para cada alternativa, y con ello obtener una comprensión clara de estos factores. Reuniendo adecuadamente la información en un documento final.

La evaluación tecnológica de cada alternativa debe de tomar en cuenta las tendencias, de manera que permita comparar entre si y en forma anticipada, las alternativas para un proyecto determinado.

Debe de tenerse especial cuidado en la evaluación de un proyecto de Ingeniería Inversa que tenga por objetivo el satisfacer exclusivamente una necesidad interna de la empresa, ya que si se trata de una tecnología con la que no se esté muy familiarizado, en muchas ocasiones es preferible comprarla y aplicar un posterior proceso de asimilación sobre la misma.

Considerando el avance realizado hasta éste punto, deberá tomarse la decisión acerca de continuar o no continuar con el proyecto de Ingeniería Inversa, definiéndose cual (o cuales) de las alternativas analizadas podrá (o podrán) proporcionar un máximo de beneficios, tanto en lo que respecta a la obtención de utilidades como al de la adquisición de conocimientos tecnológicos. Esto con el objeto de evitar mayores costos en las etapas posteriores.

Deberá de elaborarse un programa en el que se incluyan tiempo, metas y objetivos, tomando en cuenta un alto grado de flexibilidad. Asimismo debe hacerse un uso intensivo de las instalaciones piloto y de los laboratorios, ya existentes dentro de la infraestructura de investigación tecnológica nacional, en institutos y universidades.

El objetivo de éste análisis, es el de examinar cada opción, a la luz del conocimiento disponible, de tal forma que no se desperdicien tiempo y dinero en el desarrollo de una idea que no representa buenas posibilidades, en términos de los recursos de la empresa.

V.1.6 Diseño Conceptual.

Dentro del proceso de desarrollo tecnológico de la empresa, una de las técnicas de optimización y de reducción de costos más simple que existe, es la de utilizar tecnologías ya existentes. La clave del método consiste en encontrar la respuesta a la pregunta: ¿Cuál es la función medular con que cumple éste producto?, con el objeto de comprender la esencia funcional del mismo, y poder adaptarlo a nuestras necesidades específicas.

Obtención de Soluciones.

En base a la información recopilada en la búsqueda bibliográfica, y/o a aquella extraída a partir del análisis de una muestra física del producto en cuestión, deberá obtenerse una solución (o varias soluciones) que se caracteriza (o caracterizan) por lo siguiente:

+ Tener las cualidades técnico-económicas que se adecúan de la mejor manera posible a las necesidades y a los recursos de la empresa, o bien, aquellas que son las más fáciles de poderse adaptar, o que simplemente son las más funcionales.

+ Es la tecnología que aprovecha las características más favorables de las alternativas ofrecidas en el mercado, una vez que se han evaluado todas las posibles oportunidades de adaptación a las condiciones específicas de la empresa y/o a las exigidas por los clientes.

Diseño.

El diseño conceptual del producto deberá de llevarse a cabo, en base a las siguientes consideraciones:

A) Análisis de las posibilidades de adaptación de la tecnología en base a:

- a) Qué el producto sea lo más adecuado para las habilidades de la mano de obra local.
- b) Qué el diseño quede dentro de las posibilidades técnicas de la empresa y a la vez se facilite su manufactura.
- c) Qué el producto sea de mantenimiento simple.

B) Determinación de Dimensiones y Tolerancias. Las dimensiones se deberán obtener directamente a partir del estudio de las piezas, mientras que las tolerancias podrán determinarse, en la generalidad de los casos, a través de la experiencia del diseñador técnico, con el auxilio de algún código o de normas (como pueden ser las ISO, o las ASME); con el propósito de determinar las tolerancias, que sean las más apropiadas para cada caso específico.

C) Determinación de Especificaciones de los materiales del Producto. Este es un punto primordial en el aspecto técnico, sobre todo si se cuenta con una muestra física, ya que mediante toda una serie de ensayos destructivos o no destructivos (dependiendo de las necesidades particulares de cada equipo) se deben determinar con exactitud: las materias primas, procesos de fabricación y características propias de las piezas, o materiales a ser substituidos.

Se deberán deducir sugerencias para especificaciones alternativas a ser utilizadas en México, de acuerdo a los procesos existentes y materiales en el mercado nacional, basandose en los estudios anteriormente realizados.

Se deberá elaborar el informe completo correspondiente, el cual se basará en los resultados de: a) Análisis no destructivo exterior, b) Cortes seccionales, transversales y longitudinales de partes representativas de las piezas, c) Análisis químico/metalográfico completo, tanto a regiones de masa como a regiones de masa como a regiones con tratamiento térmico incluidos los análisis para determinar espesor de recubrimientos cuando los hay.

Quando se trata de aleaciones de las cuales no se tienen referencias en la literatura publicada internacionalmente, se deben efectuar pruebas físicas completas que incluyen: Resistencia a la tensión, a la fatiga, al impacto, y dependiendo del uso, podrán efectuarse estudios de termofluencia para determinar resistencias a altas temperaturas y curvas de transformación.

Asimismo se deberá ejecutar una integración de información, interpretación, determinación de parámetros metalúrgicos y mecánicos a controlar en el proceso de fabricación y determinación de especificaciones.

En caso de que no se cuente con una muestra física del producto, la documentación precisa resultará determinante para la obtención de resultados positivos en los proyectos de ésta naturaleza.

D) Recopilación de dibujos de Ingeniería. Mediante el desarrollo del análisis comparativo, desde el punto de vista de funcionalidad y apoyados en los estudios anteriores, en aquellos grupos homogéneos considerados como críticos dentro del dispositivo con respecto al original. A partir de lo que se deberá realizar el cálculo y diseño de cada uno de los elementos que componen la máquina, así como el desarrollo de subensambles, con el objeto de tener una memoria de cálculo de cada uno de los elementos integrantes del dispositivo.

A partir de ésta etapa deberán elaborarse bajo las normas correspondientes, los planos de ingeniería de conjunto de la máquina, con el objeto de obtener los planos constructivos globales de la misma.

Así como los dibujos de ingeniería de detalle, de partes y componentes, el diseño y cálculo de los sistemas eléctricos e hidráulicos auxiliares, y el diseño y metodología de fabricación de los modelos necesarios para producir las piezas de fundición que se necesiten.

E) En base a todos los datos obtenidos, tanto de los ensayos de las piezas que constituyen el equipo, como de la información técnica recopilada, se elaboran informes con sugerencias para su fabricación dentro de la empresa.

Tales informes deberán ser muy claros en lo que respecta a las especificaciones completas a que deberán estar sujetas las piezas, partes o materiales de fabricación tanto externa como interna, substitutivos de los originales.

F) En cuanto se determine que se cuenta con los elementos de juicio suficientes para la evaluación de substitución, se debe realizar un proceso completo de revisión de especificaciones de estas piezas y partes, con el objeto de efectuar una estandarización tanto de materiales y especificaciones como de procesos de fabricación, lo más completa posible, de tal forma que se pueda maximizar la eficiencia en la utilización de subcontratistas de proceso de fabricación, así como de partes y componentes con el objeto de optimizar el costo.

Asimismo se deberá llevar a cabo un intercambio de piezas por otras de diseño propio o de origen nacional, sobre todo en las piezas que no implican desarrollos tecnológicos complejos y están asociadas a un alto costo.

Es de fundamental importancia comprender el papel que debe jugar la infraestructura tecnológica dentro de éste tipo de proyectos, como el eslabón entre la oferta de conocimiento y la demanda para su uso, con el propósito de poder utilizar ésta infraestructura de la manera más eficaz, y por lo tanto, más productiva.

V.1.7 Construcción de Prototipos.

Se propone el desarrollo gradual de prototipos, y pruebas sobre las piezas, de tal forma que sobre la marcha se vayan comprobando los resultados y corrigiendo fallas o errores, para finalmente decidir el diseño para el proceso de producción, de tal forma que se asegure una maximización de la calidad del producto, y se eviten problemas durante su industrialización. En esta se incluyen las siguientes actividades:

Colocación de Ordenes de Compra.

- a) Por materias primas: aceros especiales, placa de hierro, bronce, piezas fundidas.
- b) Por partes y componentes estándar: rodamientos, motores eléctricos, tornillería, bandas, etc.

Fabricación.

De todos los elementos constituyentes de los diferentes prototipos. En donde es muy importante utilizar la metodología de prueba y error, basándose en la retroalimentación obtenida a partir de la aplicación del proceso de aseguramiento de la calidad del prototipo.

El modelo deberá reflejar una aproximación realista entre los materiales disponibles, principios de operación, y requisitos establecidos. Deberá trabajar bajo condiciones de funcionamiento reales, y poder duplicar las cualidades que se desean en el producto final.

Aseguramiento de Calidad.

Se deberá aplicar y seguir un sistema de aseguramiento de calidad de los substitutivos (partes, piezas o materiales) que vayan a ser fabricados en el país, y que se hayan considerado como determinantes para el correcto funcionamiento del dispositivo.

Esto implica un seguimiento completo de fabricación, en la planta productiva, que va desde verificación de materia prima hasta la de calidad de producto terminado. Además se deberán considerar inspecciones de calidad en cada uno de los procesos intermedios de elaboración del producto, lo que incluye: Análisis de materia prima a ser utilizada, seguimiento de cada una de las operaciones de fabricación para verificar calidades de materiales de entrada-salida, verificación continua de dimensiones, metrología y verificación final de calidad de material, que cumpla con las especificaciones determinadas anteriormente. Las actividades de control en los procesos comúnmente involucrados son las siguientes:

+ Materia Prima. Inspección completa de materia prima previo al inicio de fabricación de la pieza. La inspección debe hacerse con énfasis en defectos superficiales e internos, que sean nocivos al proceso a que se vaya a someter. Incluyendo metrología y calidad del material proveniente de fundición, si este es el caso.

+ Premaquinado. Posterior al premaquinado, se deberá efectuar una inspección detallada, en cuanto a posibles defectos de superficie que pudiesen ser perjudiciales a la calidad durante el proceso de forja.

+ Forja. Previo a cualquier proceso de forja, se deberán efectuar revisiones de la forma geométrica de la cual se parte y después de que se tenga formada, para determinar en un momento dado, el porcentaje de reducción y fibrado de la estructura. Posterior a la forja, se efectúa un análisis no destructivo, tanto para verificación de no existencia de defectos internos como superficiales, de la pieza forjada.

+ Maquinado Intermedio. Al finalizar el maquinado y previo al envío de la pieza a tratamiento térmico, se efectúa una inspección para determinar la presencia de defectos superficiales provocada por el maquinado (por lo regular mediante la utilización de Pruebas No Destructivas P.N.D.); y en caso de observarse cualquier anomalía indicativa, se debe efectuar inspección para determinar carencia de defectos internos.

+ Tratamiento Térmico. Se debe efectuar una inspección durante el proceso, en la cual se verifican: condiciones de calentamiento, atmósfera de horno o materia prima para cementación, condiciones de enfriamiento, control de enfriamiento, y control de calidad. En caso de dudas de la penetración de cementación, previo al tratamiento térmico, será necesario obtener una muestra integral al cuerpo de la pieza, para análisis destructivo indicativo de penetración de cementación.

Al final del tratamiento térmico, cuando la pieza ha sido destinada al maquinado final, deberá efectuarse una inspección completa no destructiva para determinar durezas superficiales, metrología determinativa de carencia de distorsiones geométricas y textura superficial de partes que ya no serán sometidas a maquinado.

+ Maquinado Final. En caso de dudas, durante el maquinado final de la pieza, se deberá efectuar un muestreo para verificación de análisis químico. Al final del maquinado, se efectúa una inspección no destructiva para asegurar carencia de defectos superficiales, textura, microestructura, dureza, homogeneidad de dureza en diferentes partes de la pieza, carencia de defectos internos y análisis metrológico completo, que asegure la fabricación de la pieza, de acuerdo a las especificaciones dimensionales del dibujo.

Lo anterior se podría llevar a cabo en colaboración con alguna institución de desarrollo tecnológico, o bien, con alguna institución académica que tuviera las instalaciones y el equipo requeridos.

Armado.

De todos los prototipos considerando posibles pruebas de corrección. En la mayoría de los casos, el aseguramiento de calidad deberá incluir el armado de conjuntos, en especial cuando se trata de elementos críticos para el adecuado funcionamiento del equipo.

Pruebas sobre los Prototipos.

Cuando sea necesario (por la falta de éstos elementos en la empresa), se deberá hacer uso intensivo de las instalaciones y laboratorios de la infraestructura tecnológica nacional, con el objeto de que los prototipos sean sometidos a pruebas completas a escala industrial y bajo condiciones idénticas a las que se presentan en el equipo original. Las pruebas se dividen en dos tipos principales:

+ De Laboratorio; En donde se deben realizar pruebas de funcionalidad y de vida, al mantener operando los diferentes prototipos de manera continua un cierto número de horas para luego desarmarlos, de forma que se les puedan realizar pruebas más específicas con el objeto de determinar el desgaste y el comportamiento mecánico general, bajo condiciones de funcionamiento extremas.

+ De Campo; A través de la realización de pruebas técnicas de producción, bajo condiciones de funcionamiento normales, con el objeto de determinar el mantenimiento y el costo de operación de los prototipos.

Cuando los prototipos no se desenvuelven en la forma deseada durante las pruebas, los resultados de las mismas se deberán evaluar, para determinar nuevos requerimientos de diseño. Por lo general, los prototipos tienen un carácter evolutivo, por lo que aquí se requiere de paciencia, consistencia, y profundidad. Es conveniente tener cuando menos dos o tres prototipos para poder alcanzar diversos objetivos, y acelerar el proceso total.

V.1.8 Industrialización.

Cuando se obtiene un prototipo satisfactorio, este debe someterse a un análisis económico de su manufactura económica. Este análisis debe incluir las revisiones y modificaciones necesarias para obtener una producción a bajo costo, cambios sugeridos por el equipo disponible, capacitación de la mano de obra, consideraciones de partes, subensambles y materiales a ser adquiridos, etc.

Es importante llevar a cabo un monitoreo continuo de las aplicaciones que le dan los usuarios a la tecnología que generalmente conduce a la obtención de información valiosa acerca de las necesidades del usuario que no han sido satisfechas, además de la posible detección de oportunidades de desarrollo de productos relacionados. Esta detección de oportunidades puede llevar a la integración gradual de una línea de productos.

En forma paralela al monitoreo de aplicaciones, es recomendable un seguimiento del comportamiento en campo de las piezas, y en caso de falla o comportamiento anormal a la vida comparativa con la del original, sugerir estudios completos del dispositivo.

Lo anterior permitirá establecer comparaciones reales de acuerdo a la concepción del diseño y bajo las condiciones específicas para las que fue diseñada la máquina. Como puede deducirse es ciertamente muy necesario el apoyo de los usuarios.

Cabe señalar que el éxito de los proyectos de Ingeniería Inversa, depende en gran medida de la actitud que se tome hacia ellos. Aquí es importante desarrollar un alto grado de receptividad, y no limitarse a las formas más comunes de investigación y búsqueda. Así, todo aquello que pueda ser oído, visto o percibido, y que resulte de interés, deberá ser registrado tanto mental como físicamente. De ahí la importancia que una aproximación de tipo organizacional tiene en la Ingeniería Inversa y donde un adecuado uso de la misma, redundará en el éxito de la operación.

Se han podido detectar los siguientes factores críticos, que inciden de una manera determinante en el proceso de comercialización de la tecnología:

- a) Tener capacidad técnica y empresarial.
- b) Conocimiento previo acerca de la problemática y oportunidades de:
 - > Mercado Nacional e Internacional.
 - > Problemas de Fabricación, Venta, Uso y Servicio de Equipos.
 - > Integración Nacional e Importaciones.
 - > Competitividad, Calidad y Seguridad del Producto.
 - > Financiamiento de la Producción.
 - > Definición de un marco legal.
- c) Apoyo de los posibles usuarios mantenido durante todo el proyecto.

En la Fig.V.1., se esquematiza la metodología sugerida para los proyectos de Ingeniería Inversa.

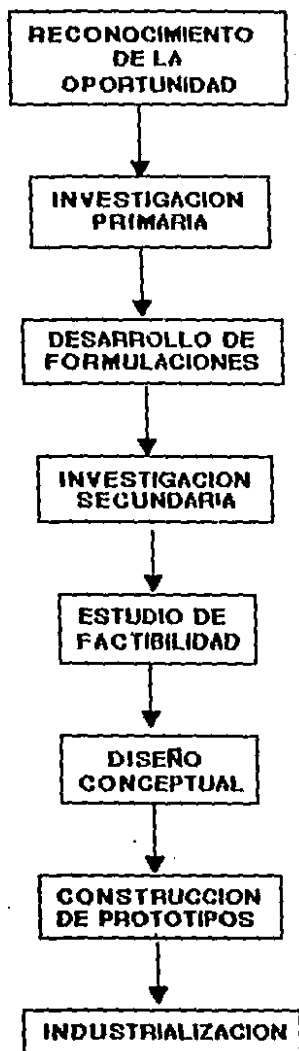
V.2 EL GRUPO DE INGENIERIA INVERSA.

Si bien el primer generador de proyectos de Ingeniería Inversa, ha sido la urgente necesidad de realizarlos, esto no necesariamente debe de continuar, puesto que de esta forma lo que se consigue es una operación ineficiente con un alto grado de probabilidad de fracaso.

La Ingeniería Inversa puede hacerse en forma planeada, organizada y utilizando para ello todos los recursos internos y externos de la empresa. Considerando la decisión de incursionar en este campo por parte de la misma, se debe analizar el factor de mayor impacto dentro de la I.I., el humano, el cual estará integrado en un grupo (que puede ser de un sólo elemento) que se denominará grupo de Ingeniería Inversa.

Es importante hacer notar, que antes de iniciar las actividades de I.I. en la empresa, el grupo debe integrarse por las personas más adecuadas, en función de su perfil, preparación y experiencia. Es indispensable que todos los ejecutivos y administradores de la empresa, sean informados acerca del desarrollo de la actividad de I.I. dentro de la misma, así como de quienes son los responsables de llevarla a cabo.

Fig.V.1.
METODOLOGIA DE LA INGENIERIA
INVERSA



La estructura del grupo de I.I., puede variar de empresa a empresa y este a su vez puede ocupar un lugar jerárquico dentro de la empresa a diferentes niveles. Su ubicación dentro del organigrama debe ser preferentemente ligada a la dirección general con una asignación definida de objetivos y metas globales. Se considerará a continuación la estructura que parece ser la más recomendable, integrada por el Director, el Gerente y el equipo de Ingeniería Inversa. Esta estructura se encuentra esquematizada en sus puntos fundamentales dentro de la Fig.V.2.

V.2.1 El Director de Ingeniería Inversa.

La responsabilidad por el éxito final de las operaciones de I.I. recae sobre ésta persona, puesto que él es el directivo de más alta graduación dentro del grupo de I.I. de la empresa. Y no sólo deberá asegurarse de que se establezca un programa de acción apropiado, sino que también del establecimiento de tiempos límite para el cumplimiento de cada una de las metas del plan.

Asimismo el director deberá actuar como árbitro en caso de conflicto entre los miembros del grupo y otros miembros de la empresa, y para que su arbitraje sea efectivo, éste personaje deberá provenir del nivel ejecutivo más alto dentro de la organización.

Sus responsabilidades son puramente administrativas, y no deberá tomar parte en las actividades usuales del grupo (ya que por tratarse de una persona de alto rango, su quehacer habitual no le deja tiempo para profundizar en ésta actividad). Deberá asimismo, tener las cualidades como para motivar efectivamente al equipo completo.

Una vez que el director de I.I. haya decidido aceptar la responsabilidad, su primer deber será el de seleccionar a la persona que él considere como más adecuada para fungir como Gerente de I.I., y una vez hecho ésto, ambos deberán discutir los objetivos y metas del grupo, así como acerca de las personas por las que éste deberá estar compuesto. Finalmente deberá asegurarse de la integración del grupo dentro de la estructura organizacional de la empresa.

En resumen, el director deberá concentrarse en los elementos generales del proyecto, de tal forma que pueda señalar los aspectos que podrán seguirse desarrollando dentro del mismo, cuales podrán ser apoyados económicamente, y cuales tendrán que ser pospuestos.

V.2.2 El Gerente de Ingeniería Inversa.

Este personaje juega un papel vital en la operación de la I.I., ya que tiene la responsabilidad directa de la conducción de las actividades habituales de la misma, y de la presentación de las recomendaciones y proyectos del grupo a la alta administración (es decir al director) para su aprobación. Por lo tanto, es importante seleccionar a la persona adecuada para éste puesto, el que idealmente deberá de tener una posición gerencial dentro de la empresa, así como las siguientes cualidades y experiencia :

+ Altamente Capacitado; Con un grado en ingeniería, y un adecuado conocimiento y experiencia en administración. Así cómo, con una amplia experiencia industrial en diseño y/o manufactura.

GRUPO DE I.I.	RESPONSABILIDADES	CUALIDADES	OBSERVACIONES
DIRECTOR DE I.I.	<ul style="list-style-type: none"> - ES RESPONSABLE DE LA I.I. ANTE LA ALTA DIRECCION - PLANEACION ESTRATEGICA DE LA I.I. - ARBITRO EN LOS CONFLICTOS - MOTIVAR AL EQUIPO SIN INTERVENIR EN SUS ACTIVIDADES - SELECCIONAR AL GERENTE DE I.I. Y ASEGURAR QUE ESTE SE INTEGRE A LA EMPRESA 	<ul style="list-style-type: none"> - PROVIENE DEL NIVEL MAS ALTO DE LA ORGANIZACION - ES UN LIDER NATO Y SABE MOTIVAR A LA GENTE - TIENE UNA VISION GLOBAL DE LA I.I. DENTRO DE LOS OBJETIVOS DE LA EMPRESA - TIENE CAPACIDAD DE DECISION 	<ul style="list-style-type: none"> - ESTA PERSONA CUMPLE CON EL PAPEL DE "PADRINO" DE LOS PROYECTOS DE I.I. DE LA EMPRESA
GERENTE DE I.I.	<ul style="list-style-type: none"> - RESPONSABLE DE LAS OPERACIONES DE LA I.I. - COMUNICAR EVOLUCION Y RESULTADOS DEL PROYECTO DE I.I. - DELEGAR RESPONSABILIDADES - EVALUAR EL DESEMPEÑO DEL EQUIPO DE I.I. - COORDINAR Y ADMINISTRAR PROYECTOS DE I.I. DE LA EMPRESA 	<ul style="list-style-type: none"> - CUENTA CON UNA POSICION GERENCIAL - SU EXPERIENCIA INCLUYE MAS DE 10 AÑOS EN INGENIERIA Y MAS DE 5 EN ADMINISTRACION - TIENE PERSONALIDAD FUERTE, MULTIFACETICO Y DIPLOMATICO - SE ENCUENTRA ALTAMENTE MOTIVADO Y ES MUY TEMAZO - POSEE HABILIDAD PARA VENDER SUS IDEAS A ALTA DIRECCION 	<ul style="list-style-type: none"> - ES EL PERSONAJE CLAVE DENTRO DEL DESEMPEÑO HABITUAL DE LA I.I. EN LA EMPRESA - EL GERENTE SE ENCARGA DE SER EL ADMINISTRADOR Y PRINCIPAL PROMOTOR DE LOS PROYECTOS DE I.I. DENTRO DE LA EMPRESA - MANTIENE UN FLUJO CONSTANTE DE INFORMACION EXT. E INT. HASTA EL EQUIPO DE I.I.
EQUIPO DE I.I.	<ul style="list-style-type: none"> - IDENTIFICAR PROYECTOS - UBICAR EL NIVEL DE I.I. DE LA EMPRESA - COMUNICAR LA EVOLUCION DEL PROYECTO - APORTAR IDEAS PARA BENEFICIO DE OTROS - ESTAR CONSCIENTES DE LA IMPORTANCIA DE LA I.I. PARA LA EMPRESA 	<ul style="list-style-type: none"> - CADA UNO DE LOS MIEMBROS ES UN EXPERTO EN SU ACTIVIDAD Y CONOCE DETALLADAMENTE EL FUNCIONAMIENTO DE LA EMPRESA EN ESE SECTOR - SON PERSONAS INQUISITIVAS, PERSEVERANTES Y ENTUSIASTAS - SE MANTIENEN ACTUALIZADOS EN SUS RESPECTIVAS AREAS 	<ul style="list-style-type: none"> - CONSISTE EN PERSONAL PROVENIENTE DE DIFERENTES AREAS DE LA EMPRESA - SE DEBE RECONOCER LA POSICION Y EL STATUS DEL EQUIPO DE TAL FORMA QUE FACILITE SU ACTIVIDAD - PRINCIPALMENTE DEBEN ENFOCAR SU ACTIVIDAD HACIA LA CREATIVIDAD Y MANTENERSE INFORMADOS EN SUS RESPECTIVOS CAMPOS DE ACCION

Fig.V.2. EL GRUPO DE INGENIERIA INVERSA

+ Multifacético; De personalidad fuerte, con un espíritu empresarial, hábil para vender sus ideas y llevarlas a cabo, muy motivado, tenaz, y sobre todo con actitud retadora que le impida aceptar las cosas sin investigarlas y que le permita tomar decisiones que impliquen alto riesgo.

+ Diplomático; Lo que implica promover la creatividad y la motivación de los miembros del equipo, y tener la capacidad para el manejo de los conflictos interpersonales y de comunicación interna y externa.

Es importante decidir acerca de cómo va a trabajar el gerente, si a tiempo completo, o sobre la base de dedicarle tiempo parcial al desarrollo del (o de los) proyecto(s); sin embargo, es de desearse que sea de tiempo completo, cuando menos al iniciarse ésta actividad dentro de la empresa.

El estilo de dirección del gerente deberá tender hacia la delegación de responsabilidades con el equipo de I.I., es decir, que el gerente deberá asignar la responsabilidad de la tarea y dejar que el miembro del equipo siga adelante, de acuerdo con su propia iniciativa, manteniéndose informado del avance del trabajo a través de la evaluación de los resultados producidos, de tal forma que motive al ceder el control de la actividad y al mostrar respeto hacia las habilidades del colaborador.

V.2.3 El Equipo de Ingeniería Inversa.

El equipo de I.I. deberá de consistir de personal experto dentro de su rama, e idealmente está compuesto de entre 5 a 7 personas provenientes de diferentes áreas de la empresa. El número de personas puede ser menor que 5, pero no es recomendable que exceda a las 7 personas, puesto que los equipos grandes son difíciles de controlar y muy complicados de administrar. Si es necesario hacerlo, en ocasiones valdrá la pena traer personas externas que puedan ayudar sobre una base temporal en el proyecto.

La razón principal para seleccionar personas de diferentes áreas de la organización, es que al considerar algún problema específico, entre más puntos de vista se tengan, más ideas serán generadas. Esto es indispensable, ya que éste tipo de proyectos demandan la realización de actividades interdisciplinarias, así como del conocimiento preciso de la participación de las diferentes áreas de la empresa en el proceso productivo, por lo que los recursos humanos del proyecto, tienen que poder contribuir en diferentes ramas del conocimiento.

Es recomendable que participen los siguientes departamentos de la empresa: Ingeniería del Producto, Manufactura, Producción, Ventas, y Administración y/o Finanzas, o los más representativos de éstas áreas. El rango es un factor relativamente poco importante, cuando los individuos seleccionados combinan habilidades creativas y profesionales.

La posición y status del equipo de I.I., debe ser reconocido por todos los miembros de la empresa, de tal forma que se facilite y agilice el flujo de información hacia el mismo; y así como en el caso del gerente, los requerimientos básicos para los miembros del equipo, deberán ser los de tener una mente inquisitiva, ser perseverante, y cuestionar con entusiasmo cualquier cosa que tenga que ver con la I.I.

Debido a la importancia que el proceso de monitoreo, recopilación y aplicación de la información tiene dentro de la metodología de la Ingeniería Inversa (punto que es examinado con amplitud más adelante), es importante contar con una persona que dedique exclusivamente sus esfuerzos a la realización de ésta tarea, es decir, a localizar y organizar la información requerida por la estructura del equipo.

Esta persona, a la que no puede reconocer como un asesor natural, desempeña un rol esencial dentro de las actividades normales de la I.I., y se refiere en general a quien recolecta y analiza la información referente a cambios importantes en los ambientes externo e interno a la organización, por lo que su papel se examina con más detalle en otra sección. Por otro lado, en lo que corresponde al aspecto creativo, éste también es de suma importancia, por lo que deberá ser cubierto por el equipo en forma complementaria.

Entre las obligaciones principales del equipo, se encuentran: la de ubicar los procesos de I.I. de la empresa en su respectivo nivel, para de esta forma, saber de que punto se parte y hacia donde se debe ir, la de identificar proyectos de Ingeniería Inversa, y la de aportar en forma continua ideas que ayuden al desarrollo de los diferentes proyectos.

En la operación de la I.I., es prudente empezar en forma modesta y luego expandirse progresivamente. Y cuando suceda esto y la actividad de la I.I. se haga creciente, tendrá que tomarse en cuenta el hecho de que la organización de la Ingeniería Inversa en la empresa tenderá a compliarse.

V.2.4 Actividades del Grupo de Ingeniería Inversa.

A pesar de que la operación de I.I. no debe ser excesivamente formal, es muy recomendable e importante seguir cierta disciplina y algunos lineamientos durante las actividades habituales de la misma, los cuales deben incluir a los siguientes:

- a) El reconocimiento por parte de todos los miembros del equipo, de que el gerente es el punto focal para cualesquier decisiones que involucren el normal desempeño de las operaciones de la I.I., dentro de la empresa.
- b) Reuniones del equipo adecuadamente programadas.
- c) Asistencia regular a las juntas del equipo, lo cual es de vital importancia si es que se quiere llegar a algo en la ejecución de los proyectos de Ingeniería Inversa.
- d) Asegurarse de registrar adecuadamente la reunión y promover que cada uno de los miembros tenga por lo menos una intervención.
- e) Evitar que las juntas no cumplan su cometido y se deterioren hasta el punto de llegar a convertirse en sesiones de debate. Las razones por las que esto puede pasar son las siguientes:
 - i) Falta de un adecuado Programa para la reunión.
 - ii) Falta de Control por parte del gerente de I.I.
 - iii) Preguntas formuladas en forma incorrecta durante la reunión.
 - iv) Preguntas demasiado amplias e inconcretas.

Las conclusiones a las que se llegue durante las reuniones del grupo, deberán ser lo más claros y específicos que permita la naturaleza del proyecto. Si las preguntas no son específicas, entonces las respuestas tampoco podrán serlo, por lo cual no se podrá llegar a ninguna conclusión significativa para el avance del mismo.

Las juntas deberán realizarse cuando menos una vez por semana, y si es necesario más frecuentemente. En promedio la duración de éstas juntas deberá ser de 2 horas, aunque se debe ser muy flexible a este respecto dependiendo de las necesidades.

Los reportes de actividad del equipo de I.I., que sean dirigidos a la alta dirección para su estudio, deberán ser cortos y concisos. Sin embargo, deberán crearse registros completos, con el objeto de que se mantenga un seguimiento adecuado de las actividades y conclusiones generadas durante las reuniones y no se pierda información o detalles que pudieran resultar importantes.

Siempre que se considere recomendable hacer una visita a alguna empresa, ésta se deberá realizar lo más tempranamente posible en el desarrollo del proyecto. Asimismo, frecuentemente se requiere de información especializada, si tal información no se encuentra a la mano deberá recurrirse a la ayuda del asesor (o a la de centro especializados de servicio tecnológico) con el objeto de auxiliarse en la búsqueda de ésta misma. No es recomendable formar comités de ninguna especie, puesto que por lo general estos consumen mucho tiempo y en ocasiones obscurecen consideraciones fundamentales.

V.3 EL GRUPO DE INGENIERIA INVERSA EN LA EMPRESA.

La forma en que las actividades de Ingeniería Inversa se integran a la organización, puede variar considerablemente dependiendo del tamaño de la misma y del ramo en el que se desempeñe. A continuación se analizan algunos puntos importantes a este respecto.

V.3.1 Integración del Grupo de Ingeniería Inversa.

En la práctica, existen principalmente dos formas de organizarse para el desarrollo de la I.I. dentro de la empresa: temporalmente y permanentemente. En el primer caso, el grupo que se ha dedicado completamente por un cierto tiempo al desarrollo de ésta actividad, se desintegra una vez que se hubo concluido con el proyecto y cada persona regresa a su actividad normal de tiempo completo.

En cambio, en el segundo caso la empresa se encuentra consciente de la importancia de la I.I., por lo que ha decidido establecer un grupo permanente, compuesto por personas que dedican parte de su tiempo al desarrollo de los proyectos que la misma involucra, y en la que se puede contar con un gerente de tiempo completo para coordinar éstas actividades.

Aquí es importante observar que en ambos casos se trata de organizaciones de tipo formal, de ahí, la importancia de entender que la empresa debe organizarse por anticipado a la necesidad de realizar I.I., y tratando de prever futuras necesidades de gestión interna de éste tipo de proyectos. Pero teniendo a la vez, cierta flexibilidad en la implementación de éstas actividades.

A) Empresa Pequeña; en empresas pequeñas el arreglo más adecuado para organizar la comunicación, es el presentado en la Fig.V.3, en el que se puede observar que el director general, asume por lo regular los papeles de director y gerente de I.I., asimismo se tiene la posibilidad de contratar a un asesor técnico externo y el equipo está constituido por el supervisor de producción y una persona proveniente de la administración.

B) Empresa Mediana; en una empresa de este tipo, la comunicación se puede llevar a cabo de una manera más formal, como se indica en la Fig.V.4, en donde el gerente proviene de un segundo nivel de la organización, mientras que el papel de director de I.I. es cubierto por el gerente general.

C) Empresas Grandes; en este caso, se tienen muchas divisiones autónomas, por lo que se recomienda el establecimiento de un grupo permanente de Ingeniería Inversa, compuesto por miembros experimentados en diferentes y muy particulares aspectos de la organización; además se puede tener un grupo de asesores externos a la empresa. Este caso se encuentra representado en la Fig.V.5.

V.3.2 La Ingeniería Inversa en Empresas Pequeñas.

Los beneficios derivados de la organización adecuada de las operaciones de Ingeniería Inversa, están disponibles a cualquier empresa, por pequeña que ésta sea. Sin embargo, siempre se dificulta su realización dentro de las empresas pequeñas debido a la falta de personal altamente capacitado dentro de las mismas, o simplemente debido a la falta de tiempo. Bajo estas circunstancias, es muy frecuente encontrar la actitud de: "No tenemos tiempo para la Ingeniería Inversa", pero no por esto, disminuye la importancia de su realización.

Como se ha dicho anteriormente, la I.I. requiere una disciplina personal estricta en todo aquello que se refiere a su operación, y en las pequeñas empresas, en donde debido a la limitación del personal, cada gerente está obligado a realizar más de una función, esta disciplina debe ser aún mucho más estricta.

En la pequeña empresa, las labores de director y gerente de I.I. deberán estar integradas en una sola, puesto que no hay el personal suficiente como para separarlas formalmente. Además esta posición deberá ser tomada por el dueño, o bien por la persona de más alto rango jerárquico dentro de la misma, asimismo deberá tomar parte integral en las actividades diarias de la I.I. y conducir las reuniones.

En éste caso el grupo de I.I. deberá de ser forzosamente pequeño y podrá tener como miembros al intendente del taller, así como algunos operarios. La formalidad deberá ser reducida a un mínimo; sin embargo, esto no significa que deba suceder lo mismo con la disciplina, la cual es un elemento indispensable para el buen funcionamiento de la I.I.; el tiempo también es un factor importante a considerar, por lo que deberá dedicarse tiempo específico a la realización de reuniones y para actividades tales como la de reunir información, visitas a empresas, discusiones con proveedores, etc.

Fig.V.3.
EMPRESA PEQUEÑA

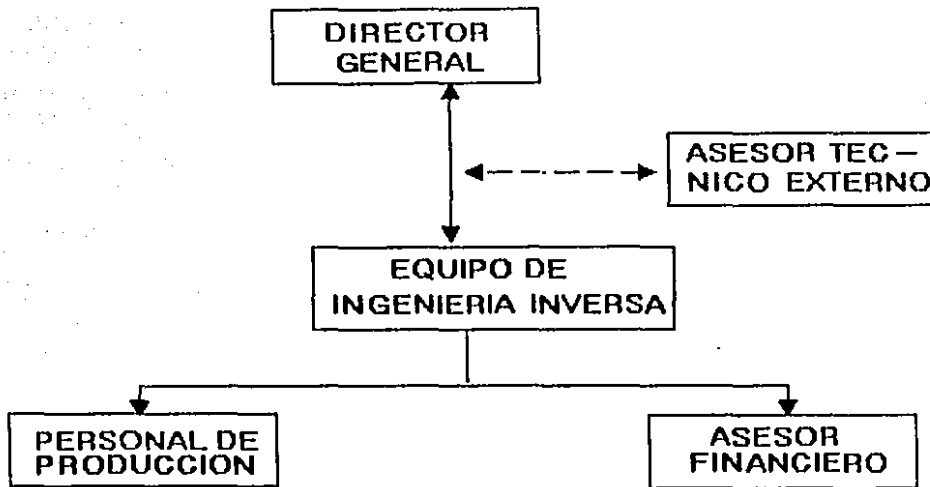


Fig.V.4.
EMPRESA MEDIANA

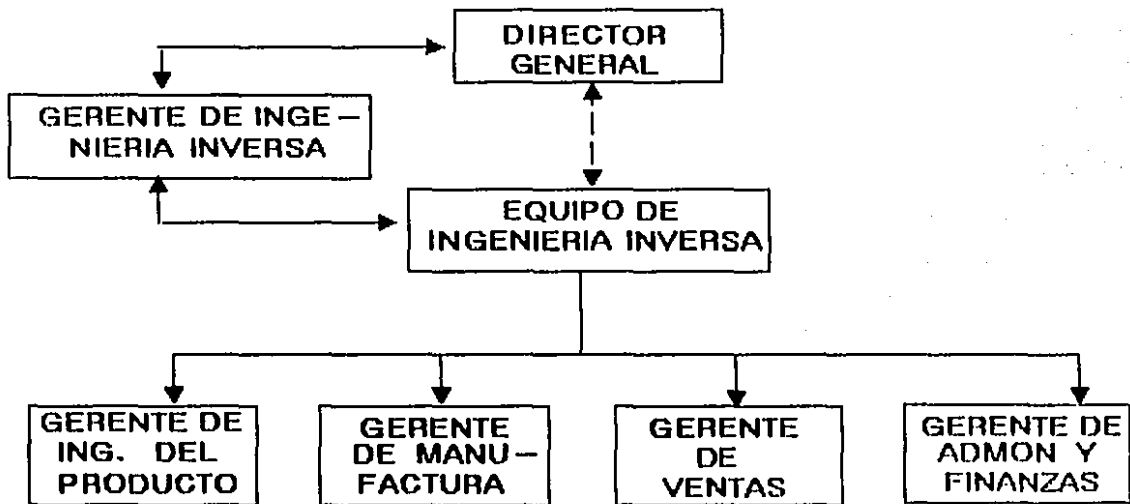
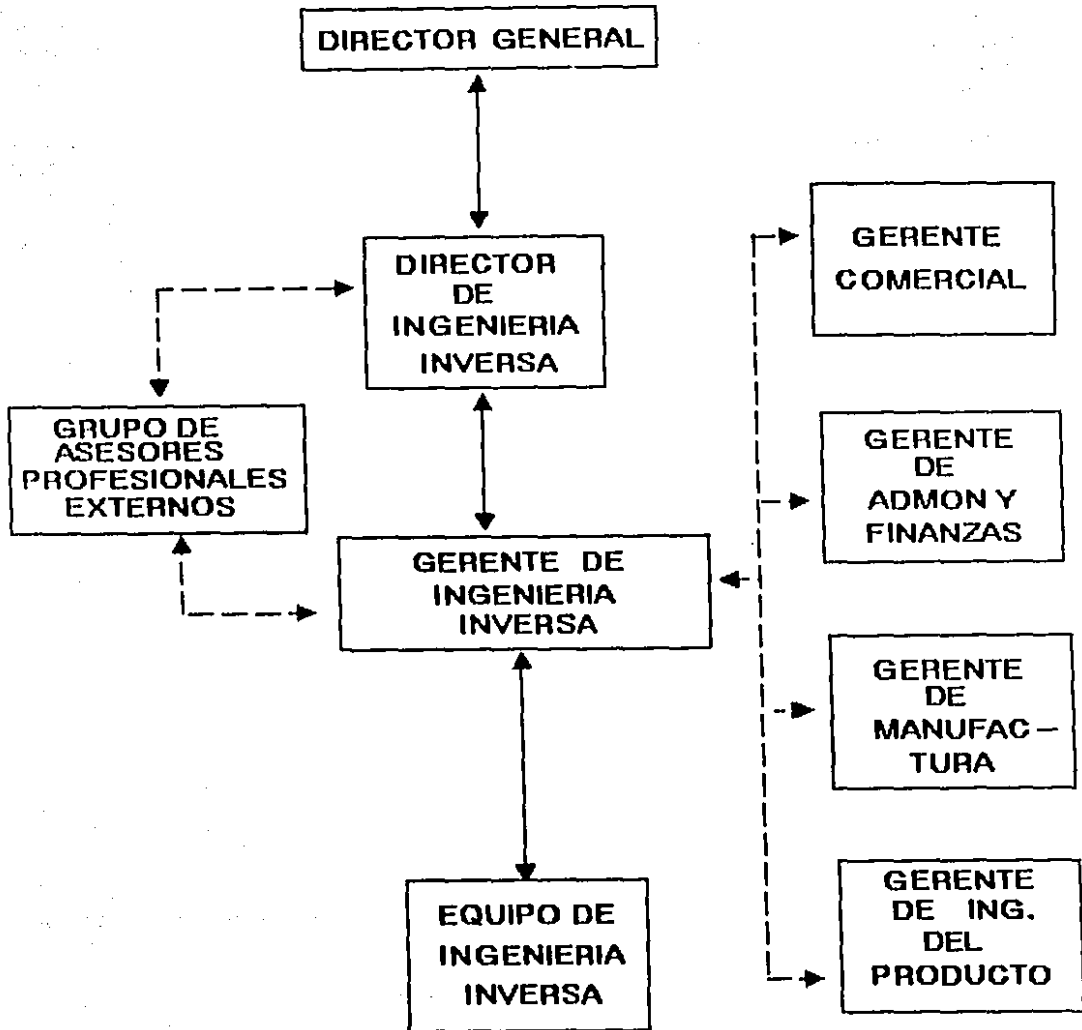


Fig.V.5.

EMPRESA GRANDE



Pero por encima de todo, es la disciplina lo que hará de las actividades de Ingeniería Inversa, un éxito rotundo dentro de la empresa pequeña. Sin embargo, los conflictos de tiempo son aún más graves y podrán afectar de manera más profunda a estas actividades, por lo que hay que estar muy atentos a evitar las oportunidades y escusas para relajar la disciplina de una realización regular de reuniones de I.I.

V.3.3 ¿Cómo son las Empresas que Realizan I.I. Exitosamente?.

De lo observado durante el desarrollo del presente trabajo, se han detectado ciertas características comunes a las empresas que llevan a cabo proyectos de Ingeniería Inversa en forma exitosa, entre las principales se encuentran las siguientes:

+ Hacen Ingeniería Inversa de manera constante y repetitiva, por lo que tienen una gran experiencia en el campo y se puede detectar un desarrollo progresivo de éstas actividades en el historial de la empresa.

+ Son empresas con un gran dinamismo, que buscan muchas y muy variadas alternativas, con mucho espíritu y empuje, lo que les permite competir en sus respectivos mercados en forma muy efectiva. Por lo mismo, son empresas nacionalistas.

+ Son empresas que han sabido mantener su posición durante las crisis (principalmente económicas), o bien, que crecieron en esos periodos.

+ Su planta de producción es muy flexible pero tratan de contar con el equipo más moderno.

+ Son empresas jóvenes en su mayoría, y se les puede identificar como de tamaño pequeño o mediano.

+ El origen de la tecnología, generalmente está en la experiencia adquirida por sus fundadores a través de su carrera profesional.

+ Las empresas más exitosas gastan entre un 10 y un 20% sobre ventas en actividades tecnológicas.

+ Generalmente cuentan con líderes de proyecto multifacéticos (siendo en muchas ocasiones, los propios fundadores y dueños de la empresa), que tienen una gran injerencia en todas las actividades de la compañía, y que cuentan con una gran capacidad y experiencia.

+ Siguen de manera sistemática y controlada, el proceso de Ensayo y Error dentro de su metodología particular para realizar los proyectos de Ingeniería Inversa.

+ El entrenamiento y capacitación técnicas del personal es interno y a través del aprender haciendo.

V.3.4 Posibles Obstáculos a la Ingeniería Inversa.

En el desarrollo de proyectos de Ingeniería Inversa como en la mayoría de los proyectos industriales se asumen riesgos substanciales, particularmente cuando existe un camino más fácil como es el de comprar la tecnología. Los profesionistas y empresarios dedicados a ésta actividad, deberán estar entrenados para reconocerlos y aceptarlos como una parte integral del proyecto, así como para tratar de minimizarlos.

Con éste propósito, todos aquellos patrones de comportamiento que se puedan oponer a una actitud de "toma de riesgos" deberán ser identificados, de tal forma que se les pueda eliminar efectivamente. Dentro de las razones principales que llevan a los inversionistas y/o profesionistas a preferir la compra de tecnología, sobre el desarrollo de proyectos de I.I., están las siguientes:

- + El deseo de evitar cualquier factor externo que pueda romper con el equilibrio de la empresa.
- + La autorepresión de la originalidad, por miedo a Quedar mal.
- + Falta de confianza en la capacidad propia y de la empresa.
- + Sobreestimación del valor de lo que se hace afuera de la empresa.
- + Miedo a enfrentar situaciones de difíciles.
- + Incertidumbre en la oferta de servicios, partes, componentes y equipo locales.
- + Falta de profesionistas con la capacidad y experiencia adecuadas.
- + Falta de conocimiento y convencimiento de los efectos multiplicadores, que la aplicación de la metodología de la Ingeniería Inversa, puede tener sobre el sector de los bienes de capital.
- + Falta de financiamiento, aunado a una frecuente utilización de los canales de ayuda externos en la compra de bienes de capital y servicios de ingeniería a los países industrializados.

V.3.5 Planeación y Control de la Operación.

El primer paso en la planeación de proyectos de I.I., debe ser el planteamiento de objetivos, a ser alcanzados en un periodo de tiempo predeterminado, los que deberán ser flexibles de acuerdo a las condiciones prevalecientes. El conocimiento de las facilidades, equipo y personal con que cuenta o pudiera contar la empresa, debe ser considerado de manera especial en la programación de ésta actividad, tratándose de capitalizar al máximo las posibles ventajas.

En general, vale la pena invertir en sistemas de planeación y control una cantidad de recursos que vaya de acuerdo con la magnitud del proyecto. Así, para un proyecto sencillo y pequeño, un diagrama de barras será suficiente, siempre y cuando se asocie a mecanismos de control que impliquen la revisión periódica del proyecto, tanto por parte del equipo, como del director de I.I., siendo que en proyectos de mayor envergadura se deberán utilizar metodologías más completas. El gasto en este tipo de actividad, adecuadamente administrado, ha probado pagarse por sí solo.

Existen diversos métodos para planear proyectos de éste tipo, entre ellos destaca como el más frecuentemente utilizado el conocido diagrama de barras, o los cuadros de síntesis de avance, aunque también se tienen gran número de sistemas basados en redes probabilísticas como el PERT/CPM, y el PERT/COST. Acerca de los cuales no es necesario hacer comentarios extra, puesto que existe una amplia bibliografía al respecto.

Debemos recordar también, que estos sistemas son una ayuda y no un sustituto del gerente de I.I., para lograr la buena marcha del mismo. La imposición desde niveles altos de la administración de sistemas formales de planeación y control generalmente fracasa, si no se considera que el propósito básico de éstos debe consistir en proveer la atmósfera adecuada para que el gerente del proyecto y el equipo sean honestos consigo mismos.

Cuando la metodología de la ingeniería inversa vaya es implementada y/o organizada por primera vez en una empresa, generalmente se comienza en una escala pequeña y modesta. Es mejor comenzar con proyectos relativamente pequeños, puesto que si se empieza con uno muy grande y/o complejo las posibilidades de falla se ven ostensiblemente aumentadas, y un intento fallido en ésta etapa, podría provocar un efecto psicológico devastador sobre el grupo de I.I. Conforme se gane experiencia, y con ella venga la confianza, ésta actividad se podrá expandir en correspondencia directa al número y tipo de proyectos que sea necesario manejar.

Sin embargo, en algunos casos vale la pena examinar la posibilidad de iniciar ésta actividad con un proyecto muy ambicioso, siendo en ocasiones inevitable el desarrollo en ésta forma.

V.4 LA INFORMACION Y LA INGENIERIA INVERSA.

En el mundo existe una enorme cantidad de conocimientos tecnológicos y su acumulación crece más día a día. De alguna manera las empresas deben ser capaces de localizar, seleccionar, evaluar, y adaptarlos para aplicarlos con fines productivos. Para tener una visión más amplia es conveniente revisar algunos de los aspectos más relevantes al respecto.

+ En la actualidad la tasa de crecimiento del número de publicaciones periódicas de carácter Científico y Técnico se duplica cada 10 años.

+ Actualmente se publican más de 100,000 revistas técnicas. Se publican al año cerca de 4 millones de artículos de carácter Científico-Tecnológico; y para el año 2000 se estima que se publicarán cerca de 1 millón de revistas en ésta área.

+ En el mundo existen más de 500,000 personas dedicadas a la investigación y se registran más de 1,000,000 de documentos de patente distintos al año.

+ Los catálogos industriales que constituyen una fuente de información importante e indispensable para el ingeniero y el técnico, representan el doble del volumen de las publicaciones científicas y son difíciles de aprovechar de manera racional.

Considerando estas circunstancias y la importancia que la información tiene para la Ingeniería Inversa, es particularmente trascendente determinar exactamente las necesidades de información dentro de los proyectos de ésta naturaleza, ya que filtrar la información es difícil, y además su obtención, almacenamiento y transmisión requieren de importantes recursos que es fundamental administrar apropiadamente.

V. 4.1 Estructuración de la Información.

La Fig.V.6. muestra, los canales y fuentes de información involucrados en la satisfacción de las necesidades de información de la industria. Es interesante mostrar en esta figura, el progreso de un artículo de información a través de una variedad de medios de comunicación, desde que éste es creado hasta que queda dentro del acervo de conocimientos registrados.

Los canales más usados para la comunicación son indicados con líneas más gruesas mientras que las punteadas representan canales con menor probabilidad de ocurrir. En el eje horizontal se muestra la disponibilidad de la información a la comunidad y en el eje vertical se representa el tiempo relativo requerido para aparecer y difundirse desde que se descubre hasta que se imprime o difunde en cada medio de comunicación. Los aspectos fundamentales de ésta figura son los siguientes:

Interpersonal.

Este es quizá uno de los canales más importantes de información para los ingenieros y técnicos, y se refiere a la discusión con los colegas, teniéndose la ventaja de que mediante éste medio se adquiere información rápidamente con pequeño esfuerzo y de manera selectiva, tiene la posibilidad del diálogo para evitar malos entendidos y es información que lleva implícita la experiencia personal del colega. Sin embargo, puede no resultar muy objetiva y su difusión es limitada.

Primario.

El primer registro de nueva información está en la forma de un reporte de investigación, término que cubre cualquier cosa desde un cuaderno de laboratorio o bitacora de registros diarios, hasta documentos más formales que han sido producidos como resultado de una obligación contractual a cambio de fondos para investigación, pasando por conferencias, documentos de patente, artículos, etc. Este tipo de información es analizada y resumida dentro de la literatura secundaria.

Secundario.

Existen una gran cantidad de revistas y servicios de índices y resúmenes, los cuales proveen la clave para acceder la literatura primaria, este tipo de obras, dado el crecimiento vertiginoso de revistas, tienden a especializarse, existiendo obras de éste tipo en muy diversos campos, aparte del de la ingeniería. Existen también otras fuentes secundarias que nos permiten recuperar información directamente como, monografías, manuales, enciclopedias, libros de texto, normas, etc.

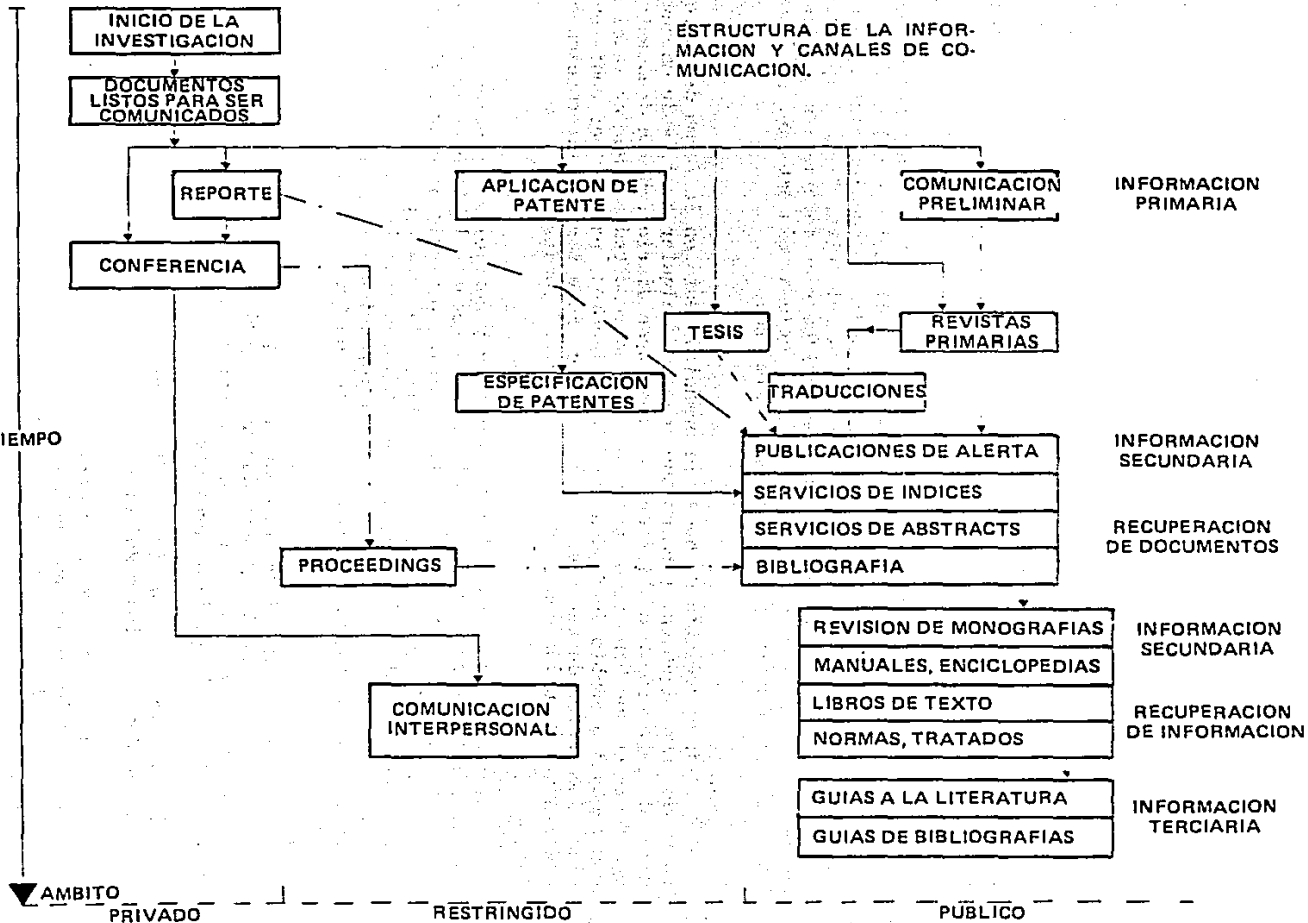
Terciario.

Este tipo de guías de información nos permiten tener una panorámica de las fuentes primarias y secundarias de algún campo determinado o sector industrial, y pueden servir de primer punto de referencia para iniciar el planteamiento de un proyecto.

El sistema de transmisión tiene imperfecciones y problemas dentro de los que destacan los siguientes:

- + El volumen tan extraordinario de información con el consiguiente problema no sólo de aprovechar esta misma, sino de clasificarla.
- + Existe duplicación de la información ya que los individuos son acreditados dependiendo del número de publicaciones que han realizado.

(112)
TIEMPO



+ Existe también información contradictoria y desde luego errónea, por eso es muy importante criticar y evaluar la información.

+ El idioma puede resultar una barrera importante, puesto que el 80% de la información está escrita en inglés.

+ La falta de conocimiento de las fuentes y de como usarlas efectivamente.

En México existen organismos especializados, que cuentan con bancos computarizados de datos y que están capacitados para dar asesoría en la utilización de los canales, como son SECOBI-CONACyT e INFOTEC.

V.4.2 El Asesor y su Función en la Ingeniería Inversa.

A través del análisis de los estudios de caso, se ha encontrado que en las empresas existe una fuente de información cuya correlación con el desempeño técnico de las mismas es muy estrecha. En la mayoría de los casos se trata de los mismos empresarios, que cumplen con una actividad muy importante dentro de los proyectos de Ingeniería Inversa, en virtud de la cual funcionan como intermediarios entre los requerimientos internos de información y las fuentes externas de la misma.

Por otro lado, en un estudio de Ingenieros dentro de un ambiente Industrial [21], fue demostrado que ciertos individuos son reconocidos como buenas fuentes de información, y se confía en ellos como asesores (aunque en éste estudio se les asigne el apelativo de Gatekeepers), ya que cierran el puente entre los colegas dentro de una empresa y los canales informativos del exterior. Estas personas, altamente apreciadas como consultores internos, han mostrado un mayor uso de las fuentes de información externas a la empresa que el resto de sus colegas dentro de la misma organización.

De ahí la importancia que tiene el reconocer que los problemas tecnológicos se encuentran definidos en relación a las necesidades de la empresa, de tal forma que la habilidad del Asesor, para interpretar el trabajo de otras personas fuera de la empresa en términos de las necesidades de la misma, es crucial para el desempeño de los proyectos de Ingeniería Inversa. Esta función se encuentra representada esquemáticamente en la Fig.V.7., observandose los siguientes rasgos típicos:

+ Ellos seleccionan y traducen información tecnológica hacia el "sistema de codificación" cultural y organizacional de la empresa.

+ Identifican, Articulan y Buscan solución a las necesidades.

+ Ellos actúan como fuentes de información suplementarias y redundantes, en forma paralela a los canales formales menos eficientes.

+ Generalmente son capaces de proporcionar información tanto de carácter puramente técnico, como aquella relativa a la posible comercialización de nuevas ideas.

+ Son generalmente líderes en su ramo con alta capacidad, respetados y consultados por sus colegas.

[21] Allen T.J., et.al., "The International Technological Gatekeeper", p.p. 36-43

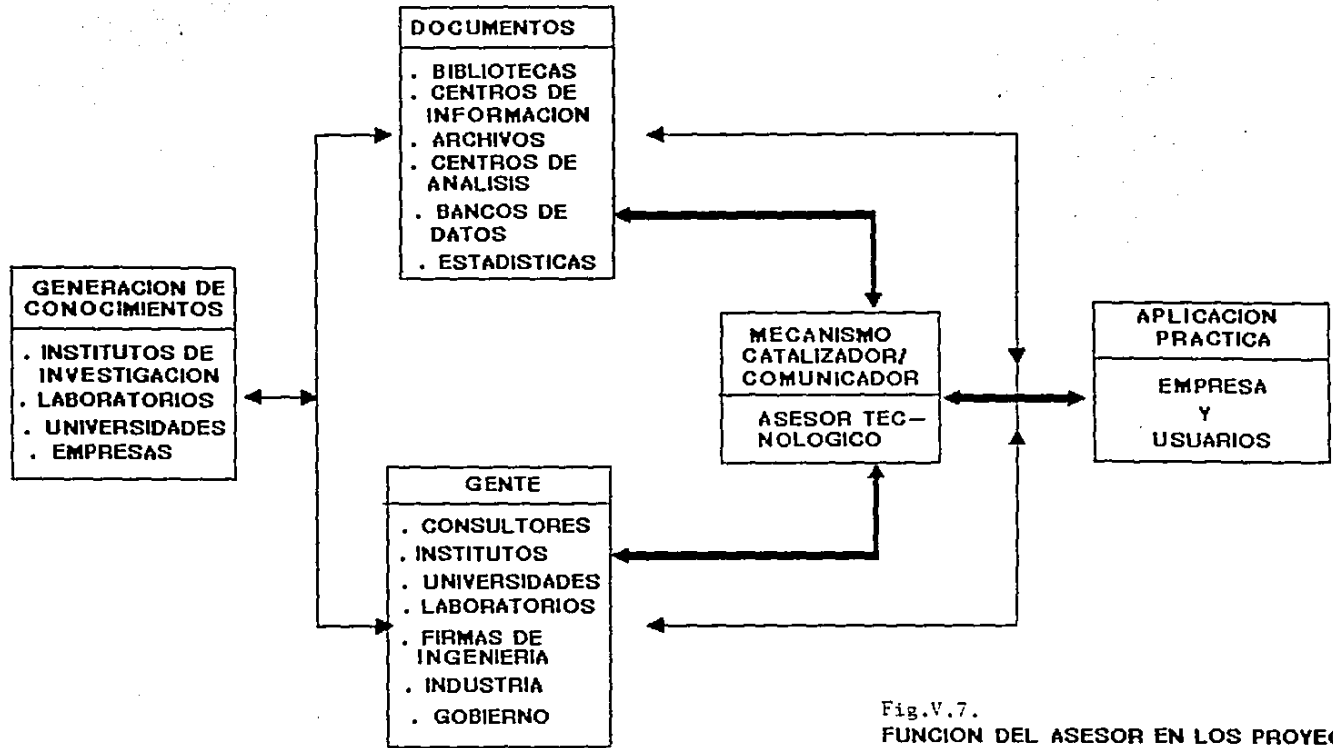


Fig.V.7.
FUNCION DEL ASESOR EN LOS PROYECTOS
DE INGENIERIA INVERSA

+ Se encuentran bien relacionados con las fuentes de información profesional, y siguen muy de cerca cualquier acontecimiento internacional en su ramo, en donde desarrollan contactos útiles que se preocupan por mantener a través del tiempo.

+ Se encuentran bien integrados a la empresa y conocen sus puntos fuertes y débiles, así como sus necesidades.

Frecuentemente el papel del Asesor no se ha reconocido, ni integrado, y mucho menos delimitado dentro de la estructura formal de la organización. Sin embargo, y con ciertas limitaciones, se puede crear deliberadamente un Asesor dentro de la empresa, y su papel puede reforzarse proporcionándole oportunidades de actualización, así como el apoyo completo de la administración. Aunque en algunos casos será necesario recurrir al auxilio de alguna organización de apoyo tecnológico.

V.4.3 Utilización de la Información en la Ingeniería Inversa.

Se podría mencionar una lista muy larga de problemas y requerimientos de información que se presentan en las operaciones habituales de la I.I. Pero principalmente se pueden identificar tres niveles de necesidades de información caracterizadas mediante la Fig.V.8., en las que el Asesor desempeña un papel fundamental como intermediario, y que son:

- ESTRATEGICAS.
- TACTICAS.
- OPERACIONALES.

Así y desde un punto de vista general, las necesidades de información tecnológica dentro de la metodología de la Ingeniería Inversa, pueden presentarse en las siguientes formas:

1. Información para la Operación. En las actividades operativas habituales de la Ingeniería Inversa es muy frecuente la necesidad de datos o hechos, no de gran trascendencia, pero que es necesario conocer de inmediato; por lo cual, generalmente se aplica la regla del menor esfuerzo en la adquisición de los mismos, es decir, que en la primera fuente donde se encuentre lo buscado ahí se detendrá la búsqueda.

2. Información para la Actualización. Como ya se ha mencionado antes, dada la explosión del conocimiento es necesario que los ingenieros y técnicos estén alerta de los nuevos descubrimientos y avances en sus campos de acción, el medio más común para esta actualización es el contacto con colegas dentro o fuera del lugar donde trabajan, así como la asistencia a conferencias, y desde luego la lectura de revistas en sus áreas de desempeño. Este nivel se refiere al de las necesidades tácticas.

3. Información Exhaustiva. Este tipo de búsqueda de información es la encaminada a satisfacer las necesidades de información a nivel estratégico, como la selección entre varias alternativas tecnológicas dentro de la Ingeniería Inversa, buscar nuevas oportunidades de mercado, conocer las tendencias tecnológicas de un proceso de producción, etc. Generalmente se busca la ayuda de instituciones de apoyo en este sentido.

Fig.V.8.
UBICACION DE LAS NECESIDADES DE INFORMACION

ESTRATEGICO

TACTICO

OPERACIONAL

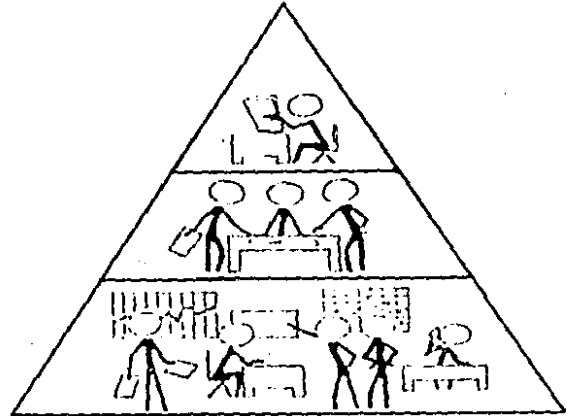
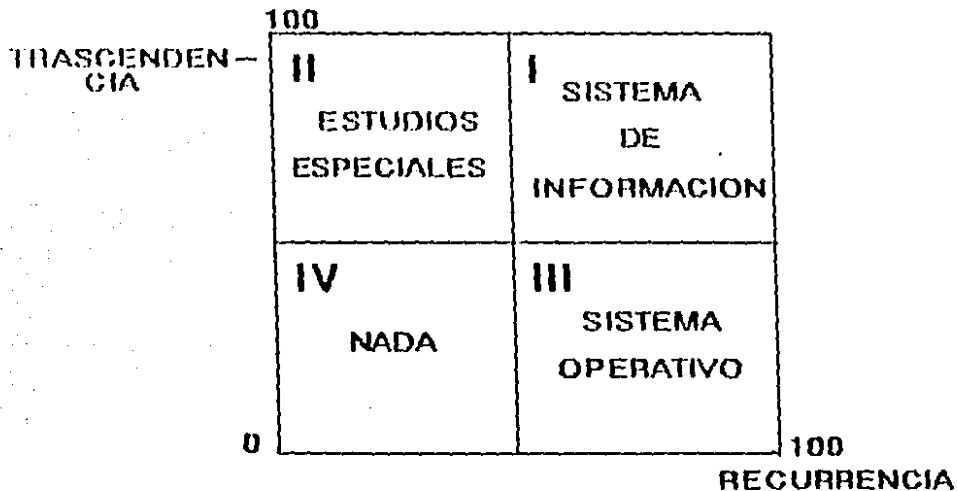


Fig.V.9.
MODELO DE UTILIZACION DE LA INFORMACION



Para decidir cómo satisfacer estas necesidades un modelo que permite ubicar de forma precisa, cualquier requerimiento de información con el objeto de satisfacerlo de la manera más eficiente. De éste modelo es importante destacar los siguientes aspectos principales: El eje horizontal es el de recurrencia, es decir mientras más veces se presenta la necesidad de información en la empresa, más a la derecha debe situarse. El eje vertical se refiere al impacto o trascendencia que tiene esa necesidad para la empresa. De ahí se pueden formar, cuatro alternativas o cuadrantes, que son:

I. Alta Recurrencia-Alta Trascendencia.

Para necesidades de este tipo es recomendable crear dentro de la empresa un sistema de información, este tipo de necesidades son las de tipo estratégico.

II. Alta Trascendencia-Baja Recurrencia.

Este tipo de necesidades puede satisfacerse de manera adecuada con estudios especiales ya sea realizados por personal dentro de la empresa (utilizando al Asesor), o por servicios de asesoría tecnológica.

III. Baja Trascendencia-Alta Recurrencia.

Son las necesidades de tipo táctico y operativo que se resuelven con sistemas basados en información interna de la empresa.

IV. Baja Trascendencia-Baja Recurrencia.

Las necesidades caracterizadas dentro de éste cuadrante, no tienen importancia.

V.4.4 Las Patentes y su Utilización en la Ingeniería Inversa.

De acuerdo a lo expuesto en el capítulo anterior, es claro que las empresas examinadas, no hacen uso adecuado de las patentes como fuentes de información en su actividad tecnológica, lo anterior se puede explicar por las siguientes cuatro razones:

a) Desconocimiento de la importancia y utilidad que tiene la información contenida en los documentos de patente.

b) Falta de Acceso para su consulta.

c) El miedo que generalmente se tiene, de que el uso de las patentes pueda dar origen a infringimientos con problemas de demandas y pagos de regalías.

d) La terminología legal puede ocasionar cierta complicación para su lectura, sobre todo comparada con documentos escritos en lenguaje técnico, como reportes de investigación, normas, especificaciones y artículos técnicos.

Sin embargo y por otro lado, las principales ventajas de la utilización de las patentes como fuentes de información son las siguientes:

+ La literatura mundial de patentes es una de las fuentes de información técnica más completa, conteniendo valiosa información comercial práctica sobre maquinaria, equipos y procesos.

+ La información técnica obtenida de las patentes es muy completa, dado que es necesario incluir la información suficiente para evitar rechazos por "insuficiente revelación".

+ Las patentes, a diferencia de los artículos técnicos, están limitadas por definición a contener nueva información, datos e ideas.

+ Las patentes, en su sección correspondiente a especificación, discuten las dificultades asociadas a investigaciones previas desarrolladas, o técnicas productivas, y ofrecen un método específico de solucionar estos problemas. Esto proporciona indicaciones sobre tecnologías actuales que no han sido publicados en revistas y libros.

+ Las patentes normalmente revelan las innovaciones tecnológicas antes que otras fuentes de información.

+ El sistema de clasificación por su consistencia, permite recuperar las patentes con relativa facilidad y rapidez, una vez que se conoce el tema y el objeto de la búsqueda.

+ El resumen y dibujos que contienen la mayoría de las patentes permiten formarse una idea general del contenido total de la misma en muy poco tiempo.

+ El 80% de la información contenida en los documentos de patente no se revela en ningún otro lugar.

+ Apenas 6% del total de las patentes mundiales, son válidas en los países en desarrollo.

+ La literatura de patentes evita la duplicación de investigaciones a proyectos que ya fueron realizados, orienta las investigaciones y alimenta la capacidad creativa de los investigadores y técnicos.

+ Dado que las reivindicaciones o "claims" son redactados en términos muy específicos, mucha información valiosa que se incluye en la especificación del documento de patente, puede estar fuera de la protección legal proporcionada por las reivindicaciones.

Como se puede observar, las ventajas son considerablemente superiores a las desventajas, por lo cual, a continuación se revisará someramente los principales aspectos en torno al conocimiento y aplicación de estos documentos.

Una patente es un derecho de monopolio temporal, expedido por un gobierno a un inventor, que le permite excluir a otra persona de que haga, utilice o venda su invento dentro del territorio nacional. El gobierno, a través de la oficina de patentes, publica (acepta) una patente una vez que ha sido investigada su novedad y utilidad práctica, la cual el inventor ha dado a conocer en la solicitud, de la mejor forma posible.

Si el inventor omite una adecuada exposición de su invención, ésta le será negada y cualquier patente inadvertidamente publicada podrá ser invalidada.

Los derechos de patente se otorgan a aquellos inventores que agregan alguna novedad al campo de tecnología disponible, con lo cual contribuyen al progreso y bienestar de la sociedad; por lo cual, el periodo de duración de la patente depende del país en que ésta sea expedida, así en los E.U.A. los derechos se conceden por 17 años, y en México solamente por 14 años, al término de los cuales cualquier persona tiene libre derecho de usar un invento protegido por una patente ya expirada, siempre que al hacerlo, no utilice rasgos o características protegidos por otras patentes vigentes.

Un documento de patente puede concederse al inventor de cualquier proceso, máquina o fabricación, útil y novedosa. Así por ejemplo no se puede conceder una patente a: dispositivos inútiles, material impreso, métodos para hacer negocios, mejoras a algún instrumento que puedan ocurrírsele a cualquier persona con conocimiento en el campo o máquinas que no funcionen.

Particularmente en México, el concepto de explotación de los documentos de patente que contiene la Ley, ha sido precisado y detallado para impedir que a través de su escasa aplicación se mantenga protegido un documento de patente, en detrimento de las necesidades del país, como medio para propiciar importaciones o para limitar la producción de la industria nacional. Así, la explotación de las patentes debe comprobarse dentro de un plazo de tres años, y en caso contrario, se vuelven del dominio público.

Es importante hacer notar que los documentos de patente se encuentran estructurados de una forma tal, que una vez que se ha estudiado ésta, se facilita enormemente la localización de datos específicos. Así, una patente se encuentra estructurada en la siguiente forma:

- + Datos bibliográficos y de identificación.
- + Breve resumen del campo que cubre la patente.
- + Breve explicación del problema a resolver.
- + El objeto de la invención.
- + Dibujos (si la patente puede ser ilustrada).
- + Resumen descriptivo de los dibujos.
- + Descripción detallada de la invención.
- + Reivindicaciones (una o más cláusulas que definen en terminología legal a la invención).

Un estudio más detallado acerca de la utilidad de las patentes queda fuera de los propósitos del presente trabajo. Sin embargo, es importante enfatizar, que la falta de utilización de la información contenida en los documentos de patente, constituye un enorme desperdicio y representa un rompimiento del acuerdo básico en que se fundamenta el sistema de patentes. A través del cual, se conceden derechos monopólicos para la explotación de una cierta tecnología durante un periodo de tiempo, de forma que, expirado el mismo, todos los interesados puedan utilizarla.

V.4.5 Metodología de Búsqueda de Información.

Se muestra en la Fig.V.10., una secuencia o metodología recomendable para recuperar información, de la cual las etapas son las siguientes:

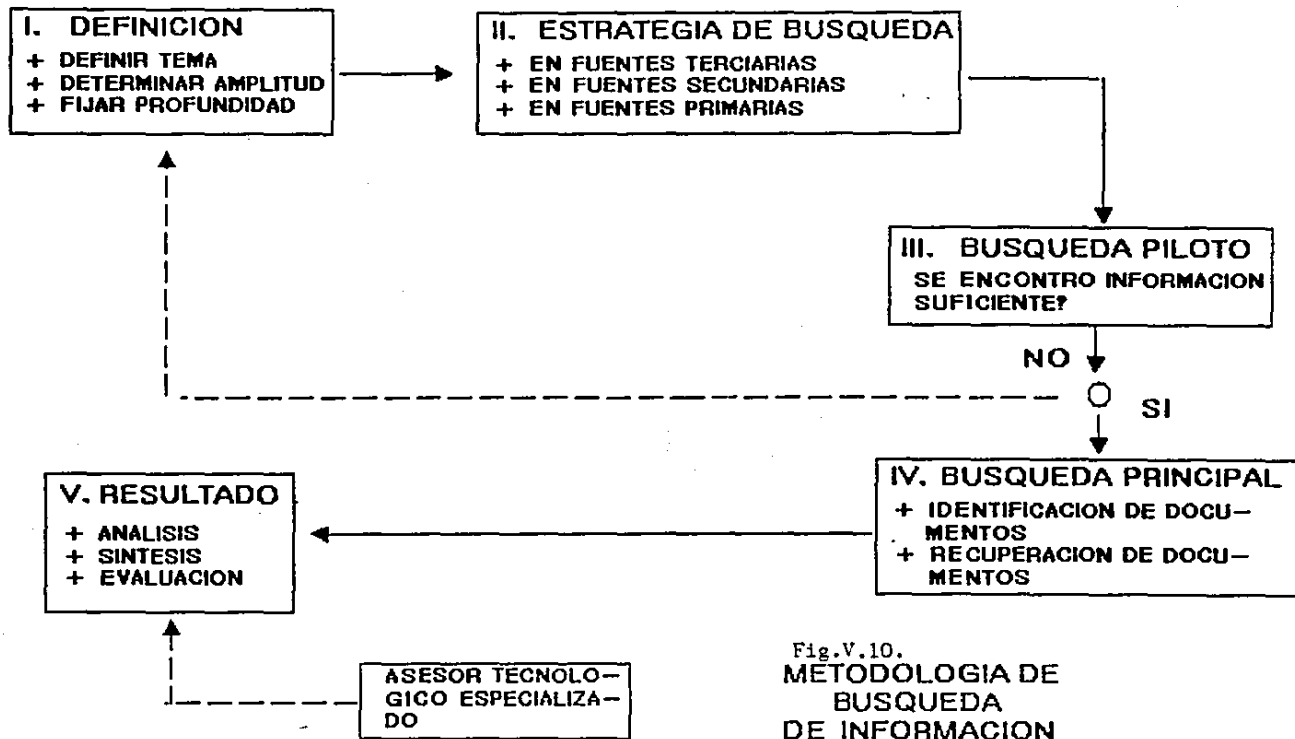


Fig.V.10.
METODOLOGIA DE
BUSQUEDA
DE INFORMACION

I. DEFINICION.

La primera etapa es muy importante en cualquier búsqueda pues si no se entiende perfectamente lo que se está buscando no se encontrará la información, por lo cual se deben definir: limitaciones técnicas, capacidades, fuentes de información utilizables (patentes, reportes, normas, artículos técnicos, etc.), retrospectión o periodo de búsqueda, y forma en que se esperan los resultados como documentos, bibliografía, etc.

II. ESTRATEGIA DE BUSQUEDA.

Se refiere a la planeación de las fuentes que se utilizarán para obtener la información de manera más fácil y rápida, listando las fuentes en el orden en que serán usadas. Las fuentes terciarias son de inestimable valor en la definición de las fuentes que se utilizarán. Sobre todo cuando no se conoce bien el campo de la búsqueda, es preferible usar primero las fuentes secundarias especializadas.

III. BUSQUEDA PILOTO.

Con objeto de probar la estrategia de búsqueda, es recomendable realizar un sondeo para determinar si está correctamente planteada, y en caso positivo se debe emprender la búsqueda principal de información.

IV. BUSQUEDA PRINCIPAL.

El éxito en la búsqueda de información depende de varias características: experiencia, creatividad, perseverancia, y entrenamiento, de parte del investigador. Una vez identificados los documentos, es necesario recuperarlos, para lo cual se debe acudir a servicios especializados de información.

V. RESULTADO.

Al final del proceso, se debiera evaluar el resultado de la búsqueda, y si este no es satisfactorio, es recomendable acudir a un asesor tecnológico especializado.

V.5 CONCLUSIONES.

Los beneficios que proporciona la aplicación de la Ingeniería Inversa, están disponibles a toda clase de empresas, desde la más pequeña hasta la más grande. Sin embargo, y debido a ciertas particularidades, ésta es utilizada mucho más frecuentemente en la industria mediana y pequeña. Además, es en éste tipo de empresas en donde más se dificulta la implementación de la metodología.

Por ello, y para que la Ingeniería Inversa aporte beneficios dentro de las empresas medianas y pequeñas, en las que generalmente, cada cabeza de departamento está llamado a realizar más de una función, se requiere de una intensa disciplina personal en todo lo que se refiere a su operación.

Es importante enfatizar la estrecha relación existente entre la eficiencia al llevar a cabo proyectos de Ingeniería Inversa y la formalidad que se acostumbre seguir en la realización de estos. Observándose que entre más formalidad y planeación de los mismos, sin olvidar la importancia de tener cierta flexibilidad y de estar abiertos a cualquier idea innovadora (a través de una actitud enfocada hacia ello), se tiene una mayor efectividad y eficiencia generales en el desempeño de la I.I., dentro de la empresa.

Se ha observado, que la utilización de los canales de comunicación varía dependiendo de la búsqueda que se lleva a cabo y el lugar en que se efectúa la investigación. Los investigadores universitarios, prefieren los canales formales, mientras que aquellas personas que realizan sus actividades en forma estrechamente ligada a la industria, prefieren los canales informales, y en este caso, el papel del Asesor adquiere una gran importancia.

Es muy importante no perder de vista el hecho de que la Ingeniería Inversa es esencialmente una actividad de grupo que involucra el esfuerzo de varias personas, provenientes de diferentes departamentos de una empresa.

El éxito de la operación depende en gran medida de la calidad de las personas seleccionadas para implementar la acción, por lo que se debe tomar en cuenta el que éstas puedan trabajar reunidas en forma satisfactoria. Así, si es necesario hacer cambios, estos se deberán dar preferentemente en las etapas tempranas de la formación del grupo.

En general, deberá entenderse el papel ideal del gerente de I.I., cómo el de un facilitador, que provee el apoyo y el liderazgo requeridos para permitir al equipo solucionar sus problemas y crecer en la actividad. Esto lo hace por medio del establecimiento de un clima efectivo, que induce la adecuada comunicación y cooperación entre los miembros del grupo, y entre éstos y el resto de la organización, mediante la creación de oportunidades para el desarrollo profesional del equipo y del direccionamiento de los talentos y recursos del proyecto, hacia las metas y objetivos planteados.

Finalmente se debe hacer énfasis, que para que la operación de la Ingeniería Inversa resulte en una actividad efectiva para la empresa, ésta deberá realizarse en forma preferentemente continua. Ya que solamente mediante la práctica ininterrumpida de la Ingeniería Inversa, se podrán adquirir el ritmo y la experiencia adecuados como para desarrollar y mantener en forma exitosa ésta actividad.

APPENDICE A.

FECHA: ___/___/___

CLAVE: _____

**CUESTIONARIO GENERAL
PARA EMPRESAS DEL SECTOR DE BIENES DE CAPITAL.**

1. NOMBRE DE LA EMPRESA: _____

2. UBICACION:

Calle: _____ Num: _____ Colonia: _____

C.P.: _____ Entidad: _____ Telefono(s): _____

3. CARACTERIZACION DENTRO DE LA INDUSTRIA:

A) Sub-sector industrial: _____

B) Sector: PUB. _____ % PRIV. _____ % C) Vtas Anuales: \$ _____

D) Proporción de Capital (%): Nacional: _____ Extranjero: _____ (País: _____)

E) Afiliación: Independiente < > Grupo < > Nom. _____

F) Num. Obreros: _____ Num. Empleados: _____

G) Clientes Principales: _____

4. BREVE HISTORIAL DE LA EMPRESA:

A) Año de inicio de operaciones: _____ B) Num de plantas actual: _____

C) Localización de las plantas (inicio de operaciones): _____

D) Desarrollo histórico: _____

E) Ud. clasificaría la tecnología utilizada en su empresa, como:

< > La más moderna < > De uso común < > Obsoleta

< > Adecuada para el mercado Nacional < > Desconoce

Comentarios: _____

FECHA: ___/___/___

CLAVE: _____

5. DESCRIPCION DE LOS PRODUCTOS PRINCIPALES:

Producto	% de la Producción	Ventas Anuales Und's // \$	% del Mercado	Cliente (s)
A. _____	_____	_____ // _____	_____	_____
B. _____	_____	_____ // _____	_____	_____
C. _____	_____	_____ // _____	_____	_____
D. _____	_____	_____ // _____	_____	_____
E. _____	_____	_____ // _____	_____	_____

6. ESTADISTICAS DE PRODUCCION:

Año	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986
A) Vtas totales (mill)	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
B) % de utilización de la capacidad instalada.	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Razones y Comentarios (a los aumentos o disminuciones):

7. PERSONAL

A) Distribución General:

	1980	1982	1984	1986
Profesional Técnico	_____	_____	_____	_____
Profesional no Técnico	_____	_____	_____	_____
Técnico	_____	_____	_____	_____
Obreros Calificados	_____	_____	_____	_____
Obreros no Calificados	_____	_____	_____	_____
TOTAL	_____	_____	_____	_____

B) Funciones actuales del personal profesional técnico:

	Número.	%	Exp. Prom.	Con Capacitación Especial.
Producción	_____	_____	_____	_____
Innovación Tecnológica	_____	_____	_____	_____
Ventas y Mercadotecnia	_____	_____	_____	_____
Asesoría y Servicio	_____	_____	_____	_____
Administración	_____	_____	_____	_____
Otros:	_____	_____	_____	_____

C) Permanencia en la empresa (Rotación): _____

FECHA: ___/___/___

CLAVE: _____

D) Número total de directivos: Alta Gerencia: _____ Gerencia Media: _____

E) Comentarios sobre el personal profesional tecnológico:

a. Preparación: B _____ R _____ M _____ J _____

b. Experiencia: B _____ R _____ M _____ J _____

B. COMPETENCIA:

A) Empresas competidoras nacionales: _____ % Mercado

a. _____

b. _____

c. _____

B) Empresas competidoras extranjeras: (Nombre y País) _____ % Mercado

a. _____

b. _____

c. _____

C) Productos que se exportan: _____ % Producción _____ % Mercado

a. _____

b. _____

c. _____

D) Competitividad Internacional: _____

_____ Alta _____ Media _____ Baja _____ Desconoce

Razones (jerarquizar):

_____ Precio _____ Canales de distribución

_____ Calidad _____ Costo _____ Tiempo de Entrega

_____ Otros: _____

9. PLANEACION:

A) Máximo horizonte de planeación (en años): _____

B) Clasificación de los proyectos principales: (Jerarquizar)

_____ Modernización de la planta _____ Expansión de líneas actuales

_____ Nuevos productos _____ Incrementar fuerza laboral

_____ Incrementar personal técnico _____ Incrementar productividad

_____ Exportación _____ Integración vertical

_____ Adquisición/Fusión con otras empresas

_____ Otros: _____

Proyectos: _____

1. _____ Objetivo _____ Inversión _____ Fecha Inicio _____

2. _____

3. _____

FECHA: ___/___/___

CLAVE: _____

10. APOYO FINANCIERO:

A) Acceso a fuentes de financiamiento: ___ B ___ R ___ M

B) Principales fuentes de financiamiento (1980-1986): (jerarquizar)

a. ___ Internas	_____ %	b. ___ Externas	_____ %
___ Utilidades reinvertidas	_____ %	___ Préstamo de los dueños	_____ %
___ Aportaciones al capital social por parte de los socios actuales	_____ %	___ Bancos Nacionales	_____ %
		___ Bancos Extranjeros	_____ %
		___ Organismos o Empresas Extranjeras	_____ %
Otros:		___ Emisión de Acciones	_____ %
_____ %		___ Proveedores de equipo	_____ %
_____ %		_____ %	_____ %
_____ %		_____ %	_____ %
_____ %		_____ %	_____ %

C) Pasivos actuales: \$ Nacional _____ % \$ Extranjera _____ %

D) ¿Qué tanto uso se ha hecho de los instrumentos de apoyo en política económica? (Jerarquizar):

Incentivos Fiscales	Fondos Financieros	Institución (es)	(NAFINSA, B.de Mex., B.de Com.Ext., etc)
_____	_____	_____	A la producción.
_____	_____	_____	A la exportación y sustitución de importaciones.
_____	_____	_____	A la descentralización.
_____	_____	_____	A la creación de empleos.
_____	_____	_____	A la Reconversión.
_____	_____	_____	Al desarrollo tecnológico.

E) Experiencia y Opinión sobre los instrumentos y fondos:

11. APOYO INSTITUCIONAL:

A) ¿A que asociaciones pertenece su empresa y con que objeto pertenece a ellas?

FECHA: ___/___/___

CLAVE: _____

B) ¿Ha participado su empresa en congresos/reuniones dentro de su sector? (Especifique cuales han sido los/las más importantes, su objetivo y los resultados obtenidos)

- a. _____
- _____
- _____
- b. _____
- _____
- _____
- c. _____
- _____
- _____

12. COMPRA Y ASIMILACION DE TECNOLOGIA:

A) ¿Han efectuado algún tipo de exposición de productos? (¿qué tan regulares son estas?, Si reciben ayuda/asesoría para las mismas ¿de quién? - o a través de que organismo/organización las realizan):

- _____
- _____
- _____

B) Tomando en cuenta los insumos (maquinaria, equipo, patentes, materias primas, conocimiento, marcas, etc.), ¿cuál fué el origen de la tecnología al inicio de las operaciones, y actualmente qué proporción de la componente tecnológica es nacional, y qué componente es extranjera?:

Componente Tecnológica (Especifique el porcentaje y la empresa.)	Inicio		Actualmente	
	Interno	Externo	Interno	Externo
Materia prima y materias primas procesadas	+	+	+	+
Maquinaria, equipo, Instrumentación	+	+	+	+
Instalaciones	+	+	+	+
Conocimiento, Información, planos, especificaciones sobre productos.	+	+	+	+
Conocimiento, Información, planos, especificaciones sobre procesos.	+	+	+	+
Asistencia o asesoría técnica. (know-how)	+	+	+	+
Patentes y/o Marcas	+	+	+	+
Otros:	+	+	+	+

FECHA: ___/___/___

CLAVE: _____

- B) Si recibe asesoría extranjera, explique su tipo y procedencia (tec. no incorporada). Así como las razones de adquirirla (desarrollo poco factible, costo, tiempo, para el equipo, etc):

- C) ¿Qué se ha aprendido sobre la compra de tecnología?

- D) ¿Existe un programa, plan, método, guía o algo similar que permita la adecuada asimilación de la tecnología de origen externo de la empresa?

No (¿Por qué?):

Si. Año de inicio: _____ Características y Resultados:

- E) Comentarios sobre fabricación nacional de maquinaria, equipo e instrumentación (compare precio, calidad, servicio, etc; con los de importación)

13. GRUPO DE DESARROLLO:

- A) ¿Existe en su empresa alguno de los siguientes departamentos, o alguno similar, cuya función sea total o parcialmente el desarrollo de productos/procesos nuevos o mejoras a los actuales, o bien, de nuevas tecnologías?:

Investigación < > Ingeniería del Producto < > Planeación < >

Desarrollo de nuevos productos < > Otros: _____
(Especifique) _____

FECHA: ___/___/___

CLAVE: _____

B) ¿Con que funciones cumple dicho departamento y cuales son sus principales actividades ?

C) ¿Existe algún programa/plan de desarrollo de tecnología, o bien, de nuevos productos ? (Si existe explique su contenido y si no, de la razón, especificando si hay planes para implementarlo)

D) Origenes: (Jerarquizar)
Del Grupo Del Plan

- Exigencias de los Clientes
- Compra de tecnología muy costosa o en condiciones desventajosas
- Experiencias previas negativas con licenciatarios
- Tecnología externa no disponible
- Personal interno muy inventivo o creativo
- Aumentar competitividad en el mercado
- Aprovechar una oportunidad de nuevos negocios
- Ofrecimiento de un inventor/organización externos
- Filosofía de la empresa

Otros:

14. COMENTARIOS Y SUGERENCIAS:

FECHA: ___/___/___

CLAVE: _____

**CUESTIONARIO SOBRE INGENIERIA INVERSA
PARA LAS EMPRESAS DEL SECTOR DE BIENES DE CAPITAL.**

15. INFRAESTRUCTURA INTERNA PARA LA INGENIERIA INVERSA:

A) ¿Qué tipo(s) de tecnologías ha adaptado y/o imitado? (jerarquize)

	Adaptación	Imitación	%Nal/%Ext	País de Procedencia
De Proceso	-----	-----	/	-----
De Producto	-----	-----	/	-----
De Equipo	-----	-----	/	-----
De Operación	-----	-----	/	-----
Otras:	-----	-----	/	-----
-----	-----	-----	/	-----
-----	-----	-----	/	-----

B) ¿Por qué razones o con que objetivos? (Especifique)

- Internas de la Empresa.
- Necesidades del Mercado Nacional.
- Necesidades del Mercado Internacional.
- Nuevas Normas.
- Otras: -----

C) ¿Se siguió algún plan, o se recibió algún tipo de ayuda? (Especifique)

D) Principales problemas que se han encontrado: (Especifique)

- Humanos
- De Mercado
- Financieros
- Técnicos
- Admon. de Tecnología
- Otros: -----

E) Señale los parámetros tecnológicos críticos que se han encontrado en los procesos de copia y/o adaptación de tecnología.

- a. -----
- b. -----
- c. -----

FECHA: ___/___/___

CLAVE: _____

F) ¿Cómo se identifican los proyectos u oportunidades de imitación o adaptación?

B) Mencione los proyectos de ing. inversa más importantes que hayan sido llevados a cabo por su empresa, especifique objetivos y resultados obtenidos.

A. -----

B. -----

C. -----

H) Indique las tendencias tecnológicas que han presentado las tecnologías adaptadas y/o imitadas.

A. -----

B. -----

C. -----

FECHA: ___/___/___

CLAVE: _____

- I) Información tecnológica: SI NO
- ¿ Cuentan con manuales técnicos apropiados ? < > < >
 - ¿ Tienen manuales de equipo y procesos ? < > < >
 - ¿ Están actualizados los manuales ? < > < >

Comentarios y especificaciones: _____

- J) Equipo y su mantenimiento: SI NO
- ¿ Hay información actualizada del equipo disponible en su empresa ? < > < >
 - ¿ Hay manuales de reparación y mantenimiento ? < > < >
 - ¿ Se llevan registros de inspecciones y reparaciones efectuadas ? < > < >
 - ¿ Se llevan registros de modificaciones hechas al equipo ? < > < >

Comentarios y especificaciones: _____

- K) Control de la calidad: SI NO
- ¿ Hay estándares de calidad establecidos ? < > < >
 - ¿ Cumple con normas nacionales o internacionales?(Especifique) < > < >
 - ¿ Ha sido satisfactorio el ctrl. de calidad en su empresa ? < > < >

Comentarios y especificaciones: _____

- L) Pruebas e instrumentos de medición: SI NO
- ¿ Se usan los dispositivos e instrumentos apropiados para mediciones y pruebas ? < > < >
 - ¿ Están establecidos los procedimientos para efectuar cada medición? < > < >
 - ¿ Han sido establecidas las tolerancias para cada medición? < > < >
 - ¿ Hay registros de inspección y ajuste de cada instrumento? < > < >

Comentarios y especificaciones: _____

- M) Estudios realizados: SI NO
- ¿ Se realizan estudios especiales para la imitación?(Especifique) < > < >
 - ¿ Se investigan las patentes nacionales existentes al respecto ? < > < >
 - ¿ Se investigan las patentes internacionales ? < > < >
 - ¿ Se investiga el estado de la tecnología libre en el ramo? < > < >
 - ¿ Se hace uso de las organizaciones de apoyo?(especifique) < > < >

Comentarios y especificaciones: _____

N) Comentarios Generales:

FECHA: ___/___/___

CLAVE: _____

16. CASO DE INGENIERIA INVERSA.

A continuación se pide que Ud. seleccione de entre los proyectos de Ingeniería Inversa que se hayan realizado (o estén realizándose) en su industria, -aquel que a su juicio haya sido el más completo, o bien, el más trascendente para la misma, y que nos conteste las siguientes preguntas:

A) Descripción de la tecnología (si es posible incluyase diagrama):

B) Año de inicio del proyecto: _____ Duración: _____

C) Usos y Aplicaciones principales de esta tecnología: _____

D) Antecedentes:

E) Origen.

De la tecnología (%Nacional/%Extranjero): _____	País o Institución _____
Del Proyecto (%Interno/%Externo): _____	_____

F) Objetivos técnicos y tecnológicos:

a. _____
b. _____
c. _____

FECHA: ___/___/___

CLAVE: _____

G) Parámetros técnicos y tecnológicos críticos: (Normas, Códigos, Manuales, etc)

- a. _____
- b. _____
- c. _____

H) Tendencias técnicas y tecnológicas críticas:

- a. _____
- b. _____
- c. _____

I) Explique el desarrollo histórico del proyecto:

J) Tiempo de desarrollo(meses). Programado:_____ Real:_____

K) Costo/Financiamiento.
 Presupuestado: \$ _____ Real: \$ _____ Financiamiento Externo (%): _____

¿Cuál es el costo aproximado de adquirir una tecnología igual o semejante en el extranjero ? \$ _____

Principales fuentes (Bancos, Instituciones de apoyo, etc.):

- a. _____
- b. _____
- c. _____

Amortización esperada de la inversión:_____ Meses.

FECHA: ___/___/___

CLAVE: _____

L) Asignación de personal al Proyecto:

	Número	Capacitación Especial.	hrs/sem. Dedicadas	Experiencia (años)
Profesional Técnico.	-----	-----	-----	-----
Profesional no Técnico.	-----	-----	-----	-----
Técnico.	-----	-----	-----	-----
Obreros Calificados.	-----	-----	-----	-----
Obreros no Calificados.	-----	-----	-----	-----

M) Principales fuentes auxiliares: (Jerarquizar)

- Libros, Revistas, Catálogos, etc. (Información tecnológica)
- Manuales, Planos, Procedimientos de Cálculo, etc.
- Compra-Asimilación
- Investigación y Desarrollo internos.
- Compra de Equipo/Material.
- Productos y/o sus patentes.
- Normas y especificaciones Nacionales o Internacionales.
- Otros: -----

N) Areas en las que el proyecto contribuyó principalmente: (Jerarquizar)

- Reducción de costos.
- Incremento de la producción.
- Incrementó la calidad.
- Desarrollo de nuevos productos.
- Incrementó conocimientos tecnológicos.
- Mejoró la compra de tecnología.
- Se vendió tecnología.
- Otros: -----

O) Uso de la infraestructura externa en el desarrollo del proyecto:

- a. ¿Cuáles son las organizaciones con las que más se trabajó?
-
-
-
- b. ¿Con qué propósito(s) específico(s)?
-
-
-
- c. ¿Problemas que se presentaron(o han presentado)?
-
-
-
- P) ¿Se obtuvieron Patentes? (Explique)
-
-
-

FECHA: ___/___/___

CLAVE: _____

Q) Pruebas y Estudios (técnicos y no técnicos) para la realización del proyecto:

R) ¿ Qué plan se siguió ?

S) Mencione los principales problemas y oportunidades que se presentaron (o se han presentado) durante el desarrollo del proyecto. Así como los elementos críticos que contribuyeron (o han contribuido) al desarrollo tanto positivo como negativo, del mismo:

T) Resultados Generales! (añada una hoja si es necesario)

- a. _____
- b. _____
- c. _____
- d. _____
- e. _____

U) Comentarios Adicionales!

APENDICE B.

ASIMILACION, TRANSFERENCIA Y ADAPTACION DE TECNOLOGIA.

La asimilación de tecnología es una función que de alguna forma existe en toda organización industrial. En algunas está claramente identificada y se realiza en forma sistemática y sus efectos se observan en los resultados globales de la empresa; en otras existe en forma implícita y aleatoria, por lo que sus efectos son difícilmente identificables, ya sean estos positivos o negativos. De hecho, la asimilación de tecnología siempre se realiza en todas las actividades de una empresa, lo que sucede es que no se hace en forma sistemática y, al dejar que se realice en forma intuitiva por parte de los individuos, la eficiencia asimilativa pasa a depender de sus aptitudes que al abandonar la empresa se llevan como parte de su experiencia propia.

¿ Para qué Asimilar Tecnología ?

La poca capacidad competitiva de numerosas empresas industriales en México, de todas las magnitudes: grandes, medianas, y pequeñas, se ha debido en gran parte a que el aspecto tecnológico ha sido relegado a un nivel de poca importancia en la organización. Esto ha provocado que los conocimientos se pierdan con el transcurso del tiempo, porque las actualizaciones y formas de realizar las actividades se quedan en los individuos y no en las organizaciones. En México, a través de muchos años de descuidar ésta actividad, se ha hecho evidente la necesidad de estructurar mecanismos que, en forma explícita, se aboquen a hacer uso eficiente de los conocimientos tecnológicos. Es decir, que pagamos por adquirir tecnología (lo que se puede hacer de muchas formas distintas) para lograr buena calidad y bajo costo; pero, sin embargo vamos perdiendo esa tecnología porque: a) se rota al personal, b) la gente deja de hacer las cosas bien, y c) se hace obsoleta. Para evitar ésta pérdida de tecnología necesitamos hacer un esfuerzo en asimilación de tecnología.

¿ Qué es la Asimilación de Tecnología ?

Es un proceso de aprovechamiento racional y sistemático del conocimiento, por el cual, el que tiene una tecnología, profundiza en su conocimiento. Los objetivos son: a) Ser competitivos, y b) Ser capaces de generar optimizaciones que incrementen calidad y productividad. La asimilación de tecnología no es un fin en sí mismo, sino un medio para que las funciones técnicas dirigidas al objetivo de producir un bien o servicio dentro de una empresa, se realicen lo más eficientemente posible, debido a que cuentan con la mejor información y conocimientos disponibles. La asimilación de tecnología consta de tres actividades, que son:

1) Documentación: La documentación es un medio para preservar información valiosa en el desempeño de una actividad y establecer los pasos correctos a seguir para que ésta se concluya adecuadamente. Esta debe tener un propósito claro y preciso, y deberá estar expuesta con sencillez y claridad, si es que se quiere recuperar la información de una manera rápida y segura. Para esto, es necesario definir con precisión el sistema de generación, utilización y control, para que sirva a los fines propuestos. Deberá de realizarse a través de la utilización de planos, especificaciones, manuales, procedimientos, métodos, etc; archivados en forma adecuada.

2) Capacitación: El objetivo de la capacitación es mejorar la relación individuo-posición en el trabajo, en conocimiento, habilidades y desempeño; de tal manera que pueda afrontar más eficientemente su trabajo, propiciando su propio desarrollo y el de la organización, a través de cursos, entrenamiento, prácticas, seguimiento de instrucciones, listas de referencia, etc; para que lo do-

documentado y archivado no haga dinámico. En la búsqueda de beneficiar a la empresa, la superación del trabajador y de la sociedad misma, la capacitación debe ser utilizada como un proceso permanente, sistematizado técnicamente y diseñado para las necesidades de cada organización. La capacitación consta de varias fases: a) Planificación, b) Organización, c) Ejecución, d) Evaluación. La capacitación debe tener como uno de sus metas, la realización de un proyecto o programa que favorezca la obtención de resultados eficaces, sin consumir un gran esfuerzo. Esta se suele llevar a cabo principalmente en tres formas distintas, a través de: a) Cursos internos, b) Cursos externos, c) El trabajo.

3) Actualización: Cuando el conocimiento se capta, las curvas de aprendizaje se vuelven asintóticas y el objetivo ya no se centra en asimilar el proceso o producto sino en mejorarlo mediante el desarrollo propio de innovaciones, basadas en la propia experiencia ya adquirida. Cuando no se mantiene una actualización constante de los procesos, se corre el riesgo de que la empresa sea desplazada por las innovaciones de los competidores. Esta se realiza a través de la lectura de revistas, asistencia a congresos y exposiciones, y contacto con el mercado, para asegurarnos de que nuestra tecnología es competitiva.

¿ Por qué Asimilar Tecnología ?.

Son muchas las razones para asimilarla:

- + Por el conocimiento detallado del proceso, éste se ve constantemente mejorado debido a innovaciones menores que se efectúan bajo control.
- + El conocimiento del valor en el uso del producto permite mejorar constantemente el diseño de productos, los materiales que intervienen en el proceso, etc.
- + La calidad se incrementa ya que, al tener detallados todos los procedimientos y manuales operativos, se facilita la tarea del control y medición, así como la detección de posibles mejoras para los procesos de manufactura y para asegurar la calidad.
- + La capacitación del personal se facilita y se uniforma.
- + Los costos, como reflejo de la productividad, se ven mejorados substancialmente con la eficiencia de horas-hombre y horas-máquina.

En el caso de empresas que operan con tecnología licenciada, el haber alcanzado reproducir los parámetros de la tecnología original y maximizar resultados, les permite estar en una posición más sólida de conocimientos para obtener retroalimentación de información relevante y de vanguardia de su licenciador. La asimilación de tecnología permitirá que, al finalizar los correspondientes contratos de licencia, ya no sea necesario renovar el contrato, ya que la tecnología involucrada habrá sido totalmente digerida o bien, en la re-negociación, se obtendrían mejores condiciones para el licenciamiento, tales como acceso a nuevos desarrollos o ahorros en el monto de las regalías.

La integración se refiere tanto a la sustitución de importaciones de insumos, como de equipo y a la integración vertical y horizontal que pueda lograr la empresa debido a su posición tecnológica. La rotación de personal en todos los niveles ha roto con muchos esfuerzos técnicos que, en ocasiones, significa pérdidas de años de trabajo. La asimilación de tecnología, en su misma definición, se presenta como una solución a este problema, con base en la documentación respectiva.

¿ Cómo Organizar un programa de Asimilación de Tecnología ?

Una vez aceptado que en una organización se requiere hacer un esfuerzo en asimilación de tecnología, es necesario realizar primero un diagnóstico de dónde se está, a donde se quiere llegar y con que recursos se cuenta para ello. Las características fundamentales que debe tener un programa de asimilación son:

- a) Que participe todo el personal con funciones técnicas.
- b) Que se establezca un sistema claro y seguro de documentación.
- c) Que exista acceso a la información que se genere.

Para lo cual es indispensable realizar un planteamiento global del sistema de documentación que se seguirá, el que deberá iniciarse con la captura de información en los centros generadores o usuarios y terminar en un mecanismo de control para su observancia y actualización. Establecido un programa de asimilación de tecnología en todas las áreas técnicas de la empresa, la labor de auditoría se puede concentrar en tres puntos:

- 1.- Cumplimiento de las fechas del programa.
- 2.- Preparación de documentos completos.
- 3.- Estricta adhesión a los procedimientos.

La definición amplia de cada fase, la comprobación de la comprensión y el control continuo, harán de los documentos una herramienta efectiva de valiosa aportación para la empresa.

Las Etapas de la Asimilación.

A la asimilación de tecnología hay que entenderla como dividida en tres diferentes etapas:

1) Asimilación en el proceso inicial de transferencia de tecnología. La asimilación durante éste proceso es la clave para el correcto funcionamiento de todo el plan de asimilación tecnológica de la empresa, ya que de los planteamientos de asimilación que se adopten en ésta etapa dependerá el llegar a tener rápidamente competitividad tecnológica, así como el poder mantenerla.

2) Asimilación durante la operación normal de la planta. En éste caso es llegar lo antes posible a tener curvas de aprendizaje y eficiencia iguales a las mejores que operen en el mundo; una vez cumplido éste objetivo se pasa a la etapa de desarrollo tecnológico independiente.

3) Asimilación en el desarrollo de tecnología. Durante la etapa de desarrollo tecnológico, la asimilación se refiere a los conocimientos innovativos que en todos lugares se están generando y que están relacionados con la tecnología y líneas de productos que fabrica la empresa. Al llegar a éste punto se deberá estar atento a los siguientes acontecimientos dentro del área de operaciones de la empresa:

- + Patentes.
- + Formación de nuevas Empresas.
- + Nuevos departamentos en Empresas.
- + Investigación en Universidades y en centros especializados.
- + Catálogos.
- + Lanzamiento de Nuevos Productos en otros Países.

Los mecanismos de asimilación de tecnología anteriormente mencionados deben estar presentes en todas las etapas de la transferencia de tecnología. La asimilación generalmente queda comprendida en dos tipos de casos: la explícita y la implícita; en la primera nos referimos a aquella que queda manifestada en dibujos, especificaciones, diseños, etc., y la implícita es la que no se entrega como documento al licenciataria pero que está presente en la organización del licenciante y en la metodología de la prestación del servicio de ingeniería, y es importante que este tipo de tecnología quede asimilado por el licenciataria, a través de la extracción de los conceptos de ingeniería que se han usado desde el comienzo de las operaciones.

Transferencia y Adaptación de Tecnología en la Industria Metal-Mecánica de Bienes de Capital.

La fabricación material de maquinaria y equipo tecnológicamente avanzados y por lo tanto complejos, si bien implica el dominio de los elementos básicos de la tecnología de fabricación (es decir, de la tecnología de proceso), puede hacerse en gran parte, utilizando diseños importados para los productos y asistencia técnica del extranjero para el proceso de fabricación. De ahí que la fabricación material no implique automáticamente la creación de una capacidad tecnológica nacional.

Cómo la base de la tecnología de los bienes de capital, es la proyección del producto (tecnología del producto), no se podrá realmente crear una capacidad tecnológica interna sin dominar la técnica de la proyección, y la tecnología de fabricación de bienes de capital complejos. Por ello, lo que debemos analizar ahora, es la forma cómo la tecnología se transfiere y adapta dentro de esta industria.

Los requisitos tecnológicos de la fabricación de bienes de capital relativamente complejos en los países en desarrollo se cumplen generalmente mediante uno o varios de los cuatro métodos siguientes:

- i) La creación de filiales de Empresas Extranjeras.
- ii) La obtención de licencias con la participación del cedente en operaciones conjuntas con empresas nacionales privadas o públicas.
- iii) Los acuerdos de obtención de licencias en materia de tecnología pura y/o acuerdos de asistencia técnica concertados por empresas nacionales.

La información y los servicios principales que están total o parcialmente incluidos en los acuerdos de concesión de licencias de tecnología para la producción de bienes de capital, son por lo general los siguientes:

- + Concepción Tecnológica del Producto.
- + Diseños Detallados para la fabricación de Piezas y Componentes.
- + Asistencia Técnica en el Proceso de Fabricación.
- + Concesión de Licencias para Patentes y Marcas.
- + Capacitación del Personal.

El cedente de la licencia, presta generalmente estos servicios a cambio de unos honorarios globales más unas regalías calculadas como porcentaje del volumen de negocios del concesionario. Además de las disposiciones explícitas sobre los pagos, esos acuerdos de concesión de licencias contienen varias cláusulas restrictivas.

Entre las cuestiones que suelen ser objeto de los acuerdos de concesión de licencias, las más importantes son las que se relacionan con la proyección del producto: la concepción básica (datos técnicos, dibujos y especificaciones técnicas del mismo y de los materiales que se han de utilizar en su manufactura) y los diseños para la fabricación de las piezas y los componentes. La asistencia técnica en el proceso de fabricación suele estar relacionada con los métodos de manufactura, el montaje, la organización de la producción, el control de la calidad, etc.

Por lo que se refiere a los derechos de propiedad industrial, las marcas registradas parecen tener más importancia que las invenciones patentadas en los acuerdos de transferencia de tecnología relacionados con los bienes de capital. Esto es probablemente un reflejo, de la necesidad que tienen los fabricantes, de aprovechar la reputación de las marcas registradas extranjeras para asegurarse los pedidos.

Aunque la asistencia técnica y el diseño de los productos son importantes para la fabricación efectiva de material complejo, desde el punto de vista del aumento de la capacidad tecnológica de la parte beneficiaria, es de capital importancia que se proporcione a ésta, la metodología utilizada para el diseño del producto. Si no, el país beneficiario simplemente recibirá un diseño para fabricar el producto de que se trate, pero no estará en condiciones de saber cómo se obtiene ese diseño.

Asimismo, dentro de la industria Metal-Mecánica la transferencia de tecnología se realiza en dos niveles típicos:

a) En el nivel de la Pequeña y Mediana empresa, la transferencia de conocimientos se basa en la experiencia de técnicos y operadores.

b) El segundo nivel es el polo opuesto, y corresponde a la transferencia de conocimientos tecnológicos a través de grandes empresas, que tienen concentrado el desarrollo tecnológico, y es canalizado a través de conceptos de proceso, de máquinas, herramental, etc.

La adaptación de tecnología en este sector, presenta variantes muy atractivas para las empresas de países en vías de desarrollo, ya que la versatilidad de las máquinas suele ser más amplia, sobre todo cuando hablamos de producción tipo unitario. En éste sector, el potencial de adaptación a través de la sustitución de equipo por mano de obra, se vuelve atractivo, sobre todo por la habilidad innata de muchos operarios en estos países. Es bien conocida, la frecuencia con que se recurre a pequeños talleres para que fabriquen piezas de repuesto para equipo importado, y no sólo por la ventaja que representa el ahorro en tiempo y trámites de importación, sino porque muchas veces la pieza es mucho menos costosa y tiene la misma funcionalidad. Esta situación de fabricación casi artesanal, también es frecuente en equipos viejos que se reconstruyen una y otra vez ante la imposibilidad de sustituirlos por otros nuevos. Apegándose a la opinión expresada por José Giral en su libro "Tecnología Apropiada":

" El enfoque del desarrollo tecnológico en ésta industria es el producto, e incluso en las grandes empresas, la mejor transferencia de tecnología, se efectúa al estilo japonés: comprar un equipo en el extranjero y desarmarlo para analizarlo hasta saber de que aleación está hecho hasta el más insignificante tornillo, y después tratar de hacerlo hasta que salga igual."

APENDICE C.

INNOVACION Y DESARROLLO TECNOLOGICO JAPONES.

Es una gran verdad que el Japón siempre ha tenido una escasez de genios inventores. Sin embargo, también es cierto que la cultura occidental sobreevalúa el papel que desempeñan este tipo de personas dentro del proceso de innovación. Lo que se puede encontrar en el Japón es un excelente trabajo de equipo, habilidad para aprender de otros, voluntad para persistir en las mejoras de productos y procesos, habilidades de mercadeo, así como altas tasas de inversión.

Las universidades en el Japón capacitan 10 veces más ingenieros que las de Gran Bretaña. La industria invierte una proporción tan alta de su PIB en I&D como la de cualquier otro país occidental desarrollado. Emplea a más gente en I&D de la que emplean Gran Bretaña, Francia, y Alemania juntos. Por lo que no es de sorprender que el Japón registre más patentes nuevas en los E.U. que Gran Bretaña, Francia, o Alemania, o que el Japón construya computadoras más potentes que la IBM.

Ellos han aprendido que el simplemente ser imitadores de tecnología, es una estrategia comercial muy peligrosa, ya que los competidores pueden fácilmente seguir el juego. De tal forma es, que los japoneses mejoran la tecnología que piden prestada manteniendo la mente abierta hacia lo que el mercado está demandando. Sin embargo, cuando los japoneses copian y mejoran las invenciones de los Estados Unidos, los norteamericanos siempre están prontos a reclamar señalando que se trata de una trampa, sin darse cuenta que muchos éxitos comerciales de ellos mismos, han tenido como base el realizar el mismo tipo de "trampas" con las invenciones europeas.

Los japoneses saben que el logro del éxito en este tipo de proyectos, requiere una gran cantidad de mejoras incrementales de la tecnología de producción, inversiones masivas en nueva maquinaria, excelente control de calidad, y el uso de la producción en masa para ir hacia abajo en la curva de aprendizaje, lo que típicamente lleva a una disminución en costos cercana al 30% por cada vez que se logra doblar la producción. Muchos estudios de la innovación han mostrado que la tasa a la cual la tecnología evoluciona se encuentra gobernada por la acumulación de experiencia práctica. La innovación es "Aprender Haciendo", y esto es lo que la filosofía budista aprecia más: "Acciones, no Palabras".

Conforme una empresa va hacia abajo en la curva de aprendizaje, existe una retroalimentación mutua entre el proceso innovativo y el mercado. Cada adelanto en la disminución de los costos lleva hacia precios más bajos, lo que a su vez logra más experiencia para la empresa, que genera más recortes en los costos. Es así cómo, el Japón ha utilizado una política de precios muy agresiva con el objeto de estimular a la demanda y con esto bajar aún más rápido por la curva de aprendizaje.

Sin embargo, el proceso de aprendizaje va de la mano con una inversión creciente, ya que los incrementos en la demanda requieren de más bienes de capital (principalmente equipo), los cuales incorporan la tecnología más avanzada, lo que lleva hacia un mayor recorte de costos, lo cual genera un nuevo incremento en la demanda. En el Japón, los incrementos en la demanda se ven fuertemente ayudados por la receptividad de los consumidores domésticos hacia los nuevos productos. Los consumidores receptivos junto con altas tasas de inversión son características peculiares encontradas dentro del contexto industrial japonés por cualquier comentarista del milagro económico de este país. Y son justamente los ingredientes necesarios para un milagro tecnológico.

Mucha gente atribuye los recientes éxitos tecnológicos japoneses a la ayuda gubernamental, señalando que los gobiernos occidentales deberían igualar los subsidios japoneses para tecnología. Sin embargo, ésta es una visualización incorrecta de lo que sucede en la realidad. Son los gobiernos occidentales los que gastan mucho dinero en tecnología y es el gobierno del Japón el que gasta muy poco. En E.U. y en Gran Bretaña, más de la mitad de la I&D está pagada por el gobierno, sin embargo en el Japón la estadística indica que el porcentaje es mucho menor. Además, los estudios sobre innovación realizados en los E.U. muestran que la I&D tiende a llevar hacia productos comerciales cuando es realizada y pagada por la industria, ya que los proyectos de este tipo que son apoyados por el gobierno, tienden a ser demasiado ambiciosos y con poco sentido comercial.

Esto es precisamente lo que han sabido explotar los japoneses, ya qué, y aún considerando que el gobierno japonés gasta muy poco dinero en I&D, muchos de sus programas de cobertura nacional tienen un éxito impresionante. Esto se debe en gran medida a que el gobierno toma una actitud exclusivamente como de catalizador, de tal forma que estimula a la industria a llevar a cabo la mayor parte del trabajo de desarrollo.

Un plan Nacional de desarrollo tecnológico solamente se lleva a cabo cuando la industria se ha propuesto moralmente (lo cual tiene una fuerza especial en el espíritu japonés) el comercializar la tecnología. El plan sólo se lleva a cabo después de que se han estudiado en forma exhaustiva todas las opciones por un periodo de tres años en promedio.

En un principio, diez posibles planes son considerados, nueve de los cuales son finalmente deshechados. Pero, siempre se le pone especial cuidado a la programación del proyecto, de tal forma que el mismo no sea demasiado ambicioso como para que la industria se muestre temerosa de llevarlo a cabo, pero que tampoco sea tan sencillo y cercano a la comercialización como para que las empresas quieran llevarlo a cabo por sus propios medios.

Pero la ayuda más valiosa que proporciona el gobierno japonés es la de estimular un clima económico y financiero adecuado para la inversión. Sin embargo, está más allá de los propósitos de este trabajo el discutir cuales son las razones por las que en el Japón existen bajas tasas de interés, altas tasas de ahorro y altas tasas de inversión, lo que representa una combinación terriblemente efectiva.

Asimismo, las compañías japonesas siempre realizan una basta investigación de mercado antes de lanzar algún producto, por lo que las empresas responden de manera rápida y efectiva a las necesidades rápidamente cambiantes del consumidor. Lo anterior se debe también, en gran medida, a que la estructura administrativa del Japón es mucho más flexible que la de los países occidentales, ya que en el Japón la alta dirección de las empresas tiene una clara tendencia a verse mucho menos involucrada en las decisiones normales de la empresa que en el occidente.

En cambio, los empresarios japoneses invierten mucho de su tiempo en promover las relaciones interempresariales, así como con el gobierno y los banqueros. De ésta forma la mayoría de las decisiones de importancia relativa son tomadas por los niveles medios de la administración, es decir, por la gente que va a implementar dichos cambios o decisiones. Para los japoneses, la decisión por sí misma no puede cambiar la realidad, lo cual sólo se logra a través de su ejecución.

Las agremiaciones de empresarios han sido la base para promover y canalizar una intensa demanda de tecnología. La necesidad de asociarse para controlar la calidad es un importante hito de innovación tecnológica en el proceso japonés de desarrollo; es así como, lo que en un inicio fue por razón del movimiento en favor de la mejor calidad de los productos como apoyo a la organización de servicios de entrenamiento y orientación técnica, se convirtió y evolucionó rápidamente hacia la fundación de los laboratorios de investigación, los que se orientaron desde un comienzo según las especialidades de cada región, esto es, consultando las necesidades concretas del sistema productivo.

Por lo que, aún hoy en día, la tarea probablemente más importante de los laboratorios consiste en adaptar y desarrollar tecnologías según los requerimientos locales, difundiendo a través de servicios de orientación tecnológica, entre otras cosas, el conocimiento de las patentes disponibles en el país y en el extranjero, más sin violar los derechos registrados. Además, algo que es interesante anotar es la completa disponibilidad de equipos y laboratorios bastante sofisticados para el servicio a la industria.

Después de la segunda guerra mundial, la brecha tecnológica entre el Japón y los países occidentales era tremenda; sin embargo, desde entonces los japoneses han logrado un desarrollo rápido y efectivo, lo que les ha permitido estar exportando tecnología en éste momento. Esto se ha debido en gran parte al espíritu nacionalista y trabajador de los japoneses, pero también ha tenido mucho que ver la adecuada implementación y utilización de estrategias y políticas innovadoras para la transferencia de tecnología.

De ésta forma, los japoneses han importado aquellas máquinas que utilizan la tecnología más moderna y avanzada, lo que les ha permitido el estudiarlas detenidamente, y los conocimientos obtenidos en ésta forma han sido utilizados para desarrollar nuevas tecnologías y productos. Todo lo cual se ha podido lograr también, gracias al efectivo monitoreo de las tendencias tecnológicas; las empresas japonesas siempre han realizado investigaciones, evaluaciones, y predicciones efectivas de las tecnologías más prometedoras, y un gran número de ejecutivos e ingenieros son enviados fuera del país con éste propósito.

En resumen, la pregunta acerca de: ¿Cómo el Japón ha alcanzado a industrializarse en una forma tan rápida y exitosa?, encuentra su respuesta en el hecho de que una gran parte del esfuerzo en I&D ha sido enfocado hacia la obtención de una rápida asimilación y desarrollo de las técnicas traídas desde el extranjero.

BIBLIOGRAFIA.

1. Allen T.J., et.al.
THE INTERNATIONAL TECHNOLOGICAL GATEKEEPER.
Technology Review, Marzo de 1974, p.p. 36-43
2. Alvarez Soberanis Jaime.
LA REGULACION DE LAS INVENCIONES Y MARCAS,
Y DE LA TRANSFERENCIA TECNOLOGICA.
Ed Porrúa, México 1979
3. Amstoad B.H., et.al.
MANUFACTURING PROCESSES.
John Wiley & Sons., E.U.A 1979
4. Berlinski J., Nogueira H., et.al.
BASIC ISSUES EMERGING FROM RECENT RESEARCH ON TECHNOLOGICAL
BEHAVIOUR OF SELECTED LATIN AMERICAN METALWORKING PLANTS.
BID/CEPAL/CIID/PNUD., Buenos Aires 1982
5. Berlinski J.
INNOVACIONES EN EL PROCESO Y APRENDIZAJE.
BID/CEPAL/CIID/PNUD., Buenos Aires 1982
6. Buggie Frederick. D.
NEW PRODUCT DEVELOPMENT STRATEGIES.
Amacom, Nueva York 1981
7. Casement Richard.
INVENTION, IMITATION AND INNOVATION IN JAPAN.
Chemtech Magazine, Nov/1984, pp. 652-659.
8. Castañón Arturo, et. al.
ADMINISTRACION DE PROYECTOS DE INNOVACION TECNOLOGICA.
Ed Guernika-Centro para la Innovación Tecnológica/UNAM. México 1986
9. García Torres Arturo.
THE TRANSFER OF U.S. TECHNOLOGY TO MEXICO'S
CAPITAL GOODS INDUSTRY.
INFOTEC, México 1981
10. Giral José, González Sergio.
ESTRATEGIA TECNOLOGICA INTEGRAL.
TECPLIANA. México 1986
11. Giral José, González Sergio.
TECNOLOGIA APROPIADA.
Ed. Alhambra., México 1980
12. INFOTEC.
GUIA DE ASIMILACION DE TECNOLOGIA.
México 1984
13. Jaramillo Luis J.
DIFUSION DE TECNOLOGIA EN EL JAPON.
Revista Colciencias, Ene-Mar/1978, pp.59-85.

14. Katz Jorge
CAMBIO TECNOLÓGICO EN LA INDUSTRIA METAL-MECÁNICA LATINOAMERICANA.
PNUD/BID/CEPAL/CIID., Buenos Aires 1982
15. Lamberton D. M., et. al.
ECONOMÍA DE LA INFORMACIÓN Y DEL CONOCIMIENTO.
FCE, México 1977.
16. Márquez Ma. Teresa.
10 AÑOS DEL CONSEJO NACIONAL DE
CIENCIA Y TECNOLOGÍA.
CONACyT, México 1982
17. Marquis Donald.
THE ANATOMY OF SUCCESSFUL INNOVATIONS.
The Sloan School of Management, MIT.
18. Marvin Philip.
PLANNING NEW PRODUCTS.
Machine Design, Cleveland 1964
19. Medina Ramos Enrique., et al.
PROBLEMAS DE INNOVACIÓN EN LA INDUSTRIA MEDIANA Y PEQUEÑA
Tesis de Licenciatura, UNAM, México 1976
20. Mesa Darío.
LA UNIVERSIDAD ANTE LA REVOLUCIÓN CIENTÍFICA Y TÉCNICA.
Artículo aparecido en la revista: Ciencia, Tecnología y Desarrollo.
COLCIENCIAS, Ene/Mar 1978, Bogotá Colombia.
21. NAFINSA-ONUJI.
MÉXICO: LOS BIENES DE CAPITAL EN LA SITUACIÓN ECONÓMICA
PRESENTE.
México 1985
22. PASITAM Design Notes.
TECHNOLOGY TRANSFER AND THE GATEKEEPER FUNCTION.
Indiana University, Indiana, Marzo de 1978.
23. Roberts Edward.
GENERATING EFFECTIVE CORPORATE INNOVATION.
Innovation Technology Review, Dic de 1977.
24. Rosenberg Nathan, et. al.
ECONOMÍA DEL CAMBIO TECNOLÓGICO.
FCE, México 1979.
25. Sabato Jorge A., et al.
LA PRODUCCIÓN DE TECNOLOGÍA.
Ed Nueva Imagen, México 1982
26. Sagasti Francisco.
CIENCIA, TECNOLOGÍA Y DESARROLLO LATINOAMERICANO.
FEC, México 1981

27. SECOFI.
LEY SOBRE EL CONTROL Y REGISTRO DE LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA
Y EL USO Y EXPLOTACION DE PATENTES Y MARCAS.
Febrero de 1985
28. Strassmann Paul W.
TECHNOLOGICAL CHANGE AND ECONOMIC DEVELOPMENT:
THE MANUFACTURING EXPERIENCE OF MEXICO AND PUERTO RICO.
Cornell University Press, Nueva York 1968
29. Susskind Charles.
UNDERSTANDING TECHNOLOGY.
The Johns Hopkins University Press, Baltimore 1975
30. UNESCO.
TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT IN JAPAN: A CASE STUDY.
Tokio 1971.
31. Vidossich Franco.
DETERMINACION DE UNA ESCALA DE COMPLEJIDAD
TECNOLOGICA PARA LOS PRODUCTOS ELECTROMECHANICOS.
Ponencia presentada en la exposici3n internacional de
Miquinas-Herramienta (EMAH)., Mayo de 1983.
32. Warburton-Brown D.
INVESTING IN VALUE.
Asian Productivity Organization, Tokyo 1975
33. Wionozek Miguel S., et. al.
INTEGRATION OF SCIENCE AND TECHNOLOGY WITH DEVELOPMENT.
Pergamon Press, USA 1979
34. Wionozek Miguel., et. al.
LOS PROBLEMAS DE LA TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN UN MARCO
DE INDUSTRIALIZACION ACELERADA: EL CASO DE MEXICO.
Revista de Comercio Exterior., M3xico Vol XXI. No 9.