

**DESARROLLO DE UN MODELO DE GESTION TECNOLÓGICA
APLICABLE A EMPRESAS DEL SECTOR ELÉCTRICO
COLOMBIANO.**

MARCO FIDEL NAVAS ARBELAEZ

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES

MAESTRÍA EN POTENCIA ELÉCTRICA

BUCARAMANGA

2004

**DESARROLLO DE UN MODELO DE GESTION TECNOLÓGICA
APLICABLE A EMPRESAS DEL SECTOR ELÉCTRICO
COLOMBIANO.**

MARCO FIDEL NAVAS ARBELAEZ

Trabajo de investigación para optar al título de
Maestría en Potencia Eléctrica.

Director
GABRIEL ORDÓÑEZ PLATA.
PhD en Ingeniería Eléctrica

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO - MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES

MAESTRÍA EN POTENCIA ELÉCTRICA

BUCARAMANGA

2004

DEDICATORIA

A mis hijos Marco Antonio, José Ignacio y a mi esposa Socorro que me permitieron de su tiempo realizar este proyecto de vida. A mis padres y hermanos que me apoyaron durante el estudio en la Universidad

MARCO FIDEL

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos al codirector Mauricio Canal Perdomo, a Jose Luis Cañadulce, Wilson Duarte Castillo, Juan Carlos Olaya y demás personal de ISA, y a los profesores Gabriel Ordóñez Plata, Jaime Barrero Pérez, Gerardo Latorre Bayona, Gilberto Carrillo Caicedo, Ricardo Llamosa Villalba, Hermann Vargas Torres, Julio Cesar Chacon Valencia, Roberto Martínez Angel, de la Universidad Industrial de Santander por la oportunidad y el apoyo total que me brindaron para la culminación de mis estudios de Maestría.

CONTENIDO

Pág.

INTRODUCCIÓN.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	2
OBJETIVO GENERAL.....	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
LOGROS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
CONTENIDO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN.....	6
1. EVOLUCIÓN Y NECESIDADES DEL SECTOR ELÉCTRICO COLOMBIANO	9
1.1 DINÁMICA DE LA ACTIVIDAD DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA... ..	10
1.2 DINÁMICA DE LA ACTIVIDAD DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.. ..	15
1.3 DINÁMICA DE LA ACTIVIDAD DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA. ..	17
1.4 DINÁMICA DE LA ACTIVIDAD DE COMERCIALIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	19
1.5 NECESIDADES FUTURAS DEL SECTOR ELÉCTRICO.....	21
2. IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN TECNOLÓGICA EN LAS EMPRESAS DEL SECTOR ELÉCTRICO.....	24
2.1 DEFINICIÓN DE TECNOLOGÍA	25
2.2 CIENCIA Y TECNOLOGÍA.....	27
2.3 CLASIFICACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS	28
2.4 TIPOS DE TECNOLOGÍAS.....	29
2.5 CICLO DE VIDA DE LAS TECNOLOGÍAS.....	30
2.6 ASIMILACIÓN DE LA TECNOLOGÍA	33
2.7 DEFINICIÓN DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍA.....	34

2.8	INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO	35
2.9	INNOVACIÓN TECNOLÓGICA ELEMENTO DE COMPETITIVIDAD DE LA EMPRESA.....	37
2.10	UTILIZAR LA TECNOLOGÍA EN LA EMPRESA.....	38
2.11	NECESIDAD DE GESTIONAR LA TECNOLOGÍA EN LA EMPRESA.....	39
2.12	IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA Y DE LA INNOVACIÓN.....	40
2.13	NECESIDAD DE INNOVAR	41
3.	MODELO DE GESTION DE TECNOLOGÍA.....	43
3.1	PROCESOS DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍA	48
3.2	DISEÑO DE LA ESTRATEGIA TECNOLÓGICA	49
3.3	PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO	103
3.4	ADQUISICIÓN DE TECNOLOGÍA.....	111
3.5	TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA	130
3.6	GESTIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL	146
4.	EJEMPLO DE APLICACIÓN DEL MODELO.....	159
4.1	DISEÑO DE LA ESTRATEGIA TECNOLÓGICA	159
4.2	PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO	178
4.3	ADQUISICIÓN DE TECNOLOGÍA.....	193
4.4	TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA	204
4.5	GESTION DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL	207
4.6	EJECUCIÓN DEL PROYECTO SIN APLICACIÓN DEL MODELO.....	207
4.7	CONCLUSIONES DEL PROYECTO SAS – MIEL I	209
5.	PROPUESTA DE ASIGNATURAS DE ESTUDIO.....	211
6.	CONCLUSIONES.....	216
7.	RECOMENDACIONES	219
	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA.....	220
	BIBLIOGRÁFÍA.....	221
	ANEXO A : GENERALIDADES DEL SECTOR ELÉCTRICO COLOMBIANO	224

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Empresas de generación de energía eléctrica	11
Tabla 2. Empresas de transmisión de energía eléctrica	15
Tabla 3. Empresas de distribución de energía eléctrica	17
Tabla 4. Empresas de comercialización de energía eléctrica	19
Tabla 5. Ejemplo de inventario tecnológico	51
Tabla 6. Ejemplo de ficha técnica para el inventario de la tecnología incorporada en personas.	160
Tabla 7. Ejemplo de ficha técnica para el inventario de la tecnología incorporada en equipos o desincorporada.	161
Tabla 8. Ejemplo de la información recolectada y analizada de varios Fabricantes	163
Tabla 9. Ejemplo de la información recolectada y analizada de empresas internacionales.	165
Tabla 10. Ejemplo de información recolectada y analizada de la CHEC. ...	166
Tabla 11. Ejemplo de información recolectada y analizada de experiencias de ISA.	167
Tabla 12. Resultados de entrevistas	169
Tabla 13. Arquitectura de automatización de subestaciones	180
Tabla 14. Equipos requeridos en el proyecto de SAS	182
Tabla 15. Experiencias del grupo ejecutor del proyecto	186
Tabla 16. Lista de equipos de laboratorio	190
Tabla 17. Costos de SAS en ISA	192

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Entorno tecnológico	27
Figura 2. Clasificación de tecnologías.....	29
Figura 3. Ciclo de vida de la tecnología	31
Figura 4. La innovación en la empresa para competir en el sector	38
Figura 5 Modelo de gestión tecnológica – fundación COTEC.....	44
Figura 6 Modelo de gestión de tecnológica – Antonio Hidalgo Nuchera	46
Figura 7. Modelo de gestión de tecnología	48
Figura 8. Proceso organizativo para la vigilancia tecnológica	63
Figura 9. Proceso organizativo para la prospectiva tecnológica	79
Figura 10. Matriz producto - proceso	96
Figura 11. Matriz posición tecnológica – atractivo tecnológico.....	97
Figura 12. Pasos para formular la estrategia tecnológica	99
Figura 13. Modelo en espiral para incorporar tecnologías en crecimiento. .	138
Figura 14. Proceso organizativo de la actividad de vigilancia tecnológica ..	162
Figura 15. Configuración del sistema automatización de la subestación la MIEL 1	179
Figura 16. Esquema unifilar de la subestación Miel I.....	196
Figura 17. Aquitectura de control del sistema de automatización de la subestación MIEL 1 a 230 kV.	197
Figura 18 . Configuración de los gabinetes en el proyecto	202
Figura 19. Entidades del sector eléctrico colombiano	225

LISTA DE ANEXOS

Pág.

ANEXO A : GENERALIDADES DEL SECTOR ELÉCTRICO COLOMBIANO 224

RESUMEN

TÍTULO

DESARROLLO DE UN MODELO DE GESTIÓN TECNOLÓGICA APLICABLE A EMPRESAS DEL SECTOR ELÉCTRICO COLOMBIANO*

AUTOR

Marco Fidel Navas Arbeláez**

PALABRAS CLAVES

Tecnología, gestión tecnológica, sector eléctrico colombiano.

DESCRIPCIÓN

La globalización internacional de mercados , la apertura económica en nuestro país en la década de los 90 y la política eléctrica adoptada por el Gobierno Nacional en las leyes 142 y 143 de 1994, han creado grandes cambios estructurales en el sector eléctrico colombiano, que obligan a las empresas de generación, transmisión, distribución y comercialización, a ser mas eficientes, competitivos y rentables para permanecer en el mercado de la energía eléctrica.

En este nuevo escenario las empresas del sector eléctrico tienen que establecer las fuentes reales de sus ventajas competitivas en una eficaz gestión de la tecnología, la cual es una práctica que le ayuda a las empresas a fortalecer sus recursos, sus conocimientos, sus capacidades, prepararse para el futuro y reducir los riesgos comerciales y la incertidumbre, aumentando su flexibilidad y capacidad de respuesta, para ser competitiva , rentable y productiva en el negocio al que pertenece.

El presente trabajo de investigación describe el desarrollo de un modelo de gestión tecnológica aplicado a las empresas del sector eléctrico, en donde se especifican los procesos y actividades básicas tales como: el diseño de la estrategia tecnológica, la planificación del desarrollo tecnológico, la adquisición de tecnología, la transferencia de tecnología y la gestión de los derechos de propiedad industrial, con el fin de que las empresas puedan gerenciar adecuadamente las tecnologías claves y requeridas en su negocios, para su competitividad en el sector eléctrico colombiano. Adicionalmente, se presenta la aplicación del modelo propuesto en esta investigación, mediante un ejemplo de apropiación de la tecnología de automatización de subestaciones realizado por personal interno de la empresa Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P., en la subestación la Miel 1, como estrategia tecnológica de mantenimiento.

* Proyecto de grado.

** Facultad de ciencias Físico-Mecánicas, Posgrado en Potencia Eléctrica.

Director: PhD. Gabriel Ordoñez Plata. Profesor Titular UIS.

Codirector: Msc. Mauricio Canal Perdomo. Coordinador Gestión Tecnológica de ISA

ABSTRACT

TITLE

DEVELOPMENT OF A TECHNOLOGY MANAGEMENT MODEL APPLICABLE TO THE COLOMBIAN ELECTRICAL INDUSTRY*

AUTHOR

Marco Fidel Navas Arbeláez**

KEYWORDS

Technology, Technology Management, Colombian Power Sector.

DESCRIPTION

The international market globalization trend, the economic opening of our country during the 90's, and the Colombian electrical policy (Acts 142/1994 and 143/1994) have induced large structural changes in the Colombian power sector and the power market agents (generators, transmission companies and power marketers) now face many challenges in order to increase efficiency, to be more competitive and to remain as profitable companies in the power market.

Considering this new scenario, the power market agents have to found the sources of their competitive advantage on an effective technology management scheme. Such a scheme helps companies in strengthening their resources, knowledge and capabilities, safeguarding their future, decreasing financial risk and uncertainty, increasing flexibility and the ability to change to suit new conditions or situations quickly and at reasonable cost. All this features allows companies to be more competitive, profitable and productive in their business.

This research work describes the development of a technology management model applied to power sector companies. The model specifies the basic processes and activities such as the design of technological strategy, technological development planning, technology acquisition and transfer, copyright management. The model allows companies to manage adequately key technologies which are required to be more competitive considering the demanding conditions of the new power markets structures. Besides, a real world case, which was used by "Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P." (ISA) in the appropriation process of technologies for substation automatization, illustrates how the proposed model can be applied to determine the maintenance technological strategy.

* Master's degree thesis.

** School of Physical & Mechanical Sciences. Graduate Degree in Electrical Power.

Advisor: PhD. Gabriel Ordoñez Plata. Professor (UIS).

Coadvisor: Msc. Mauricio Canal Perdomo. Coordinator of Technological Management (ISA).

INTRODUCCIÓN

La política eléctrica adoptada por el Gobierno Nacional en las leyes 142 y 143 de 1994 y la creación de la bolsa de energía eléctrica puesta en marcha el 20 de julio de 1995, obligó al sector eléctrico colombiano a abrir sus puertas a la competencia en los negocios de generación, transmisión, distribución y comercialización, siendo esta competencia el elemento de enlace entre todos éstos y los consumidores de energía.

Todos estos cambios estructurales del sector energético, la presencia de nuevos actores, las nuevas condiciones de financiación, las mayores restricciones ambientales, entre otros factores, obligan a un desempeño mucho más eficaz y eficiente a las empresas de energía, las cuales deben estar fundamentadas en una estrategia tecnológica que les permita ser competitivos con productos de calidad y con mayor valor agregado.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Con la globalización internacional de mercados y la apertura económica en nuestro país en la década de los 90, el sector eléctrico se ve modificado en su estructura vertical de negocio tradicional centrado en la generación, la transmisión y la distribución de energía, dando paso a un nuevo esquema de mercado en donde se incorporó el negocio de la comercialización como un elemento de enlace entre estos y el consumidor final.

En este nuevo escenario, en donde los nuevos agentes de negocio (con capital privado) entran a formar parte de la competencia del sector eléctrico, se requiere que las empresas del servicio eléctrico pongan en practica mecanismos de adaptación a esta nueva estructura de forma tal que adquieran una adecuada capacidad de gestión para mantenerse en el negocio tanto a mediano como a largo plazo. Por lo anterior, las empresas del sector eléctrico tienen que establecer las fuentes reales de sus ventajas competitivas en una eficaz gestión de la tecnología, lo que a su vez le va a permitir generar unas capacidades tecnológicas para desenvolverse con éxito en este escenario cambiante.

Debido a la situación planteada, el presente estudio describe el desarrollo de un modelo de gestión tecnológica aplicado a las empresas del sector eléctrico, en donde se especifican los procesos y funciones básicas de la tecnología tales como: las estrategias, los planes de desarrollo, las investigaciones, las negociaciones, las adquisiciones, las transferencias y las asimilaciones de tecnologías claves y requeridas por la empresa, con el fin de gerenciarlas para su competitividad en el sector eléctrico colombiano.

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El nuevo entorno económico se caracteriza por la frecuencia e intensidad de cambios que afectan a las organizaciones actuales. Con las leyes 142 y 143 de 1994 aprobadas por el Gobierno Nacional para el sector eléctrico colombiano, se crea un nuevo escenario de mercado, en donde las empresas de generación, transmisión, distribución y comercialización deben desarrollar

prácticas de gestión empresarial que les permitan ser competitivos en el mercado de electricidad.

La búsqueda deliberada y sistemática de innovaciones y el uso intensivo del conocimiento como factores dominantes y responsables del éxito de las empresas, requieren de la gestión tecnológica, como la función motora e integradora de las estrategias de desarrollo empresarial. La renovación tecnológica permite la mejora en los procesos y el desarrollo de nuevos productos y servicios. Por ello, es imprescindible que las empresas dispongan de una estrategia que oriente las decisiones y las acciones sobre tecnología.

Con el objetivo de acercar la realidad de la gestión de la tecnología en las empresas, se propone como trabajo de investigación, el desarrollo de un modelo de gestión tecnológica aplicado a las empresas del sector eléctrico de tal manera que contribuya a dar respuestas a los retos de innovación y cambio tecnológico de sus organizaciones. Este modelo describe las actividades que conforman el proceso de gestión tecnológica en la empresa como son: el diseño de la estrategia tecnológica, la planificación del desarrollo tecnológico, la adquisición de tecnología, la transferencia de tecnología y la gestión de los derechos de propiedad intelectual e industrial.

Otro aspecto importante a resaltar con la implementación de este modelo de tecnología en las empresas del sector eléctrico colombiano es el de generar en nuestro país desarrollos mancomunados con los centros de investigación de las universidades para intentar eliminar o disminuir la dependencia de las tecnologías importadas, lo cual contribuye a la creación de nuevos puestos

de trabajo, generar el conocimiento en nuestros profesionales y dar soluciones propias a costos más reducidos.

Adicionalmente a lo anterior, se pretende con este documento, dejar un texto de consulta para estudiantes de las universidades y fundamentalmente como apoyo a la investigación futura en el desarrollo de nuevas tecnologías y la gestión del conocimiento.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un modelo de gestión tecnológica aplicable en las empresas del sector eléctrico colombiano.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Describir los conceptos y teoría sobre el proceso de gestión de la tecnología .
- Definir las actividades que conforman el proceso de gestión tecnológica como son: la estrategia tecnológica, el plan tecnológico, la investigación y el desarrollo tecnológico, la negociación, asimilación, transferencia e innovación tecnológica y la propiedad intelectual

- Definir un modelo de gestión tecnológica aplicable a las empresas del sector eléctrico colombiano.
- Identificar y generar potenciales líneas de investigación en la Universidad Industrial de Santander (UIS).
- Proponer tres asignaturas electivas que le permitan a los estudiantes de pregrado y postgrado profundizar en los temas relacionados con la gestión de la tecnología.

LOGROS DE LA INVESTIGACIÓN

Como resultado de esta investigación se obtienen los siguientes grandes logros.

- Se dispone de un modelo de gestión tecnológica aplicable a las empresas de generación, transmisión, distribución y comercialización del sector eléctrico colombiano con el fin de que adquieran una adecuada capacidad de gestión para ser eficientes y competitivos en la prestación del servicio de energía eléctrica y mantenerse en el negocio tanto a mediano como a largo plazo.
- Se contribuye en la formación del nuevo profesional de Ingeniería Eléctrica y Electrónica mediante la propuesta de tres asignaturas de estudio en el tema de tecnología con el propósito de que el estudiante adquiera las competencias necesarias, para que sean aplicadas tanto en

trabajos investigativos, en la innovación tecnológica de cualquier empresa o en la creación de nuevas empresas de base tecnológica.

- Se incentiva a las empresas a la creación de convenios de cooperación con las universidades, con el propósito de desarrollar proyectos de investigación y desarrollo en tecnología no disponibles en el mercado o de costos mas competitivos que contribuyan a depender menos de proveedores extranjeros.
- Se motivar a las empresas del sector eléctrico para que conozcan y desarrollen métodos para la gestión de propiedad intelectual con el fin de proteger su patrimonio tecnológico.
- Se muestra en forma practica la aplicación del modelo propuesto en esta investigación, mediante el ejemplo de apropiación de la tecnología de automatización de subestaciones realizado por personal interno de la empresa Interconexión Eléctrica S. A., en la subestación la Miel 1, como estrategia tecnológica de mantenimiento.

CONTENIDO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El contenido del trabajo de investigación del desarrollo del modelo de gestión tecnológica aplicable a empresas del sector eléctrico se encuentra descrito en seis capítulos, los cuales se presentan a continuación.

El primer capítulo describe la evolución del sector eléctrico y su dinámica en cada una de las actividades de la cadena de producción de energía eléctrica, desde la década de los noventa con la llegada de los inversionistas privados hasta nuestros días. Adicionalmente se mencionan los problemas que han venido presentando en cada una de estas actividades desde la entrada en vigencia de la ley 142 de 1994 y las necesidades futuras del sector eléctrico, los retos que debe afrontar tanto el estado como cada uno de los agentes del sector con el fin de mejorar la calidad, confiabilidad y seguridad del servicio de energía eléctrica a la población colombiana.

En el segundo capítulo se describe la importancia de la gestión tecnológica en la empresa, el cual incluye los conceptos básicos de la gestión de tecnología, la definición de tecnología y gestión tecnológica, la clasificación y el ciclo de vida de las tecnologías, la investigación y desarrollo, la innovación tecnológica como elemento de competitividad, el uso de la tecnología, la necesidad de gestionar la tecnología y la necesidad de innovación en la empresa.

En el tercer capítulo se describe el modelo de gestión tecnológica aplicable a empresas del sector eléctrico colombiano, el cual comprende los procesos de diseño de la estrategia tecnológica, la planificación del desarrollo tecnológico, la adquisición, la transferencia de tecnología y la gestión de los derechos de propiedad intelectual.

El cuarto capítulo se presenta el ejemplo de aplicación del modelo en la apropiación de la tecnología de automatización de subestaciones en ISA, mediante el diseño e implementación del SAS en la subestación la Miel 1.

En el capítulo quinto se presenta una propuesta de tres asignaturas de estudio que aplican a un programa de formación de profesionales en el tema de gestión de tecnología.

En el capítulo sexto se presentan las conclusiones generales del trabajo de investigación.

Adicionalmente a lo anterior se incluyen como anexo las generalidades del sector eléctrico colombiano en donde se describen las organizaciones gubernamentales tales como la dirección, la planeación, la regulación, la operación, el control y vigilancia y los agentes del sector eléctrico con sus principales funciones y responsabilidades.

1. EVOLUCIÓN Y NECESIDADES DEL SECTOR ELÉCTRICO COLOMBIANO

En este capítulo se resume como ha ido evolucionando el sector eléctrico del país a partir de la reestructuración del mismo con las leyes 142 y 143. Adicionalmente se presentan las necesidades para evolucionar adecuadamente y garantizar el servicio de energía eléctrica a todos los colombianos, objeto principal de la reestructuración.

En la década de los noventa, la llegada de los inversionistas privados significó un cambio importante en la forma de hacer negocios en el sector eléctrico. La electricidad adquirió una connotación clara de bien económico, se materializó el riesgo de quiebra de las empresas prestadoras de energía, que habían permanecido en el modelo antiguo estatal, y se consolidó el esquema privado para los actos y contratos de las empresas de servicios públicos, sin importar su naturaleza jurídica.

Con la entrada en vigencia de la ley 142 de 1994, se establecieron los siguientes mecanismos para lograr la prestación eficiente de los servicios públicos en el país:

- Promoción de la competencia en los servicios públicos donde ésta fuera posible.
- Regulación estatal de aquellas actividades que por sus características, constituyeron monopolios naturales, con el objeto de evitar abusos y proteger a los usuarios.

- Vigilancia y control estatal sobre las empresas prestadoras para garantizar el respeto a las normas, asegurar la buena gestión y sancionar las prácticas restrictivas a la libre competencia.
- Apertura a la inversión y a la gestión del sector privado para fortalecer la competencia y estimular la incorporación de nuevas fuentes de capital.
- Modificaciones del régimen jurídico de las empresas oficiales prestadoras, con el fin de dotarlas de condiciones adecuadas para que puedan operar en un ambiente de competencia.
- Separación del papel regulador del estado de su rol empresarial.
- Racionalización del régimen de tarifas y administración transparente de los subsidios.

1.1 DINÁMICA DE LA ACTIVIDAD DE GENERACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

En la actividad de generación se ha dado con fuerza la vinculación de capital privado, tanto en la compra de activos de generación existentes como en la construcción de nuevos proyectos que, en algunos casos estuvieron amparados por garantías de la nación y otros fueron desarrollados en condiciones de riesgo. Los costos propios de la actividad son cubiertos por los generadores, los cuales derivan sus ingresos, principalmente por la venta de energía mediante contratos de largo plazo y en la bolsa de energía.

En la tabla 1 se muestra un listado de las empresas generadoras mas importantes.

Tabla 1. Empresas de generación de energía eléctrica

EMPRESA	NATURALEZA	CAPACIDAD INSTALADA - MW	ACTIVIDADES QUE REALIZA
BETANIA	Privada	540	G-C
CHEC	Mixta	271	G-D-C
CHIDRAL	Privada	103	G-C
CHIVOR	Privada	1000	G-C
CORELCA	Pública	302	G-C
EBSA	Mixta	316	G-D-C
EEPPM	Pública	2013	G-T-D-C
EMGESA	Mixta	2495	G-C
EPSA	Privada	982	G-T-D-C
ESSA	Mixta	169	G-T-D-C
ISAGEN	Mixta	1449	G-C
MERIELÉCTRICA	Privada	154	G-C
PROELÉCTRICA	Privada	90	G-C
T/CARTAGENA	Privada	179	G-C
TASAJERO	Privada	153	G-C
TEBSA	Privada	877	G
TERMOEMCALI	Privada	233	G
TERMOFLORES	Privada	399	G-C
OTROS	—	119	G-C
G = Generación, T = Transmisión, D = Distribución, C = Comercialización.			

Fuente: ISA, El Sector Eléctrico Colombiano Orígenes Evolución y Retos, 2002, Medellín, Colombia.

Para esta actividad los inversionistas nacionales e internacionales emprendieron la construcción de nuevos proyectos de generación por su cuenta y riesgo, pero en los últimos años se ha observado un deterioro financiero que podría poner en peligro la expansión futura del sistema eléctrico nacional, en buena parte por las causas que se presentan a continuación.

- **La recesión económica, la cual ha afectado el comportamiento de la demanda de electricidad**

En este aspecto Colombia tenía previsto un crecimiento de la demanda de energía eléctrica del 5% al año y la posibilidad de lograr aumentos importantes en la eficiencia de las empresas, sin embargo, la situación del país cambió drásticamente trayendo consigo las siguientes consecuencias: Decrecimiento del producto interno bruto en un 4,5 % en 1999, produciendo una caída en la demanda de electricidad del 4,9% en ese año, crisis de confianza de los inversionistas internacionales en los mercados emergentes, aumento de los costos financieros externos de los créditos en más de 5 puntos como resultado del deterioro de la economía.

- **El aumento de la oferta de energía eléctrica que, con la caída de demanda, ha producido un detrimento en los precios de la energía eléctrica en el mercado mayorista.**

Durante el periodo 1995-1999 la oferta de energía eléctrica se incrementó de tal forma que la disponibilidad de generación superaba ampliamente la demanda, lo que repercutió en forma negativa en la rentabilidad del negocio de generación. Durante las estaciones de invierno fue posible atender la demanda nacional de energía con la generación producida en plantas hidroeléctricas, lo que obligó a disminuir la generación de las centrales

térmicas, con excepción de aquellas que tienen que generar en forma forzada para mantener la calidad del servicio y para atender las restricciones de transporte de la red, las cuales representan en promedio un 20% de la demanda nacional.

En el esquema de competencia que actualmente presenta el sector eléctrico colombiano la sobreoferta se refleja en precios bajos de la bolsa, que a su vez, inciden en los precios de los contratos de largo plazo.

En épocas de sequía, los precios de la bolsa se incrementan debido a que se hace necesaria la utilización de las plantas térmicas cuyos costos de producción son mayores. Todas estas condiciones están siendo estudiadas por la CREG, con el fin de proponer soluciones óptimas en la generación hidráulica y térmica para la demanda del país.

- **Problemas de orden regulatorio relacionados con la remuneración y la existencia de costos fijos de los contratos de suministro y transporte de gas.**

En el aspecto regulatorio, la ley eléctrica estableció, como una de las funciones generales de la CREG, la de crear las condiciones para asegurar una oferta energética eficiente, capaz de abastecer la demanda bajo criterios sociales, económicos, ambientales y de viabilidad financiera, y determinó que dicha oferta tuviera en cuenta la capacidad de generación de respaldo.

En cumplimiento de este mandato la CREG estableció la metodología para calcular el cargo de respaldo, con base en el costo de una turbina de gas de ciclo abierto, estimado en US\$5,73 /kW-mes, y definido en la resolución CREG 053 de 1994, para un periodo de tres años, contados a partir de la

estación de verano 1994-1995. Las plantas que dieran este respaldo no se podían comprometer en contratos de largo plazo en el mercado mayorista.

En 1996 la CREG estableció nueva metodología de cálculo, integró los dos cargos descritos anteriormente en uno solo denominado cargo por capacidad, mediante la resolución CREG 022 de 1996, y por un periodo de cinco años. Posteriormente fue modificada la anterior resolución por las 098 y 116 de 1996, la cual determinó una vigencia de diez años, contados a partir del 1 de enero de 1997.

Todos estos cambios regulatorios se han venido revisando ya que no ofrecen estabilidad en la remuneración del cargo por capacidad, debido a la dependencia de factores como la hidrología, la demanda y la modelación de los contratos de combustible, ya que su distribución actual no refleja la firmeza que aportan las distintas plantas a la confiabilidad del sistema, especialmente para atender eventos hidrológicos críticos.

Otro problema que detectaron los generadores, es debido a la sobreoferta futura, que no era fácilmente de proyectar, lo cual ocasionaría en las plantas térmicas un uso bajo, convirtiendo a estos contratos de gas en costos fijos. Esta condición obligaría a los generadores térmicos a ofrecer precios bajos en la bolsa de energía como única alternativa para que sus plantas sean despachadas y recuperar así parte de sus costos. Lo anterior significa quemar en forma antieconómica, un recurso escaso y no renovable.

Debido a todos estos problemas de la actividad de generación descritos anteriormente, el gobierno nacional a través de la CREG, estudia medidas de solución tecnológica para garantizar el negocio de esta actividad en el futuro.

1.2 DINÁMICA DE LA ACTIVIDAD DE TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La actividad de la transmisión de energía es desarrollada por doce agentes, de los cuales ISA es el principal transmisor con el 76% del sistema.

En la tabla 2 se muestran las principales empresas de transmisión.

Tabla 2. Empresas de transmisión de energía eléctrica

EMPRESA	NATURALEZA	PARTICIPACIÓN EN EL INGRESO REGULADO	ACTIVIDADES QUE REALIZA
ISA	Mixta	76,11	T
TRANSELCA	Mixta	7,55	T
EEB	Mixta	5,49	T
EEPPM	Pública	5,47	G-T-D-C
EPSA	Privada	2,11	G-T-D-C
ESSA	Mixta	1,84	G-T-D-C
G = Generación, T = Transmisión, D = Distribución, C = Comercialización.			

Fuente: ISA, El Sector Eléctrico Colombiano Orígenes Evolución y Retos, 2002, Medellín, Colombia.

Antes de la reforma sectorial de 1994, el servicio de la transmisión de energía eléctrica se remuneraba a través de las tarifas de venta en bloque de energía y potencia. Con la separación de la actividad de generación, la remuneración de los transmisores es determinada por la CREG y la pagan los agentes que participan en el Mercado de Energía Mayorista, mediante una estructura de tarifas que contempla cargos por USO de la red y cargos por CONEXIÓN al STN.

Las redes de transmisión anteriores a la resolución de la CREG 051 de 1998 fueron realizadas por ISA y por los agentes regionales en sus zonas de influencia, a partir de esta resolución, las nuevas redes del STN son realizadas por los que resulten favorecidos en los procesos de licitación que realice la Unidad de Planeación Minero Energético – UPME.

A partir del 2000 el nuevo esquema de ingresos para la actividad de la transmisión fue modificado para la red existente y para las nuevas redes. El ingreso para las redes existentes se calcula a partir de los costos unitarios definidos por la CREG para cada una de las unidades constructivas del STN, utilizando una tasa de descuento anual del 9% y una vida útil de 25 años. Adicional a lo anterior se tienen en cuenta otros factores como la componente de terrenos, los costos de administración, operación y mantenimiento, y si está dentro de zona de influencia de alta salinidad.

Para las redes nuevas el ingreso es el propuesto por los agentes que resulten beneficiados del proyecto, durante los primeros veinticinco años de operación de la red. Para los siguientes años se aplica la metodología establecida para el cálculo de los ingresos por red existente.

ISA, aunque ha alcanzado un alto grado de consolidación en el transporte de energía eléctrica, es conciente de fomentar procesos competitivos para asegurar una mejor calidad en la prestación de este servicio. Para alcanzar lo anterior se hace necesario que las empresas de transporte de energía desarrollen estrategias tecnológicas que les permitan ser competitivos en el mercado futuro de la energía.

1.3 DINÁMICA DE LA ACTIVIDAD DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

La distribución de energía la realizan agentes que por lo general, desarrollan dicha actividad conjuntamente con la de comercialización. Algunas de estas empresas se encargan de la generación y la transmisión porque estaban integradas verticalmente cuando entró en vigencia la ley eléctrica.

Las empresas de distribución de energía eléctrica del país se listan en la tabla 3.

Tabla 3. Empresas de distribución de energía eléctrica

EMPRESA	NATURALEZA	PARTICIPACIÓN	ACTIVIDADES QUE REALIZA
CODENSA	Mixta	22,36	D-C
EEPPM	Pública	10,63	G-T-D-C
ELECTRICARIBE	Privada	8,62	D-C
ELECTROCOSTA	Privada	7,04	D-C
EMCALI	Pública	5,73	D-C
EADE	Pública	5,7	D-C
ESSA	Mixta	5,19	G-T-D-C
EPSA	Privada	4,11	G-T-D-C
CHEC	Mixta	3,97	G-T-D-C
EBSA	Mixta	3,75	G-D-C
CENS	Mixta	3,0	D-C
TOLIMA	Mixta	3,33	G-D-C
CEDENAR	Mixta	2,61	G-D-C
HUILA	Mixta	2,4	G-D-C

EMPRESA	NATURALEZA	PARTICIPACIÓN	ACTIVIDADES QUE REALIZA
EEC	Mixta	2,16	D-C
CEDELCA	Mixta	2,0	D-C
META	Mixta	1,53	D-C
QUINDÍO	Mixta	1,36	D-C
PEREIRA	Pública	1,34	D-C
CAQUETÁ	Mixta	1,0	D-C
CETSA	Mixta	0,5	D-C
CHOCO	Pública	0,41	D-C
EMCARTAGO	Pública	0,39	D-C
OTROS	—	0,86	D
G = Generación, T = Transmisión, D = Distribución, C = Comercialización.			

Fuente: ISA, El Sector Eléctrico Colombiano Orígenes Evolución y Retos, 2002, Medellín, Colombia.

La remuneración del distribuidor es similar a la del transportador, ya que la CREG definió el pago por uso y por conexión a la red, sin embargo, por la crisis del sector vivida en la década pasada, las empresas electrificadoras no han podido superar los déficit financieros que hoy en día afrontan, y que continúan siendo un factor de preocupación para su estabilidad futura.

Con la llegada de inversionistas privados a ELECTRO COSTA, EPSA, ELECTROCARIBE y CODENSA, se empezaron a mejorar sustancialmente las condiciones de prestación del servicio a los usuarios y se dieron aumentos importantes en sus indicadores de gestión como la recuperación de pérdidas, ampliación de la cobertura de medición e incremento de las inversiones en redes.

Con el reglamento de distribución de electricidad definido en la resolución CREG 070 de 1998, los indicadores asignados con responsabilidad a las empresas para mejorar la prestación del servicio a los usuarios finales son : la duración anual de las interrupciones del servicio –DES , y de la frecuencia o número anual de interrupciones – FES . Esta condición ha obligado a las empresas electrificadoras a desarrollar esfuerzos de inversión e implementación de nuevas tecnologías de mantenimiento y operación de las redes con el fin de cumplir los estándares establecidos por la regulación.

1.4 DINÁMICA DE LA ACTIVIDAD DE COMERCIALIZACIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Esta actividad es realizada por tres tipos de empresas: los generadores – comercializadores, los distribuidores – comercializadores y los comercializadores dedicados únicamente a esta actividad. Los primeros se han concentrado en el Mercado de Energía Mayorista, sus clientes son otros comercializadores y los usuarios no regulados. Los segundos y terceros están enfocados principalmente en atender usuarios finales, tanto regulados como no regulados.

En la tabla 4 se muestra el listado de los principales comercializadores del sector eléctrico.

Tabla 4. Empresas de comercialización de energía eléctrica

EMPRESA	NATURALEZA
Comercializadora Eléctrica del Sinú	Privada
Comercializadora de Energía de la costa Atlántica	Privada

EMPRESA	NATURALEZA
Diceler	Privada
Comercializadora y Distribuidora de Energía S.A.	Privada
Empresa Colombiana de Energía S.A.	Privada
Empresa Eléctrica del Oriente S.A.	Privada
Energética S.A.	Privada
Energía Competitiva S.A.	Privada
Energía Confiable S.A.	Privada
Energizar	Privada
Generadora Unión S.A.	Privada
Eneris de Colombia S.A.	Privada

Fuente: ISA, El Sector Eléctrico Colombiano Orígenes Evolución y Retos, 2002, Medellín, Colombia.

En esta actividad, la competencia es fuerte y dinámica. Para aumentar la rentabilidad del negocio, sus agentes se han visto obligados a realizar acciones tales como: optimizar los portafolios de compra de energía en el mercado de energía mayorista, ampliar la cobertura de medición, cualificar los procesos de facturación, emprender acciones para recuperar la cartera vencida y fundamentalmente mejorar la atención a sus clientes, sin embargo, existen varios problemas que están afectando el desarrollo de la actividad los cuales son:

- Dificultades para ajustar las tarifas y subsidios a los límites establecidos en la ley de servicios domiciliarios.

- La insuficiente asignación de recursos del estado para financiar los subsidios otorgados a los usuarios de menores ingresos y la demora para la realización de los desembolsos correspondientes.
- La existencia de mercados débiles que hacen difícil la recuperación de la cartera de los usuarios de los estratos bajos.
- La cultura del no pago que existe en algunas regiones, agravada en los últimos años por la difícil situación económica y el alto índice de desempleo.
- El aumento en el fraude de energía ocasionado por el desplazamiento forzado de los campesinos hacia las ciudades debido al conflicto interno que vive el país.

Todos estos problemas están siendo analizados por el gobierno nacional y la CREG con el fin de dar solución tecnológica oportuna a los agentes que participan en la actividad de comercialización de energía eléctrica.

1.5 NECESIDADES FUTURAS DEL SECTOR ELÉCTRICO

Los retos que afronta el sector eléctrico están fundamentados en las acciones que emprenda el gobierno nacional con las empresas prestadoras del servicio con el fin de garantizar un servicio con altos niveles de calidad confiabilidad y seguridad para el país.

Por lo anterior el estado debe dirigir sus acciones en los siguientes aspectos:

- Perfeccionar la regulación sectorial.
- Fijar garantías para que el mercado mayorista funcione sin traumatismos.
- Complementar la actividad de comercialización, con el fin de que los beneficios de la competencia lleguen a la totalidad de los usuarios en términos de calidad y precios del servicio.
- Crear condiciones que hagan viable financieramente las distintas actividades bajo condiciones de riesgo.
- Desarrollar los instrumentos necesarios que permitan llevar a cabo, en forma eficaz la vigilancia del mercado.
- Terminar en forma exitosa, los procesos de participación privada en curso.
- Diseñar y poner en ejecución políticas eficaces que aseguren la prestación del servicio a los usuarios de bajos ingresos.
- Garantizar el cumplimiento de las normas de calidad establecidas en el artículo 136 de la ley 142.

Para las empresas del sector eléctrico son compromiso los siguientes aspectos:

- Contribuir a la consolidación del mercado de energía mayorista.
- Ser proactivos en la presentación de propuestas de expansión para el sistema eléctrico nacional.

- Garantizar el cumplimiento de la prestación del servicios de energía a los usuarios con altos estándares de calidad.
- Cumplir las reglas de juego establecidas en las leyes 142 y 143, asegurando la normatividad ambiental con el desarrollo sectorial.

Por lo anterior, el estado ha venido realizando acciones a través del Ministerio de Minas y Energía para contribuir en el desarrollo futuro del sector eléctrico colombiano, siendo una de estas acciones, la elaboración durante el año 1999 de un plan estratégico del programa nacional de investigaciones en energía y minería 2000 – 2009 cuyo objetivo principal es el de promover en el sector energético y minero la investigación, la innovación y las transferencias de tecnología en los procesos, productos y servicios, de tal manera que: se incremente su contribución al desarrollo económico y social del país se generen mecanismos dinámicos de cooperación conjunta entre el Estado y los agentes privados y se produzcan consensos efectivos en la asignación de recursos.

Por su parte, las empresas del sector eléctrico deben desarrollar mecanismos de adaptación a este nuevo sistema, de forma tal, que cuanto mayor sea la capacidad de gestionarlo más sólidas serán las posibilidades de mantenerse en el negocio tanto a mediano como a largo plazo. Por lo anterior las empresas deben desarrollar un plan de acción buscando ser más eficientes y competitivas, garantizando la confiabilidad y la calidad en el suministro del servicio de energía eléctrica a todos los usuarios, para lo cual tienen que buscar las fuentes reales de sus ventajas competitivas en una eficaz gestión de la tecnología, lo que a su vez le va a permitir generar unas competencias profesionales que las capacitarán para desenvolverse con éxito en este escenario cambiante.

2. IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN TECNOLÓGICA EN LAS EMPRESAS DEL SECTOR ELÉCTRICO

Una buena gestión de la tecnología le permite a cualquier empresa del sector eléctrico innovar y posicionarse por delante de su competencia. Le ayuda a trabajar con patrones de gestión de calidad y a cumplir con los requisitos del entorno. Asimismo, permite en último término que las empresas de generación, transmisión, distribución o comercialización rindan bien en términos financieros y satisfagan a sus clientes con productos, procesos y servicios de energía eléctrica bien diseñados.

La innovación tiene unas dimensiones tecnológicas y organizativas y necesita estar soportada por cada función o agente de negocio. La innovación mejora la eficiencia y también puede cambiar, de forma significativa, el diseño de los procesos y servicios, por lo que coloca a cualquier empresa del sector eléctrico en un mayor nivel de competitividad, o le permite entrar en nuevas áreas de negocio como fuentes de energía alternativas, etc. Este nivel de innovación puede ser necesario para responder a las acciones que desarrollen en innovación los competidores y a otras amenazas y oportunidades estratégicas, o puede ser necesario para satisfacer las crecientes expectativas y demandas de los clientes.

Para diseñar, construir y entregar mejores productos, servicios y procesos, una empresa necesita información, conocimiento y experiencia así como equipos y otros recursos. Esa capacidad tecnológica y de diseño debe ser gestionada estratégicamente de tal manera que no se disminuya, para lo cual se debe vigilar el entorno en busca de información sobre cambios relevantes

de la tecnología para las actividades de la empresa y formar, contratar y mantener a buenos empleados. Adicionalmente a lo anterior es necesario especializarse y trabajar conjuntamente con otras empresas. En este sentido, el resto de las empresas sólo querrá trabajar en red y colaborar con socios estratégicos que tengan una experiencia útil que ofrecer a cambio.

Por lo tanto, la gestión de la tecnología no trata solamente de innovar con éxito una o dos veces, en situaciones aisladas, trata de permanecer en constante disposición hacia la innovación, y mejoras frecuentes. Esta característica necesaria y deseable es la capacidad de innovar. De la noche a la mañana, una empresa no puede ser innovadora. Para lograrlo, no se requiere solamente ingenio y capacidad de inventiva, sino que toda la organización de la empresa sea eficiente. La logística y los sistemas de información que están por detrás de esa operativa forman todos parte de la gestión de la tecnología. Toda la organización debe buscar siempre un nivel de rendimiento superior.

En este capítulo se presentan definiciones y conceptos básicos sobre tecnología así como la importancia de la gestión tecnológica en las empresas del sector eléctrico.

2.1 DEFINICIÓN DE TECNOLOGÍA

La palabra tecnología, etimológicamente procede del griego τεχνολογια, de τεχνο-λογος; la cual esta compuesta por las palabras griegas τεχνη que significa **arte** y de la palabra λογος que significa **tratado**. Según la Real Academia Española, en el Diccionario de la Lengua Española presenta , cuatro acepciones del término:

- a. Conjunto de los conocimientos propios de un oficio mecánico o arte industrial.
- b. Tratado de los términos técnicos.
- c. Lenguaje propio de una ciencia o un arte.
- d. Conjunto de los instrumentos y procedimientos industriales de un determinado sector o producto.

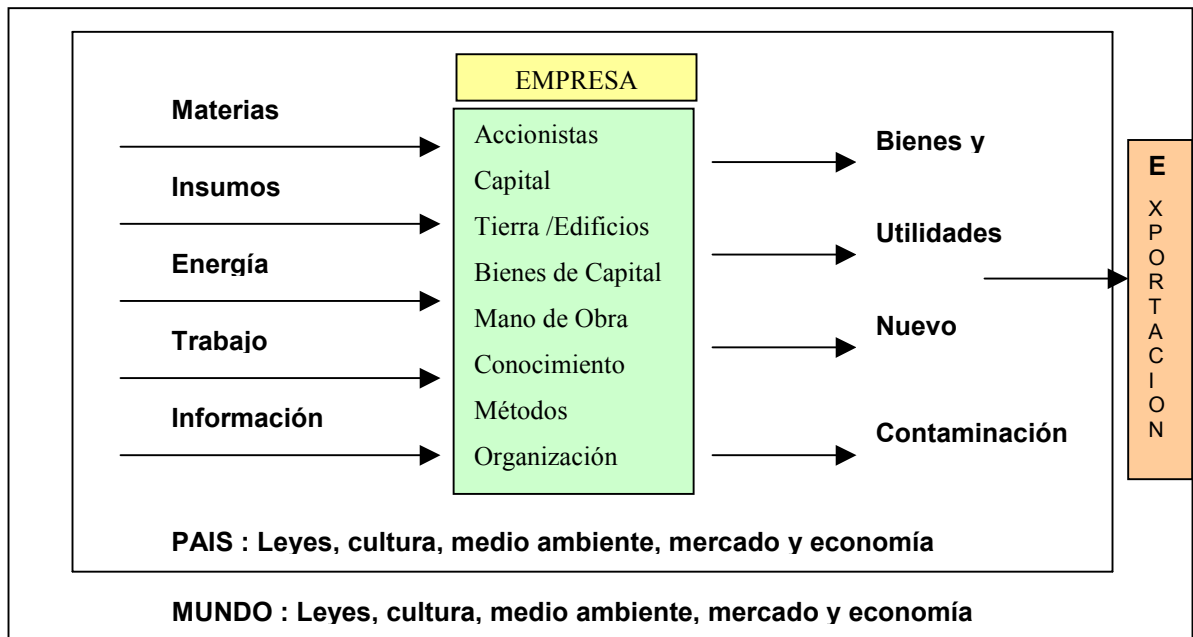
Otras definiciones de diferentes autores [1] sobre el término tecnología, describen el concepto bajo los siguientes elementos esenciales:

- a. Un conjunto de conocimientos o saber.
- b. Una aplicabilidad de ese conocimiento a las actividades humanas o saber hacer.
- a. Una finalidad utilitaria, conducente a obtener resultados o saber hacer cosas útiles.

Por todo lo anterior se puede definir a la tecnología como el conocimiento, las habilidades y los equipos que dispone una organización para generar los bienes y servicios que le entrega a la sociedad y la capacidad para aplicarlos a la solución de problemas humano técnicos, garantizando su supervivencia, su desarrollo y los del entorno en general.

En la figura 1 se describe a la tecnología con una definición mas amplia que la anterior en donde se muestra la interrelación de cada uno de los factores del entorno tecnológico.

Figura 1. Entorno tecnológico



Fuente: UPB-ISA. Curso de Formación Avanzada en Gestión de Tecnología.
Medellín, Colombia, Octubre de 2000 – Julio de 2001.

2.2 CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Se entiende por actividad científica, la búsqueda organizada y sistemática del conocimiento, que termina generalmente en la divulgación documentada mediante una publicación, en la que es evaluada la calidad de lo investigado según las reglas establecidas para tal fin.

La actividad tecnológica, busca la manera de aplicar los conocimientos existentes para llegar a un producto, proceso o servicio con el fin de solucionar un problema o satisfacer una necesidad. Existen múltiples soluciones posibles para un determinado problema dado, en donde se

encuentra la solución más adecuada, la que a su vez evoluciona con el tiempo, dependiendo de los recursos involucrados, y el entorno social que la demanda.

La innovación tecnológica se basa en el método de identificación de una necesidad, el análisis de todos los factores que afectan el sistema del problema por resolver, la síntesis de soluciones posibles a partir de los conocimientos disponibles, la evaluación económica y social de la solución más conveniente para el entorno.

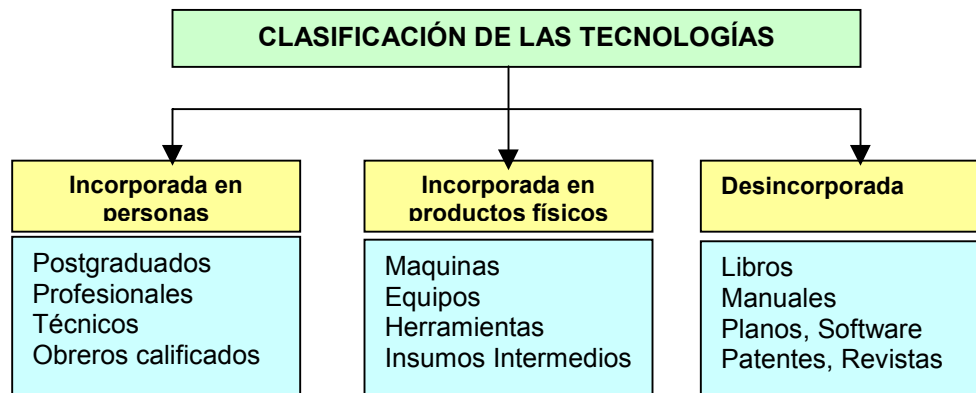
2.3 CLASIFICACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS

Las tecnologías pueden ser clasificadas de la siguiente manera:

- Tecnologías INCORPORADAS en los bienes de capital en forma de maquinaria y equipos o en recursos humanos a través del conocimiento en el personal calificado ya sea por la experiencia técnica o por la formación académica.
- Tecnologías DESINCORPORADAS en forma explícita a través de documentos, libros, planos, fórmulas, diagramas, revistas, programas de computador .

La figura 2 ilustra la clasificación de la tecnología según su forma de incorporación.

Figura 2. Clasificación de tecnologías



Fuente: UPB-ISA. Curso de Formación Avanzada en Gestión de Tecnología.
Medellín, Colombia, Octubre de 2000 – Julio de 2001.

2.4 TIPOS DE TECNOLOGÍAS

Desde el punto de vista de la ventaja competitiva, las tecnologías pueden clasificarse como: CLAVES, BÁSICAS y EMERGENTES y desde el punto de vista de su utilización en un determinado proyecto de la organización las tecnologías se pueden clasificar en: IMPRESCINDIBLES, CONVENIENTES y AUXILIARES.

Las tecnologías CLAVES son aquellas que tiene una elevada importancia en la estrategia competitiva de la empresa y que constituye un elemento diferenciador respecto a otras empresas del sector, ya sea porque éstas no la poseen o porque la empresa tiene un liderazgo en su aplicación, grado de conocimiento o asimilación o un desarrollo superior al de la competencia. Se conocen también como “tecnologías de diferenciación”.

Las tecnologías BÁSICAS son aquellas que se requieren para el desarrollo de los productos de la organización pero no suponen ninguna ventaja competitiva ya que están disponibles entre la mayoría de los competidores de un sector. Esta es la tecnología necesaria para “ESTAR” en el negocio.

Las tecnologías EMERGENTES son aquellas tecnologías inmaduras, las cuales pueden estar en fase de desarrollo, en las que la empresa considera que está apostando como base para constituir tecnologías claves si sus desarrollos satisfacen las expectativas puestas en ellas. Para este tipo de tecnologías la empresa asume un riesgo alto por la incertidumbre de acertar o no en la aplicación de la nueva tecnología.

Las tecnologías IMPRESCINDIBLES son aquellas sin las cuales no se puede realizar un proyecto. Si esas tecnologías no se conocen suficientemente o se desconocen totalmente, la organización deberá adoptar las medidas adecuadas para incorporarlas a la organización.

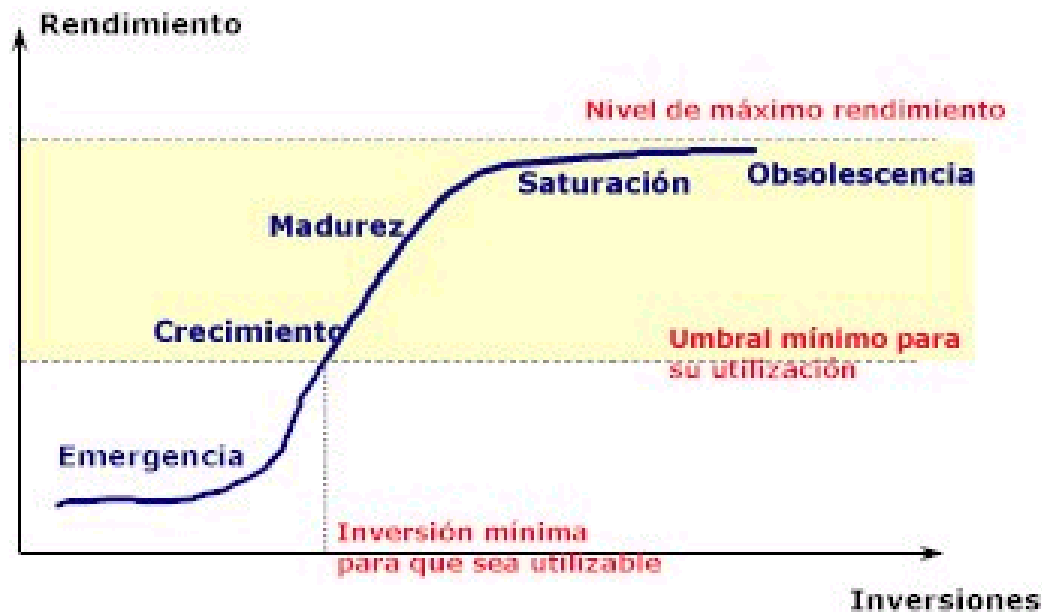
Las tecnologías CONVENIENTES son aquellas necesarias para que un proyecto se realice mejor cuando se dispone de ellas.

Las tecnologías AUXILIARES son aquellas que tienen un papel secundario y sin las cuales se puede realizar un proyecto. Estas pueden ahorrar tiempo y costo en algunas actividades pero afectan poco el desarrollo total del proyecto.

2.5 CICLO DE VIDA DE LAS TECNOLOGÍAS

Las tecnologías responden a un proceso dinámico, ya que disponen de un potencial de rendimiento definido y poseen una duración de vida limitada. En la figura 3 se muestran las cinco fases del ciclo de vida de las tecnologías.

Figura 3. Ciclo de vida de la tecnología



Fuente: UPB-ISA. Curso de Formación Avanzada en Gestión de Tecnología.
Medellín, Colombia, Octubre de 2000 – Julio de 2001.

Fase de emergencia. En esta etapa tiene lugar la aparición de una tecnología, que surge de la invención reciente, cualquiera que sea su procedencia. Esta fase corresponde a las tecnologías “emergentes”, de impacto potencial desconocido pero prometedora y las tecnologías “incipientes”, que aunque se encuentran todavía en una etapa inicial de su desarrollo, han mostrado ya su potencial de aplicación para el mejoramiento de los procesos o productos. También se agrupan aquí aquellas tecnologías que están en el primer estado de su aplicación en la industria y muestran un potencial de desarrollo muy importante, aun cuando son tecnologías con un elevado grado de incertidumbre sobre sus posibilidades reales.

Fase de crecimiento. A lo largo de este período se da una intensa mejora de la nueva tecnología, que la hace lo suficientemente fiable como para poder materializarse en algunas aplicaciones importantes, de cuyas potencialidades se pueden obtener enseñanzas e información. Durante esta fase se da, desde el punto de vista técnico, una mejora considerable en el rendimiento de la tecnología y desde la perspectiva técnico-económica, la tecnología encuentra campos de aplicación en los que progresa rápidamente. Corresponden a esta fase las tecnologías denominadas claves , que permiten a sus poseedores diferenciarse de los demás, de ahí que se lleguen a denominar tecnologías de diferenciación.

Fase de madurez. En esta etapa la experiencia adquirida por la tecnología en aquellos campos en los que se ha implantado y desarrollado permite resolver los principales problemas que se planteaban en su utilización, estabilizándose sus procedimientos operativos. También se estabiliza el crecimiento de sus rendimientos, que aunque siguen siendo positivos van disminuyendo. En resumen, durante esta fase tiene lugar un desarrollo considerable en los campos de aplicación de la tecnología, ya que ésta se torna bien conocida, se estabiliza su rendimiento y se puede dar un desarrollo extensivo y una explotación en todas sus posibilidades, entre ellas la sustitución de tecnologías antiguas. Las tecnologías situadas en esta fase son definidas como tecnologías básicas ya que son bien conocidas y aplicadas por los competidores del sector donde se utilizan.

Fase de saturación. En esta etapa la tecnología presenta una incapacidad para responder a las crecientes exigencias que se le hacen, a las que no puede responder con una adecuada relación costo/beneficio.

Fase de obsolescencia. Es la última de las etapas consideradas, en la cual la tecnología alcanza su límite, que puede ser un límite técnico – económico, que se manifiesta por una caída de su productividad y un crecimiento de los costos de utilización. Después de la fase de saturación, la tecnología se hace obsoleta por que el rendimiento comparativo con otra posible tecnología competidora la convierte en perdedora.

2.6 ASIMILACIÓN DE LA TECNOLOGÍA

La asimilación es la incorporación y adecuada aplicación que la tecnología permite, además de su utilización en las actividades productivas, la entrega a otros, perfeccionamiento e innovaciones. La asimilación de la tecnología en la empresa se puede clasificar de la siguiente manera:

Asimilación alta. Es aquella tecnología incorporada en la organización en donde la empresa está en condiciones de aplicarla plena y óptimamente, perfeccionarla y a partir de ella generar innovaciones incrementales y así mismo, entregarla a otros.

Asimilación media. Es aquella tecnología incorporada en la organización en donde la empresa está en capacidad de aplicarla, más no con la suficiencia requerida en todo el grupo objetivo o de la forma intensiva que se espera. Una asimilación media indica que se deben establecer planes de capacitación o de acción, que permitan un despliegue y exploración más profunda de la tecnología, para llegar a su aplicación óptima y en un futuro generar a partir de ella innovaciones incrementales y así mismo entregarla a

otros.

Asimilación baja. Es aquella tecnología en donde la empresa no posee el conocimiento para aplicarla sin el apoyo del proveedor de tecnología. Igual que en el caso anterior, da lugar a planes de capacitación y de acción, aunque más intensivos para lograr su máximo aprovechamiento y aplicación óptima.

2.7 DEFINICIÓN DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍA

Antes de definir el término gestión de tecnología, puede ser muy útil tratar por separado los dos conceptos tanto el de gestión como el de tecnología.

El término gestión se refiere al proceso de planear, organizar, dirigir, evaluar y controlar. El término tecnología se define como la aplicación del conocimiento para producir un bien o un servicio.

De acuerdo a lo anterior, se define como gestión de tecnología a la disciplina en la que se mezclan conocimientos de ingeniería, ciencias y administración generados tanto de forma externa como interna a la organización, con el fin de realizar la planeación, el desarrollo y la implantación de soluciones tecnológicas que contribuyen a los logros de los objetivos estratégicos y técnicos de una empresa, obteniéndose de esta manera ventajas competitivas frente al entorno del sector.

Para lograr una buena gestión de tecnología en cualquier negocio se debe tener en cuenta los siguientes aspectos :

- Identificar los recursos tecnológicos más importantes para el negocio, es decir aquellos que le pueden proporcionar mayores beneficios.
- Potenciar aquellos recursos tecnológicos identificados como importantes y que requieren mayor grado de desarrollo o innovación.
- Adquirir las destrezas tecnológicas necesarias para la gestión apropiada de sus recursos.
- Utilizar estos recursos tecnológicos efectivamente, integrándolos con los otros factores de éxito de los negocios.

2.8 INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

2.8.1 Investigación básica. La investigación básica , o investigación fundamental, es emprendida para obtener un nuevo conocimiento científico sin que éste tenga como fin conducir a una meta u objetivo práctico. Este tipo de investigación está interesado en la elaboración de teorías o formulación de conceptos.

2.8.2 Investigación aplicada. La investigación aplicada es emprendida para obtener un nuevo conocimiento científico o técnico con una meta u objetivo práctico. Este tipo de investigación se realiza para determinar posibles usos para los hallazgos de la investigación básica o para determinar nuevos métodos de conseguir objetivos específicos.

En este caso el investigador aplicado guarda celosamente los resultados de su investigación, ya que puede constituir una ventaja potencial para él o para la empresa en la que investiga.

2.8.3 Desarrollo experimental. El desarrollo experimental es la actividad que utiliza resultados obtenidos de la investigación básica, en la investigación aplicada y conocimientos empíricos y trata de producir nuevos materiales, procesos productivos o equipos para mejorar los existentes a escala industrial.

El ejercicio de estas actividades contribuye a formar una capacidad de ingeniería, de supervisión y de investigación que es sumamente importante para adaptar un producto o una tecnología extranjera a las condiciones nacionales.

2.8.4 Innovación. El concepto de innovación se refiere al proceso sistemático y deliberado mediante el cual se pretende alterar determinados factores de la empresa. A través de este proceso se conciben nuevas ideas que, una vez desarrolladas, permiten la introducción en el mercado o en la empresa de nuevos productos o procesos, la adopción por parte de la empresa de nuevas estructuras organizativas, el empleo de nuevas técnicas comerciales, de gestión, etc.

Las innovaciones se pueden clasificar de la siguiente forma.

- Por su naturaleza : De producto, de proceso, de métodos o técnicas de comercialización o de gestión y organizativas.

- Por su grado de novedad : Radicales, Incrementales, adaptativas.
- Por su impacto económico : Básicas y de mejora.

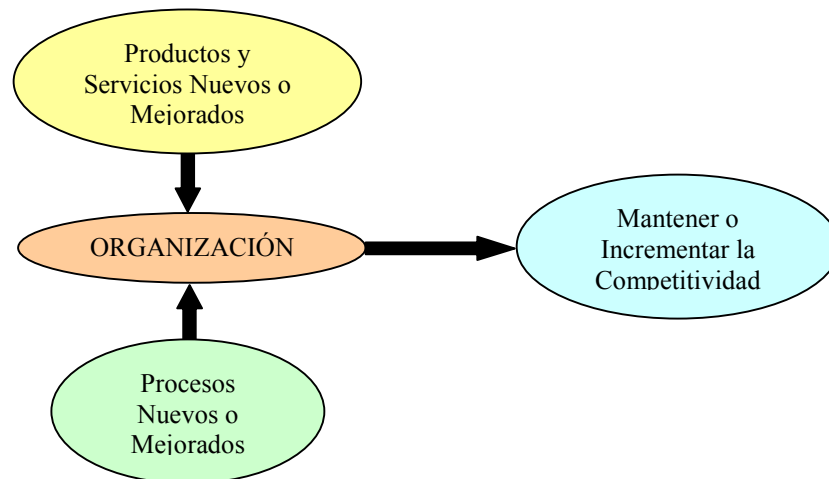
2.9 INNOVACIÓN TECNOLÓGICA ELEMENTO DE COMPETITIVIDAD DE LA EMPRESA

Para poder sobrevivir en un mundo globalizado y competitivo, las empresas del sector eléctrico colombiano, deben mejorar continuamente los productos y servicios que ofrecen, adaptando y cambiando las formas en las que los producen y entregan al mercado. Estos dos conceptos son conocidos respectivamente como «innovación de producto» e «innovación de proceso».

Existen muchas formas en las que las empresas del sector eléctrico pueden mejorar la capacidad de cambiar. Por ejemplo, ser más rápidos en la respuesta de recuperación del servicio ante eventos del sistema de transmisión nacional, mayor calidad en la tensión , forma de onda y frecuencia, más económica por la optimización de costos de operación y mantenimiento y con mayor valor agregado en la entrega de servicios conexos para los clientes, etc. En cada uno de los casos, el desarrollo de esta habilidad requerirá un cambio dentro de la organización. Los cambios no siempre significan avances espectaculares ni tienen por qué incluir nuevas ideas radicales. La mayoría de las veces, el cambio es un avance gradual producido a través de una secuencia de pequeñas mejoras acumulativas.

En la figura 4 se muestra un esquema de cómo integrar la innovación para ser competitivos en el sector.

Figura 4. La innovación en la empresa para competir en el sector



Fuente: COTE, Fundación. Documentos de Pautas Metodológicas en Gestión de la Tecnología y de la innovación para empresas, Madrid , España, 1999.

2.10 UTILIZAR LA TECNOLOGÍA EN LA EMPRESA

El uso de la tecnología es la clave para la adaptación y supervivencia de los negocios del sector eléctrico colombiano. El cambio tecnológico ofrece formas poderosas para luchar en la batalla competitiva y contribuye a ello de diversas formas. Por ejemplo, los nuevos servicios asociados a la comercialización de la energía eléctrica ayudan a captar y retener cuotas de mercado y mejoran la rentabilidad en esos mercados. Respecto a los servicios maduros y bien establecidos, el crecimiento competitivo en las ventas de energía en el mercado surge no solamente de ser capaces de ofrecer bajos precios, sino alta disponibilidad , continuidad y calidad de la energía entregada a los clientes .

Mientras los nuevos productos o servicios a menudo son considerados como el vértice de la innovación en el mercado, la innovación en los procesos ejerce una labor igualmente importante y estratégica. Ser capaz de hacer algo que nadie más puede hacer, o hacerlo de una forma mejor que el resto, es una fuente poderosa de ventajas.

2.11 NECESIDAD DE GESTIONAR LA TECNOLOGÍA EN LA EMPRESA

El entorno actual es abundante en oportunidades para el cambio tecnológico. De hecho, muchas personas consideran que se está produciendo una revolución tecnológica, en la que el ritmo del cambio y la expansión de oportunidades son similares a las condiciones que hicieron posible la primera revolución industrial en Europa.

Hay que tener en cuenta que el éxito mediante el cambio tecnológico no es siempre automático. A menudo, los índices de fracaso son altos y el camino hacia el progreso tecnológico se ve ensombrecido con las desilusiones de una empresa que intentó mejorar y falló. Está claro que la simple existencia de una tecnología disponible y un cheque lo suficientemente grande para pagarla no es una garantía de éxito. De hecho, el éxito o fracaso depende en gran medida de como las empresas gestionen el proceso total de cambio tecnológico; como sean capaces de reconocer las señales importantes sobre las amenazas y oportunidades de su posición en el mercado, como las interpreten y como creen una estrategia viable; como adquieran los recursos tecnológicos que necesitan, como implanten las tecnologías elegidas y hasta qué punto sean capaces de aprender de la experiencia.

2.12 IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN DE LA TECNOLOGÍA Y DE LA INNOVACIÓN

La gestión de la tecnología es una práctica esencial de cualquier negocio. Ayuda a las empresas a gestionar sus operaciones existentes de forma más eficaz y, además, les ayuda a desarrollarse estratégicamente para fortalecer sus recursos, su conocimiento “*know-how*” y sus capacidades. La gestión de la tecnología ayuda a una organización a prepararse para el futuro y reducir los riesgos comerciales y la incertidumbre, aumentando su flexibilidad y capacidad de respuesta. También posibilita una gestión de buena calidad y una gestión medioambiental y hace posible la fácil introducción de productos y servicios nuevos o mejorados. La innovación es un factor esencial en todas estas actividades. Tecnología e Innovación están íntimamente ligados .

La tecnología consiste en **conocimiento y experiencia** además de equipos e instalaciones; en “software y hardware” además de servicios y sistemas, productos y procesos. La tecnología utiliza ideas, creatividad, ingenio, intuición, inteligencia y visión. La tecnología puede ser utilizada en el ámbito interno y puede ser vendida y comprada de formas diversas. Puede ser compartida de forma gratuita o puede ser explotada con fines comerciales. Puede ser utilizada por empresas independientes y en consorcios o en acuerdos de colaboración y redes. A menudo, la tecnología se basa en los resultados de la ciencia, pero siempre está limitada y configurada por los requisitos de los clientes y las fuerzas del mercado y por preocupaciones económicas y medioambientales e inversiones financieras. Los clientes, sus expectativas y las presiones empresariales son modificadas por la tecnología tanto como éstos, a su vez, influyen en el uso y evolución de la tecnología.

Pero la gestión de la tecnología no sólo trata sobre tecnología, trata también de la gestión de los negocios. Esto requiere que los recursos internos y externos sean gestionados adecuadamente. Los recursos humanos,

financieros, y tecnológicos deben ser planificados, organizados y desarrollados de forma estratégica e integrada, para apoyar los objetivos empresariales; ésta es la primera preocupación de la gestión de la tecnología.

2.13 NECESIDAD DE INNOVAR

Las empresas tienen que aceptar este desafío de la innovación: deben anticiparse al futuro probable, a los efectos de sus experimentos, a las consecuencias de sus innovaciones, a las reacciones de los clientes, de los competidores y del entorno del negocio. Mientras la innovación es por su naturaleza un proceso aleatorio, en el mundo de los negocios ésta debe ser fruto de un proceso deliberado, guiado por la intuición humana, la inteligencia y la previsión.

Los negocios del sector eléctrico colombiano están continuamente bajo presión para mantener y aumentar su **competitividad**. Esto resulta cada vez más complicado a medida que los negocios se hacen más internacionales y globales. La tecnología ayuda a aumentar la competitividad pero es, asimismo, la causa de una mayor competencia y de la aparición de nuevos tipos de competidores.

La única solución es la innovación. Las empresas tienen que aceptar **el desafío de la innovación** y ser más innovadoras:

- Deben innovar con frecuencia, eficacia y confianza.
- La innovación debe ser la norma en lugar de la excepción.

Sin embargo el **éxito** de la innovación no puede garantizarse nunca al 100% y no está sólo determinado por la tecnología, sino también por factores comerciales, sociales y del conjunto del entorno. Existen riesgos en todos estos factores y la gestión de la tecnología trata sobre cómo gestionar esos riesgos, cómo superar los obstáculos y cómo generar soluciones.

Las organizaciones, independientemente de su tipo o tamaño tienen que adaptarse para sobrevivir. La experiencia muestra que las empresas que no aprenden ni son capaces de cambiar, no tienen muchas posibilidades de éxito e incluso las empresas más grandes y mejor dotadas no son inmunes a esta situación.

El cambio es algo imperativo para el siglo XXI, con presiones para cambiar desde todas las direcciones. Una competencia en aumento, una base cambiante en la competitividad, cambios en los modelos de legislación y regulación, barreras comerciales tambaleantes, políticas de globalización en las grandes empresas, y la fragmentación de los mercados son algunos de las amenazas que inducen al cambio dentro de una lista en continuo crecimiento.

Por supuesto, no todo son malas noticias: al tiempo que han crecido las amenazas, también lo han hecho las oportunidades del entorno. Se abren nuevos mercados, las nuevas tecnologías están cambiando los modelos según los cuales se presentan las oportunidades reduciendo las barreras de entrada y haciendo posible una extensión de las innovaciones. Las empresas más ágiles, conscientes de las oportunidades y con una capacidad de reacción lo suficientemente rápida, pueden utilizar el mundo exterior en permanente cambio como un trampolín para crecer.

3. MODELO DE GESTION DE TECNOLOGÍA

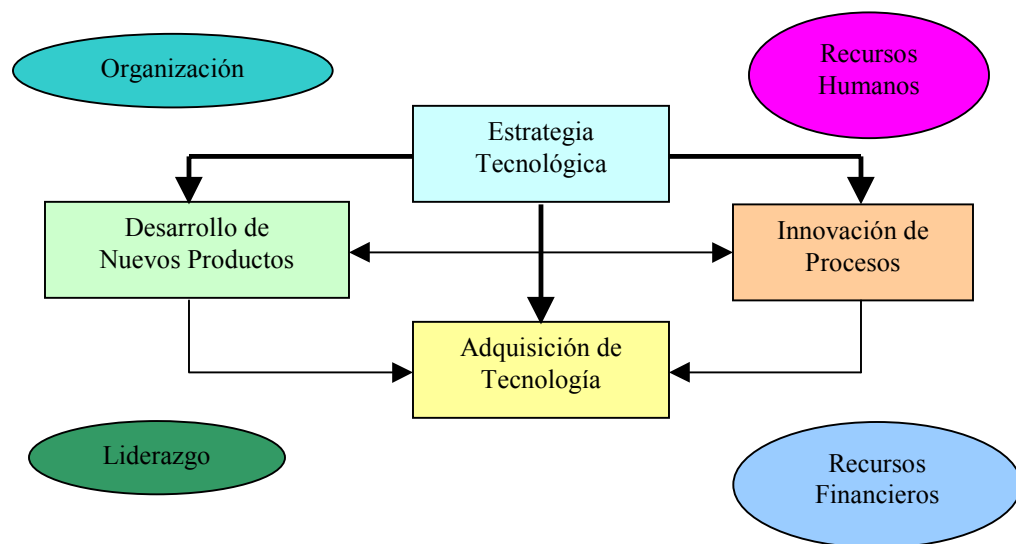
La evolución de los modelos de gestión que han venido aplicando las empresa en décadas pasadas hasta nuestros días se puede resumir de acuerdo con el siguiente esquema:

- Período anterior a 1955: los incrementos de productividad se basaban en una eficiente **gestión de la producción**.
- Período 1955-1965: la atención se centró en la **gestión de los recursos financieros** y en la capacidad de la empresa para captarlos.
- Período 1965-1975: el enfoque al mercado adquiere relevancia estratégica y con ello la **gestión de los recursos comerciales y de mercadeo**.
- Período 1975-1985: la evolución del entorno favorece el desarrollo de la **gestión de los recursos humanos** como elemento que debe orientar las actividades de la empresa.
- Período 1985 hasta nuestros días: la **gestión tecnológica** pasa a constituir un elemento estratégico que permite que la empresa mejore su posición competitiva, pues su ausencia produce una grave insuficiencia para generar innovaciones en productos y procesos que la puede sacar rápidamente del mercado.

De la revisión realizada en esta investigación sobre modelos de gestión tecnológica aplicables a empresas del sector eléctrico se analizan dos de ellos, los cuales fueron tomados como referencia para establecer el modelo de gestión tecnológica propuesto en este trabajo de investigación para las empresas del sector eléctrico colombiano.

La figura 5 muestra la estructura del modelo de gestión de la tecnología y procesos de innovación empresarial obtenidos de los documentos de la fundación COTEC para la innovación tecnológica el cual fue analizado desde el punto de vista de ventajas y desventajas de los procesos descritos en el.

Figura 5 Modelo de gestión tecnológica – fundación COTEC



Fuente: COTE, Fundación. Documentos de Pautas Metodológicas en Gestión de la Tecnología y de la innovación para empresas, Madrid , España, 1999.

En el modelo de la figura 5 se observan cuatro procesos empresariales que indican como una organización puede mejorar su rendimiento para lograr competitividad en el negocio.

Las ventajas de este modelo son las siguientes:

- Describe como primer proceso del modelo la estrategia tecnológica.
- Propone los procesos de desarrollo de nuevos productos e innovación de procesos.
- Define el proceso de adquisición de tecnología (bien por compra o generada internamente).
- Describe la infraestructura de apoyo tal como gestión de personal, los sistemas de control financiero, la gestión de calidad , medio ambiental, conducidos por una visión de liderazgo y organizacional.

Entre las desventajas del modelo se tiene las siguientes:

- No define las actividades asociadas a cada proceso.
- No incluye el proceso de gestión de los derechos de propiedad intelectual.
- No incluye la planificación del desarrollo de tecnologías.

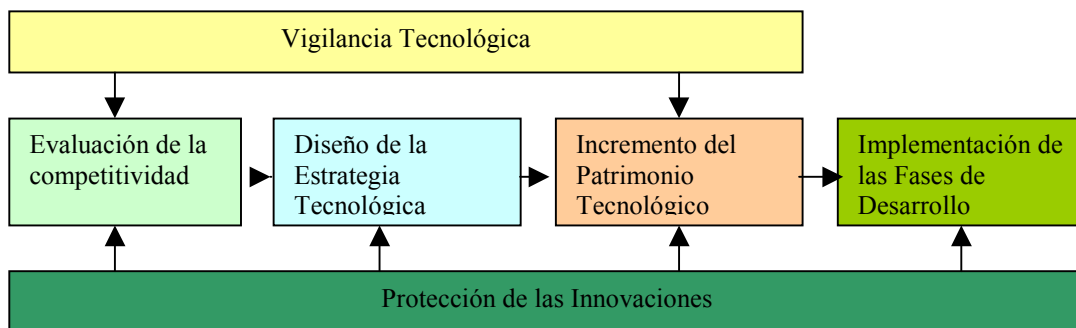
La figura 6 muestra el modelo de gestión de la tecnología desarrollado por Antonio Hidalgo Nuchera, de la Escuela técnico superior de ingenieros industriales de la Universidad Politécnica de Madrid, el cual también fue

analizado desde el punto de vista de ventajas y desventajas de los procesos descritos en el.

El modelo describe los siguientes procesos para lograr una eficiente gestión de la tecnología y los clasifica en procesos activos y procesos de apoyo.

Los procesos activos corresponden a la evaluación de la competitividad y del potencial tecnológico propio, el diseño de la estrategia tecnológica, el incremento del patrimonio tecnológico e implantación de las fases de desarrollo.

Figura 6 Modelo de gestión de tecnológica – Antonio Hidalgo Nuchera



Fuente: HIDALGO Nuchera, Antonio. La Gestión de la Tecnología como Factor Estratégico de la Competitividad Industrial. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid, España 1999.

Los procesos de apoyo están conformados por la vigilancia tecnológica y la protección de las innovaciones.

Entre las ventajas de este modelo se tiene:

- Define el proceso de la evaluación de la competitividad como la etapa de elaboración del inventario y el diagnóstico interno y externo.
- Describe el proceso de diseño de la estrategia tecnológica y sus herramientas de apoyo tales como el análisis DOFA, matriz proceso – producto, etc.
- Define el proceso de incremento del patrimonio tecnológico como la adquisición de tecnología y las alianzas tecnológicas.
- Presenta la implementación de las fases de desarrollo así como la gestión de proyectos
- Describe la protección de las innovaciones tecnológicas como un proceso de apoyo tipo transversal que impacta en todos los procesos activos

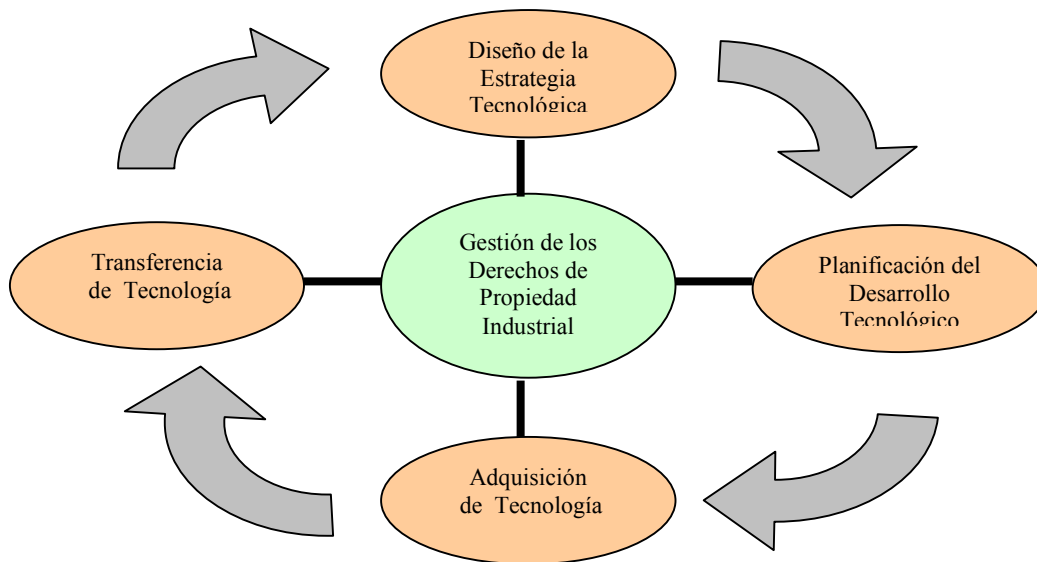
Algunas de las desventajas de este modelo son:

- No define claramente la transferencia de tecnología.
- No describe la planificación del desarrollo tecnológico.
- No describe las actividades de cada proceso.

Con base en los modelos anteriormente descritos y seleccionando los elementos mas importantes de cada uno de ellos, se definió el modelo mas apropiado para las empresas del sector eléctrico colombiano. En la figura 7, se muestra la estructura del modelo tecnológico propuesto, como un ciclo

secuencial de procesos, los cuales están soportados por una serie de actividades requeridas para el desarrollo de cada una de las fases de este.

Figura 7. Modelo de gestión de tecnología



3.1 PROCESOS DE GESTIÓN DE TECNOLOGÍA

Los procesos de la gestión de la tecnología a desarrollar en cualquier empresa del sector eléctrico ya sea que pertenezca a la actividad de generación, transmisión, distribución o comercialización, necesita considerar todos aquellos aspectos relacionados con la capacidad de reconocer las señales del entorno sobre las oportunidades y amenazas de su posición tecnológica y su interpretación; la capacidad de adquirir y desarrollar los recursos tecnológicos que necesita; la capacidad de asimilar las tecnologías que se incorporen a los procesos y de aprender de la experiencia que se adquiera.

Los siguientes procesos son necesarios para una adecuada gestión de la tecnología en una empresa del sector eléctrico, siendo incorporados en la cadena de valor de la compañía con el fin de desarrollar sus ventajas competitivas en el servicio de energía eléctrica:

- Diseño de la estrategia tecnológica.
- Planificación del desarrollo tecnológico.
- Adquisición de tecnología.
- Transferencia de tecnología.
- Gestión de los derechos de propiedad Intelectual

A continuación se describen los procesos del modelo de tecnología para la aplicación en las empresas del sector eléctrico.

3.2 DISEÑO DE LA ESTRATEGIA TECNOLÓGICA

Este proceso constituye el primer paso que la empresa debe desarrollar con el fin de analizar su capacidad para movilizar sus recursos tecnológicos hacia las necesidades del mercado teniendo en cuenta a sus principales competidores. Entre las actividades requeridas para la definición de la estrategia tecnológica se encuentra el inventario de su patrimonio tecnológico, el cual describe todos los tipos de tecnología de que dispone la empresa, el sistema de vigilancia que le permite estar informada de forma permanente sobre el estado del arte de las tecnologías claves del negocio, la

prospectiva tecnológica que le permite comprender y explicar la evolución de una tecnología en el futuro próximo, lo cual le ayuda a la empresa así a anticiparse a los efectos negativos que sobre su actividad puede tener y aprovechar las oportunidades que la misma ofrece . Con base en toda la información anterior se define la estrategia tecnológica de la empresa que debe ser coherente con la estrategia corporativa de la compañía.

3.2.1 Inventario tecnológico. Es el registro de insumos, procesos y productos asociados al conocimiento, a las técnicas y a las tecnologías; que permite describir, evaluar y seleccionar las tecnologías utilizadas; y soporta el estudio prospectivo de alternativas óptimas e innovadoras de los procesos de la empresa, brindando soporte a los procesos de toma de decisiones y al control de gestión en la organización

El inventario tecnológico de una empresa, representa uno de los activos más valiosos de su patrimonio del cual dispone para; su desarrollo interno, su supervivencia y su desempeño competitivo en el entorno. Este inventario muestra como está tecnológicamente la empresa, que tecnología posee , cuál es su estado de evolución, en que procesos se usan, su grado de asimilación, que oportunidades de mejoramiento presentan, etc, con el fin de darle el máximo aprovechamiento en sus procesos y explorar opciones de ofrecer servicios, cuando se posean fortalezas con potencial de generar ingresos o darle valor agregado a la compañía.

Para desarrollar el inventario de tecnologías en cualquier empresa del sector eléctrico se deben recolectar las tecnologías existentes en la organización de acuerdo con la clasificación de tecnologías tanto INCORPORADAS como DESINCORPORADAS .

Las tareas a realizar son las siguientes:

- Elaborar fichas técnicas
- Recolectar la información existente en la organización.
- Organizar y agrupar las tecnologías .
- Almacenar en bases de datos

La tabla 5 representa parte de un inventario tecnológico en el que se ha querido indicar algunos de los elementos básicos de cada tecnología en uso por la empresa.

Tabla 5. Ejemplo de inventario tecnológico

Tecnología	Nivel de protección	Uso real	Importancia	Fecha
Tecnología 1	Patentada	En un proceso especial	Clave	1996
Tecnología 2	En registro	En un nuevo proceso	Imprescindible	2000
Tecnología 3	No protegida	En varios procesos genéricos	Básica	1998

Fuente: UPB-ISA. Curso de Formación Avanzada en Gestión de Tecnología.
Medellín Colombia, Octubre de 2000 – Julio de 2001.

Tecnología: Identificación de la tecnología de acuerdo con una clasificación patrón que se emplee en la empresa.

Nivel de protección: Forma en la que la propiedad de la tecnología está asegurada.

Uso real: Empleo en los procesos de la empresa.

Importancia : Representa el tipo de tecnología para la actividad de la empresa.

Fecha : Fecha en la que la tecnología se está utilizando.

El disponer de un inventario de tecnologías en una empresa trae los siguientes beneficios:

- Conocer con que tecnologías cuenta la organización, registrando y clasificando tanto las tecnologías incorporadas en personas o productos físicos o las desincorporadas.
- Determinar cuáles de ellas se han adquirido de entidades externas y cuáles han sido desarrolladas al interior de la Empresa.
- Iniciar la cultura de valorar comercialmente las tecnologías.
- Determinar el tipo de tecnología de acuerdo con su impacto en la estrategia competitiva de la empresa y en el desarrollo de los procesos (Clave, básica o emergente).
- Determinar el estado de evolución de cada tecnología (fase de emergencia, de crecimiento, de madurez, de saturación o de obsolescencia).

- Conocer los beneficios cualitativos o cuantitativos que la empresa ha tenido con la utilización de la tecnología (económicos, sociales, ahorros, mejora de procesos, etc).

3.2.2 Vigilancia tecnológica. La vigilancia tecnológica consiste en la aplicación de un conjunto de técnicas tendientes a organizar de manera sistemática la captura, análisis, difusión y explotación de la información tecnológica. Autores expertos [2] en el tema definen a la vigilancia tecnológica como un sistema organizado de observación y análisis del entorno, seguido de una correcta circulación interna y utilización de la información en la empresa para la toma de decisiones por parte de sus directivos, apoyada con la participación del personal interno de la organización. La vigilancia es una herramienta de gestión que permite a la empresa minimizar el riesgo en sus decisiones, detectar oportunidades y amenazas del entorno.

Beneficios de la vigilancia tecnológica: Toda empresa innovadora debe vigilar la totalidad de cambios que puedan afectar su negocio, tanto a sus competidores actuales como a los potenciales, y a los servicios o productos sustitutos. La vigilancia debe adaptarse a los recursos disponibles en la empresa y al sector al que pertenece.

Son muchas las razones por las cuales se debe desarrollar una vigilancia tecnológica en una empresa, entre ellas se tiene: detectar las oportunidades antes que la competencia, conocer el estado del arte en su dominio empresarial, tomar posición en su sector, orientar la Investigación y Desarrollo (I+D), encontrar socios tecnológicos, financieros, etc. A continuación se describen varias de las razones por las cuales se debe practicar la vigilancia tecnológica en una empresa.

- **Anticipar para detectar los cambios** en nuevas tecnologías, máquinas, mercados y competidores, lo cual permite alertar sobre cambios o amenazas con repercusión en el propio mercado, provenientes de sectores distintos al de la empresa. La vigilancia permite a la empresa extender el seguimiento sobre hechos significativos más allá de su propio sector.
- **Reducir riesgos para detectar amenazas**, lo cual permite evitar barreras no arancelarias en mercados exteriores. La vigilancia también puede extender sus resultados a aspectos como las barreras técnicas a la distribución de productos y verificar si los demás los están copiando.
- **Progresar para detectar los desfases** entre los servicios de la empresa y las necesidades de los clientes; entre las capacidades propias y las de otros competidores. Detecta oportunidades de inversión y comercialización. Su interrupción puede originar pérdida de mercados.
- **Innovar para detectar ideas y nuevas soluciones**, lo cual permite economías en investigación y desarrollo (I+D) y ayuda a decidir el programa de I+D y su estrategia. Los resultados de la vigilancia pueden ayudar a la dirección a decidir la orientación de sus proyectos de I+D y el enfoque técnico de los mismos.
- **Contribuir en el abandono a tiempo de un determinado proyecto de I+D**, ya que en ocasiones la vigilancia puede proporcionar como resultado el abandono de un proyecto de innovación y la liberación de sus recursos hacia otras inversiones más productivas.
- **Cooperar para conocer nuevos socios** permite identificar socios adecuados en proyectos conjuntos de Investigación y Desarrollo (I+D)

ahorrando inversiones. La idoneidad de un socio en un proyecto conjunto no sólo reduce el esfuerzo económico, sino que también evita en ocasiones la realización de desarrollos paralelos y facilita la incorporación de nuevos avances tecnológicos a los propios productos y procesos.

Adicionalmente a todo lo anterior, es importante tener en cuenta el costo de no disponer de un sistema de vigilancia, que puede dar como resultado una pérdida de oportunidades de entrada en nuevos mercados o, peor aún, con una merma paulatina de la competitividad. Partiendo de la base de que toda empresa hace algún tipo de vigilancia, sólo un sistema organizado consigue que sus resultados no dependan del azar.

El sistema de vigilancia de una empresa puede ir desde la organización de pequeñas reuniones en las que se vierten todos los hechos detectados y con posible significado para la empresa, hasta sistemas con fuentes de información sofisticadas y sistemas de comunicación e intercambio de información de estructura bien definida y a múltiples niveles.

La vigilancia debe ser un instrumento que facilite la estrategia de la empresa y sobre todo que dinamice la cultura empresarial colectiva y de respuesta al cambio. Según la complejidad y ambición estratégica del sistema de vigilancia, variará el presupuesto necesario para su correcto funcionamiento.

Aspectos básicos de la vigilancia tecnológica: Las empresas suelen en general seguir la evolución de su entorno de un modo poco formal y organizado, ya que la gran mayoría practican con mayor o menor rigor alguna forma no consciente de vigilancia tecnológica. Empresarios y técnicos conocen a través de ferias, revistas técnicas, proveedores de maquinaria, asociaciones profesionales, laboratorios y centros técnicos con los que colabora, los propios clientes y proveedores, etc., los cambios que se producen en su sector y en su mercado. Sin embargo, pese a ello, tales

cambios suelen sorprender a muchas empresas, impidiéndoles introducir los ajustes necesarios para: bien reaccionar ante una amenaza o bien sacar el máximo provecho de una situación favorable

Para cualquier empresa es esencial la correcta administración y optimización de sus recursos (especialmente los humanos). Por lo anterior, es importante que la función de vigilancia tecnológica en la empresa, se deba focalizar, sistematizar y estructurar en forma adecuada en la organización.

- La vigilancia debe ser focalizada, esto es, centrada sobre determinados aspectos de la empresa y su entorno por razones de costo y tiempo de dedicación. Ninguna empresa puede dedicarse a vigilar y/o subcontratar todos los aspectos. Además de los recursos, la empresa debe vigilar de acuerdo a sus objetivos estratégicos.
- La vigilancia debe sistematizarse mediante un método que permita el seguimiento y explotación regular, tanto de los hechos que afectan a la empresa, como del propio funcionamiento de la función vigilancia. Todas las empresas vigilan su entorno, pero es la aplicación de un método la que permite obtener mayores resultados de la misma, definir y delimitar correctamente la función de vigilancia y garantizar la calidad, regularidad y homogeneidad de la misma.
- La vigilancia debe estructurarse apoyándose en una organización interna descentralizada basada en la creación y explotación de redes tanto físicas como virtuales y con toma de decisiones en múltiples niveles. Esto último es una de las causas de que funcionen bien los sistemas de información internos en las empresas japonesas, así como los sistemas de calidad en los que las sugerencias de personal entran en juego.

¿Qué se debe vigilar?: La empresa debe decidir sobre qué aspectos debe estar bien informada y cómo manejar esa información para que le permita

anticiparse, reducir el riesgo en sus decisiones y conseguir los resultados deseados. Por lo anterior se proponen diversos enfoques entre los cuales se mencionan los siguientes:

▪ **Tecnológicos**

- Los avances científicos y técnicos, fruto de la investigación básica y aplicada.
- Los productos y servicios.
- Los procesos de fabricación de equipos.
- Los materiales y su cadena de transformación.
- Las tecnologías y los sistemas de información.

La empresa que opera en un marco internacional debe conocer en qué y con quién trabajan las personas de centros técnicos, universidades, laboratorios relacionados con el área de su competencia. En el análisis de productos y tecnologías substitutivos el vigilante debe conocer las funciones que satisfacen sus productos, los procesos de transformación que sufren, su diseño, la gama de productos relacionados y/o complementarios, etc. Las inversiones en I+D de sus competidores y empresas de la cadena de valor, el número de científicos e ingenieros, publicaciones científicas y técnicas, y sus patentes.

▪ **Competitivos**

- Análisis y seguimiento de los competidores actuales y potenciales. El destino de sus inversiones, sus productos, circuitos de distribución,

tiempos de respuesta, tipo de clientes y grado de satisfacción, su organización, su capacidad financiera, etc.

- La cadena de valor del sector así como la situación de la empresa y su fuerza en dicha cadena de valor

▪ **Comerciales**

- Los mercados
- Los clientes, la evolución de sus necesidades, su solvencia, etc.
- Los proveedores, su estrategia de lanzamiento de nuevos productos
- La mano de obra en el sector y en la cadena de valor

▪ **Entorno**

- La legislación y normativa, barreras no arancelarias, etc.
- El medioambiente y la evolución de su cuidado
- La cultura: detrás de toda decisión hay personas.

¿Cómo Vigilar?: Las herramientas empleadas en la gestión de la tecnología orientan sobre aspectos a vigilar, en tanto que las fuentes y técnicas de gestión de la información indican cómo captar la información y cómo analizarla.

- **Patentes:** Cada vez un mayor número de empresas hace uso de la información de patentes para ver qué productos y sistemas están apareciendo en nuestro sector y es que el 70 % de la literatura publicada sobre tecnología se hace sólo a través de patentes.

- **Vigilancia de tecnologías emergentes:** La forma de vigilar tales tecnologías que inicialmente no se percibe aplicación o amenaza para el negocio, pero que incorporan otros atributos que a la postre terminan siendo valorados por los actuales mercados, se recomienda vigilar los siguientes aspectos:
 - Hacer un seguimiento de como evolucionan las necesidades de los actuales y / o posibles mercados.
 - Preguntar al interior de la organización cual es la percepción de posibilidades de evolución de la tecnología emergente.

- **Bibliometría :** Es una técnica que consiste en la explotación estadística de datos científicos y tecnológicos. Además de lo anterior estudia la incidencia que determinada disciplina tecnológica tiene hacia los trabajos de la comunidad investigadora, el número de patentes que se publican sobre una determinada línea y que empresas están detrás de tales trabajos.

- **“Scoutismo” tecnológico:** Se trata de una forma más, aunque de valor agregado, de adquirir y difundir información y conocimiento. Al igual que los exploradores, el ‘scout’ tecnológico hace una cartografía de las

tecnologías y sus mercados e incluso de los desarrollos científicos de los que nacen posteriormente, dichas tecnologías.

- **La ingeniería inversa:** Es una técnica de análisis realizada en muchas ocasiones a partir de los resultados de una labor previa de vigilancia que ha identificado el producto a analizar. Esta herramienta es útil para aquellas empresas alejadas del liderazgo del sector en donde se fortalece parte del producto, que sus competidores generalmente no patentan, pero si incorporan.

Metodología para la implementación de la vigilancia tecnológica: Para la Implementación del sistema de vigilancia tecnológica en la empresa se deben tener en cuenta unos pasos básicos de desarrollo del sistema. Tales acciones surgen de la experiencia de implantación y funcionamiento de la vigilancia en diversas empresas, algunos de estos pasos son:

- **Jerarquización de temas y objetivos:** Definición de los factores críticos de vigilancia en consonancia con la estrategia de la empresa.
- **Identificación de recursos:**
 - Personas, sistemas de comunicación en el seno de la organización.
 - Contactos externos de la empresa.
 - Fuentes de información a las que la empresa tiene acceso.

- Recursos en tecnología de información y telecomunicaciones: red local, bases de datos, acceso a módem.
- Práctica actual en la organización información y la documentación, y en la cultura informacional y de gestión del conocimiento.
- Presupuesto para nuevas adquisiciones: fuentes, dedicación de personas, sistemas.
- **Definición del plan y realización del manual de vigilancia tecnológica:**
 - Orientación, contenidos, fuentes y herramientas de seguimiento (fichero de expertos, reportes de impacto,...), frecuencia, formatos de intercambio/ difusión de la información.
 - Constitución de la célula o núcleo de personas implicadas en el sistema de vigilancia tecnológica y del responsable o animador, asignación de funciones (observadores, analistas y decisores), red interna y externa de contactos.
 - Establecimiento de un plan de formación y de un sistema de incentivos que motiven la participación.
 - Realización de un manual de funcionamiento, sistema de medición normalizado.
- **Formación del personal involucrado, en:**

- Métodos.
- Funcionamiento
- Medición del sistema.

El seguimiento de este esquema o similar requiere formalizar el esfuerzo de vigilancia que debe practicar la empresa. Son muchos los responsables de la empresa que insisten en la necesidad de formalizar la práctica de vigilancia, las fuentes de información, las personas involucradas, el tiempo dedicado y la utilización de sus resultados en el desarrollo de la actividad empresarial. Dicha formalización es requisito de partida para asegurar un seguimiento sistemático del entorno a partir de una labor colectiva desde la organización.

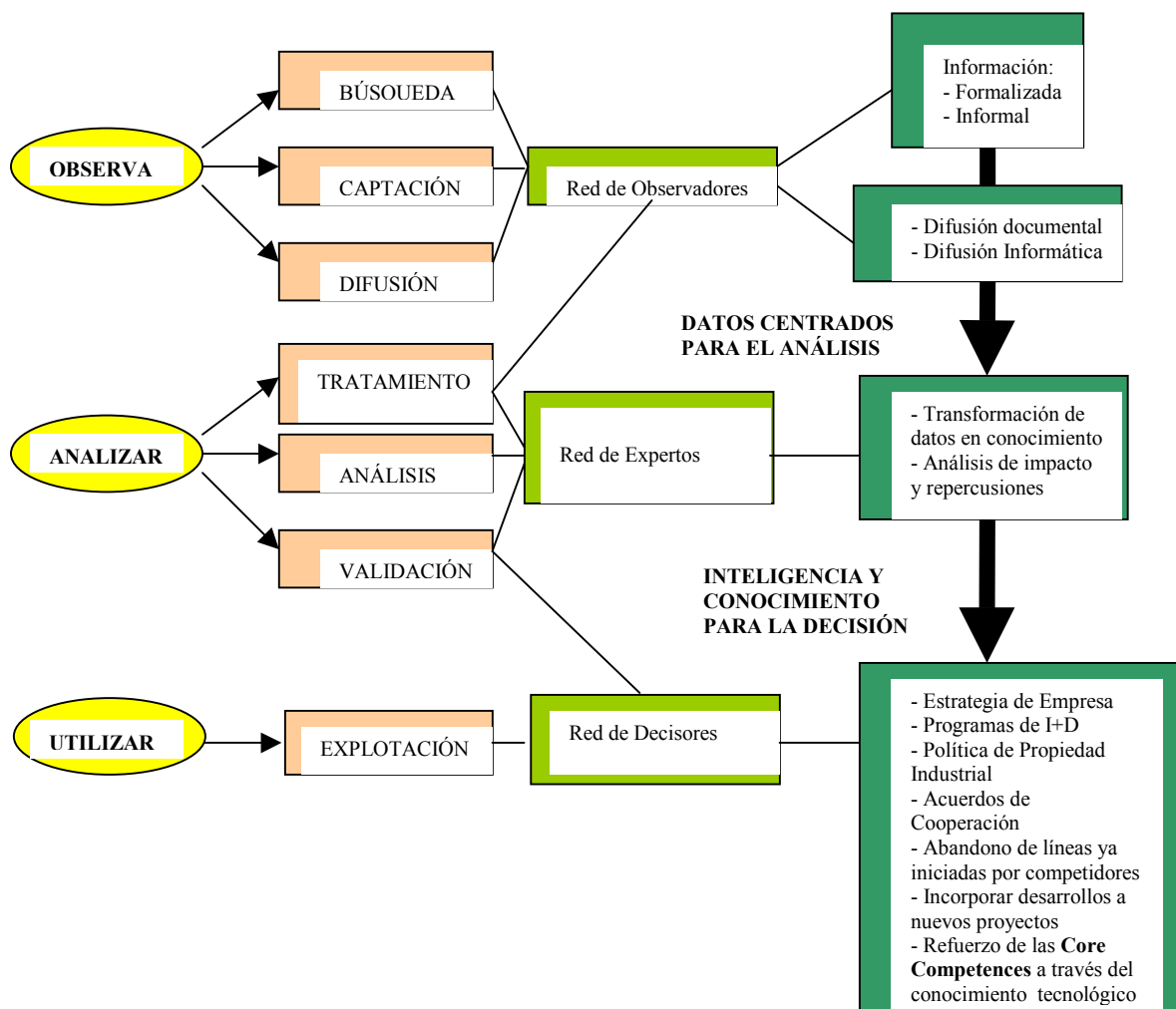
Ahora bien, formalización no significa burocracia, sino que primordialmente se trata de reconocer la dedicación a una labor necesaria para la empresa. La adecuación a las particularidades de cada empresa: tamaño, recursos y sector se da en el equilibrio entre acciones propias o internas y acciones realizadas por terceros: subcontratistas o colaboradores, así como en el grado de detalle y la fiabilidad de la información disponible para la toma de decisiones.

Organización de la vigilancia en la empresa. Las funciones básicas inherentes a un sistema de vigilancia se describen a continuación:

- **Observar** = Búsqueda , captura y difusión de la información.
- **Analizar** = Tratamiento, análisis y validación de la información.
- **Utilizar** = Explotación de la información.

En la figura 8 se observa la estructura de la vigilancia tecnológica en tres niveles: Observación, análisis y decisión, cada uno de ellos formada por una red de personas que desempeñan distintos cargos en la empresa, en donde la información es obtenida desde el exterior y transformada en información de valor agregado y después en conocimiento, para luego ser asimilada y utilizada para la toma de decisiones.

Figura 8. Proceso organizativo para la vigilancia tecnológica



Fuente: COTE, Fundación. Documento de Vigilancia Tecnológica, Madrid , España, 1999.

Redes de Observadores. Sus principales funciones son la búsqueda, captación y difusión de la información, dependiendo de su situación en la empresa, manejarán información documental poco tratada, información informal. Así un documentalista extraerá y hará circular información obtenida a partir de base de datos, boletines, revistas técnicas, información disponible en internet de los centros de investigación, institutos, universidades, etc. Es deseable que tales datos se formalicen mediante la ayuda de sistemas informáticos, insistiendo en la filosofía de descentralizar la vigilancia y hacer participar a todo el personal de la empresa entre los que puedan desempeñar el rol de observadores como los comerciales, los compradores, los diseñadores, los de construcción, operación y mantenimiento, los documentalistas, los investigadores, etc. En definitiva todo aquel que tenga contacto con el entorno de la empresa.

Es importante que el servicio externo contribuya a la definición de factores a vigilar en la empresa, así como los procedimientos y métodos para circulación interna de la información suministrada. También es importante que los observadores sean capaces de detectar y hacer difusión de la información hacia los grupos de expertos y analistas.

Redes de Expertos. Su principal función es el tratamiento, análisis y validación de la información captada por la red de observadores. Esto incluye la síntesis y valoración de la información según el impacto que pueda tener en la empresa, el empleo de técnicas de análisis y el enriquecimiento con informaciones informales. La característica de esta función es la 'traducción' de la información captada a la medida para ser entregada a los decisores para la toma de decisiones en la empresa en general.

Para el desempeño de esta actividad se considera experto a toda persona de la organización que posee experiencia tanto teórica como práctica, con un profundo conocimiento en uno o varios temas específicos y cuyos consejos y aportes son de valor agregado para la empresa. El patrimonio de expertos de una empresa es un activo que hay que cultivar, y para ello existe toda una serie de técnicas de gestión de expertos (mantenimiento, entrevistas, interrogación, administración de sus informaciones) que la empresa debe practicar. Los expertos y especialistas facilitan el acceso al conocimiento, al saber hacer específico de uno o varios temas de los procesos del negocio.

Los expertos deben estar localizables por la organización, no solo por un individuo de la misma, sino identificados totalmente. No se puede limitar a confiar en una gestión individualizada por cada miembro del colectivo según su actitud y estilo de organización sino contrastar las opiniones de todos los expertos en el tema, investigar la funcionalidad de la novedad y conservar en todo momento su capacidad de análisis propio e independiente hasta llegar a una conclusión y proponer una decisión.

Red de decisores. Es la menos estructurada de las 'redes'. Si bien los cuadros directivos requieren en su área de una información estructurada, integrada y validada (avanzada), en el caso de la dirección general sigue habiendo una componente importante de información de carácter verbal.

Animador. El rol de trabajo de esta persona es la de favorecer un enfoque colectivo de captación de la información y promover la circulación de la información sensibilizando a los directivos de la organización sobre las ventajas y las posibilidades de agilidad ante los cambios, que permite un sistema de vigilancia tecnológica. Otro papel importante del animador es poner en contacto a captadores y usuarios o decisores con el fin de que los

segundos expliquen a los primeros cómo utilizan la información para su trabajo.

Como características del animador se pueden citar entre otras:

- Organizador: hacer pasar de doctrina a proyecto y funcionamiento.
- Especialista conocedor del sector de la empresa. No debe ser ni comercial puro ni técnico puro y más bien generalista, responsable del proyecto o responsable de la calidad.
- Con mayor o menor responsabilidad en la toma de decisiones.
- Con disponibilidad, curioso, buen receptor y buen comunicador de la información.
- Orientador de las relaciones públicas y los contactos humanos.

Puesto que la vigilancia requiere del colectivo de la empresa y exige de cada uno que adopte una actitud curiosa y a la vez analítica de lo que le rodea, es esencial la presencia de un animador de la vigilancia que funcione de forma transversal en la organización, motivando y haciendo un seguimiento del funcionamiento y de sus resultados. El animador debe tener un contacto fluido con los decisores, de modo que el sistema de vigilancia se ajuste al comportamiento decisor de los responsables. La célula de vigilancia o grupo encargado de llevar adelante y mantener una función estructurada de vigilancia tecnológica, incluye un rol de animación y de coordinación.

3.2.3 Prospectiva tecnológica. La definición de prospectiva es descrita por muchos autores expertos en tema como el francés Gaston Berger [3] el cual fue el primero en describir la palabra prospectiva como el arte y ciencia

de estudiar y prever el futuro. Otro como Michael Godet [3] define a la prospectiva como una reflexión para aclarar la acción del presente a la luz de futuros posibles. Francisco Mojica [3] plantea que la prospectiva es la identificación de un futuro probable y de un futuro deseable. Por todo lo anterior se adopta como definición de prospectiva el conjunto de teorías, metodologías y técnicas para analizar, prever, explicar y construir anticipadamente futuros posibles y deseables de la acción humana.

La prospectiva tecnológica es definida por autores como el conjunto de análisis y estudios realizados con el fin de explorar o predecir el futuro mediante el empleo de determinados métodos y herramientas que permitan la consecución de unos ciertos objetivos industriales o comerciales.

Objetivos de la prospectiva tecnológica. Las investigaciones de futuro persiguen los siguientes objetivos fundamentales:

- Orientar la acción presente a la luz de futuros deseables.
- Definir y analizar alternativas futuras: respuesta a ¿Cómo podría ser?, ¿Cómo se desearía que fuese?, ¿Qué puede hacerse hoy para lograr el porvenir deseado?.
- Anunciar la ocurrencia de un evento futuro, sea para propiciarla o impedirla.
- Conocer posibles repercusiones o impactos de los cambios que se adopten.
- Complementar la planeación tradicional con una visión más amplia.

- Prepararse para los cambios con actitud abierta.
- Brindar información relevante en una perspectiva a largo plazo, con el fin de tomar medidas preventivas.

La prospectiva tecnológica se centra en la investigación de nuevas tendencias, tecnologías radicalmente nuevas, que pudieran surgir de la combinación de factores tales como las nuevas preocupaciones sociales, las políticas nacionales, y los descubrimientos científicos. Muchos de esos factores se encuentran más allá de todo control, influencia y conocimiento de las empresas individuales.

El futuro es por definición desconocido pero en las actividades de prospectiva se utilizan juicios u opiniones de expertos para obtener una visión del mismo. No todos los escenarios de futuros son deseables, para el caso de uno que si lo sea, éste puede ser construido, utilizando la información disponible en la toma de decisiones e identificando las diferentes alternativas para alcanzar dicho futuro .

Se puede recurrir a expertos individuales o a grupos, y se pueden aplicar distintas técnicas para obtener una visión con consenso, una gama de opiniones, o visiones poco convencionales.

Beneficios de la prospectiva tecnológica. Son muchas las razones por las cuales se debe desarrollar una prospectiva tecnológica en una empresa. Prever es intentar situarse en una posición adecuada ante posibles hechos que puedan acaecer próximamente para establecer como puede evolucionar una tecnología o como va a repercutir en el negocio futuro de la compañía; esto es algo consustancial con cualquier política que se pretenda hacer en la

organización. A continuación se describen varias de las razones por las cuales se debe practicar la prospectiva tecnológica en una empresa:

- Para maximizar las ganancias a partir de factores externos.
- Para maximizar las ganancias a partir de las decisiones tomadas de antemano.
- Para maximizar las pérdidas asociadas con sucesos externos incontrolados.
- Para reducir los efectos de los competidores externos.
- Para predecir demandas con fines productivos.
- Para predecir demandas para el desarrollo interno.
- Para desarrollar planes de organización.

Métodos utilizados en prospectiva. Para realizar un estudio prospectivo en una empresa del sector eléctrico se requiere tener claro el fenómeno a estudiar de cada sector al que pertenece, ya sea de generación, transmisión, distribución o comercialización de energía eléctrica; la documentación adecuada del tema, la selección de los expertos y actores según la calidad en conocimientos y poder de decisión de éstos, los recursos necesarios para llevar a cabo el estudio y la selección adecuada del método prospectivo.

Existen varios métodos para realizar estudios que se agrupan en los siguientes tipos:

- Métodos basados en la opinión de expertos
- Métodos de escenarios
- Métodos de futuros alternativos
- Árboles de relevancia
- Método de análisis estructural
- Otros métodos

Métodos basados en la opinión de expertos. Este método se basa en la opinión de expertos definida por los siguientes parámetros: El objeto sobre el cual se darán las opiniones, el ejecutor del trabajo y los usuarios finales del estudio. La precisión y confiabilidad de un estudio basado en la opinión de expertos aumentan en la medida en que el tema se enfoca con precisión, la complejidad típica disminuye y los principios y teorías al respecto, bien entendidos, son consultados e involucrados.

Existen los siguientes tipos de métodos basados en la opinión de expertos:

- **Dictamen de expertos o panel de opinión.** Este método consiste en seleccionar y organizar personas que tienen en común un alto grado de conocimiento o de opinión acerca de algunos temas particulares. Los paneles pueden ser informales o reunidos en grupos una sola vez para buscar un consenso.

- **Visualización de intenciones y actitudes.** Este método es una aplicación particular de un panel de opinión, el cual se realiza para clarificar las opiniones dentro de una población específica, con respecto a sus prioridades o proyección de comportamiento futuro. Las personas involucradas en el estudio se consideran como expertos en cuanto a sus actitudes y proyecciones.
- **Panel Delphi.** Este método consiste en consultar expertos que no se conocen entre sí, con el fin de disminuir la influencia de los expertos de renombre y los demás expertos encuestados: Este método tiene la ventaja del anonimato, los panelistas pueden tener oportunidades durante el estudio de comparar y revisar sus estimativos, además, mediante el uso de correos electrónicos las encuestas pueden ser fácilmente diligenciadas por los expertos en diferentes lugares geográficos.
- **Dictamen de un grupo de expertos.** Consiste en obtener la opinión de un grupo de expertos con conocimientos en un tema a estudiar y buena imaginación, ante la falta de datos utilizables. Puede producirse diversidad de opiniones y algunos individuos pueden influir sobre el grupo.

Métodos de escenarios. Este método es muy utilizado para mostrar la importancia presente y futura de tópicos sociales, económicos, políticos y del estado y el comportamiento de las ciencias sociales. Los escenarios se clasifican en exploratorios , que parten de las tendencias pasadas y presentes y muestran el futuro verosímil, y los normativos o de anticipación que se construyen a partir de diferentes imágenes deseables o no del futuro.

La construcción de escenarios debe respetar cuatro condiciones así: La pertinencia la cual consiste en plantear preguntas oportunas y formular las hipótesis claves; la coherencia que indica el grado de unión y armonía, la verosimilitud que tiene en cuenta las probabilidades de ocurrencia y la transparencia que enuncia con claridad y confianza las preguntas elaboradas correctamente.

Las fases para la construcción de escenarios son: Elección del sistema, identificación de los cuestionarios principales, determinación de los factores o variables claves, descomposición del sistema en subsistemas independientes, análisis de la evolución independiente de cada subsistema en función de las grandes tendencias, recomposición del sistema global integrando los conflictos detectados y las nuevas tendencias y la síntesis que describe los escenarios considerados.

Método de futuros alternativos. Este método se basa en mostrar la plausibilidad de que un evento ocurra, más que en su predicción. Generalmente se presenta como un grupo de posibles futuros, que pueden ayudar a implantar políticas de largo plazo, estrategias y planes de contingencia. Se fundamenta en la ocurrencia o no de un evento; el cual puede suceder una o varias veces y puede tener varios impactos potenciales. Cada combinación individual de dichas variables se constituye en un escenario alternativo. El método se adapta mejor a la planeación de largo plazo. Como desventajas se tienen la posible confusión entre las posibilidades razonables y las simples expectativas, la dificultad para identificar la subjetividad de los pronósticos, pues nunca quedan expuestas si la experiencia, el entrenamiento, las actitudes y los valores de los participantes, se asumen criterios particulares como válidos y creíbles sin análisis previo de los participantes

Árboles de relevancia. Esta técnica permite establecer si un objetivo es alcanzable y cuando será posible. Es un sistema de planificación que se puede usar para definir las subunidades críticas de los principales objetivos, y así planificar el camino más apropiado para alcanzar un objetivo. Consiste de un listado de ramas estructuradas en un organigrama en el que cada una de las ramas representan una alternativa tecnológica para llegar al objetivo. Una vez dibujado el árbol pueden asignarse valores cuantitativos a cada nudo, según la contribución al objetivo inmediato superior. Además puede complementarse con asignación de costos y plazos, lo cual es de gran ayuda para la toma de decisiones a largo plazo en el campo de la Investigación y desarrollo.

Análisis estructural. El análisis estructural es una herramienta que permite la estructuración de una reflexión colectiva mediante una matriz que relaciona todos sus elementos constitutivos y permite fácilmente detectar las principales variables influyentes y dependientes y por ello las variables esenciales a la evolución del sistema.

- El análisis estructural se realiza por un grupo de trabajo compuesto por facilitadores y expertos con experiencia demostrada, tanto internos como externos . Las diferentes fases del método son las siguientes: el listado de las variables, la descripción de relaciones entre variables y la identificación de variables claves.
- La primera fase consiste en enumerar el conjunto de variables que caracterizan el sistema estudiado y su entorno (tanto las variables internas como las externas) en el curso de esta fase conviene ser lo más exhaustivo posible y no excluir a priori ninguna pista de investigación.

- En la segunda fase se realiza una descripción de las relaciones entre las variables, que consiste en relacionar las variables en un tablero de doble entrada o matriz de relaciones directas. El llenado es cualitativo. Por cada pareja de variables, se plantean las preguntas siguientes: ¿existe una relación de influencia directa entre la variable i y la variable j? si es que no, se anota 0, en el caso contrario, se pregunta si esta relación de influencia directa es, débil 1, mediana 2, fuerte 3 o potencial 4.
- En la tercera fase se identifican las variables claves. Esta fase consiste en la identificación de variables claves, es decir, esenciales a la evolución del sistema, en primer lugar mediante una clasificación directa (de realización fácil), y posteriormente por una clasificación indirecta (llamada MICMAC* para matrices de impactos cruzados Multiplicación Aplicada para una Clasificación). Esta clasificación indirecta se obtiene después de la elevación en potencia de la matriz.

Otros métodos prospectivos. Existen otros métodos utilizados en estudios prospectivos, o de previsión o de proyección del futuro y que son descritos en obras de autores expertos en el tema como Godet, Gabiña, Milklos, Tello, Escorsa y Vall entre otros [3], los cuales se enuncian a continuación : Prospectiva estratégica, Talleres de Prospectiva, Diagnóstico Estratégico, útiles de análisis estratégico, Análisis estructural, Abanico de Regnier, Impactos Cruzados Probabilizados, Método Mactor, Método Multipol. Adicionalmente a los anteriores se mencionan algunos métodos de proyección como Ajuste de Curvas, Correlación, Analogía, Dinámica de Sistemas, Modelos de sustitución.

Utilización de los diferentes métodos. A continuación se presenta un resumen sobre criterios para la selección de los diferentes métodos prospectivos de acuerdo con los autores Miklos, Tello, Godet y Gabiña [3].

- Para la visualización e inicio del proceso prospectivo: Se recomienda utilizar talleres de prospectiva tecnológica y método de escenarios.
- Para establecer un diagnóstico de la organización frente a su entorno, se recomienda estructura: Árboles de relevancia, útiles de análisis estratégico, diagnóstico estratégico.
- Para Plantear Preguntas e identificar variables claves : se recomienda hacer el análisis estructural
- Para analizar las estrategias de los actores, se recomienda utilizar el método Mactor
- Para explorar el campo de los escenarios posibles y reducir la incertidumbre, se recomienda utilizar: Análisis morfológico, método Delphi, abaco de Regnier, impactos cruzados probabilizados.
- Para evaluar las elecciones y las opciones estratégicas, se recomienda utilizar aproximación integrada a la prospectiva estratégica, Múltiplo.

Metodología para la implementación de la prospectiva tecnológica

Para el desarrollo de la prospectiva del sector eléctrico liderado por el CIDET se seleccionó el Método Delphi el cual es una herramienta tecnológica que permite extraer y maximizar las ventajas que presentan los otros métodos basados en grupos de expertos y minimizar sus inconvenientes. Este método

aprovecha la sinergia del debate en el grupo y se eliminan las interacciones sociales indeseables que existen dentro de todo grupo, obteniéndose un consenso lo más fiable posible del grupo de expertos, y permitiéndoles ser consultados de manera iterativa con posibilidad de modificar sus respuestas. Por todo lo anterior se recomienda su aplicación para estudios de prospectiva en las empresas del Sector eléctrico colombiano , para lo cual se describen las ventajas, las desventajas del método y su forma de implementación.

Características del método Delphi. Las características que distinguen al método Delphi se pueden resumir en tres ítems:

- Anonimato.
- Retroalimentación controlada.
- Respuesta estadística de grupo.

El principal aspecto del método Delphi es el anonimato, ya que ningún experto conoce la identidad de los otros que componen el grupo de debate. Esto tiene una serie de aspectos positivos, como son:

- Impide la posibilidad de que un miembro del grupo sea influenciado por la reputación de otro de los miembros o por el peso que supone oponerse a la mayoría. La única influencia posible es la de la congruencia de los argumentos.
- El carácter de anonimato entre los expertos, permite obtener información de personas antagónicas entre sí y evita la dominación individual de parte de algún experto.

- Permite que un miembro pueda cambiar sus opiniones sin que eso suponga una pérdida de imagen.
- El experto puede defender sus argumentos con la tranquilidad que da saber que en caso de que sean erróneos, su equivocación no va a ser conocida por los otros expertos.

Otras ventajas del método Delphi:

- La actitud del entrevistado es de búsqueda de respuestas y no de resistencia como podría suceder en caso de reunirse en grupo los entrevistados.
- Dar un juicio por escrito obliga al experto a pensar seriamente en el problema, a ser coherente y conciso.
- Iteración y realimentación controlada: La iteración se consigue al presentar varias veces el mismo cuestionario. Como, además, se van presentando los resultados obtenidos con los cuestionarios anteriores, se consigue que los expertos vayan conociendo los distintos puntos de vista y puedan ir modificando su opinión si los argumentos presentados les parecen más apropiados que los suyos.
- Respuesta del grupo en forma estadística: La información que se presenta a los expertos no es sólo el punto de vista de la mayoría, sino que se presentan todas las opiniones indicando el grado de acuerdo que se ha obtenido.

En cuanto a las desventajas más significativas se tienen:

- Puede ser prolongado el tiempo de su aplicación.

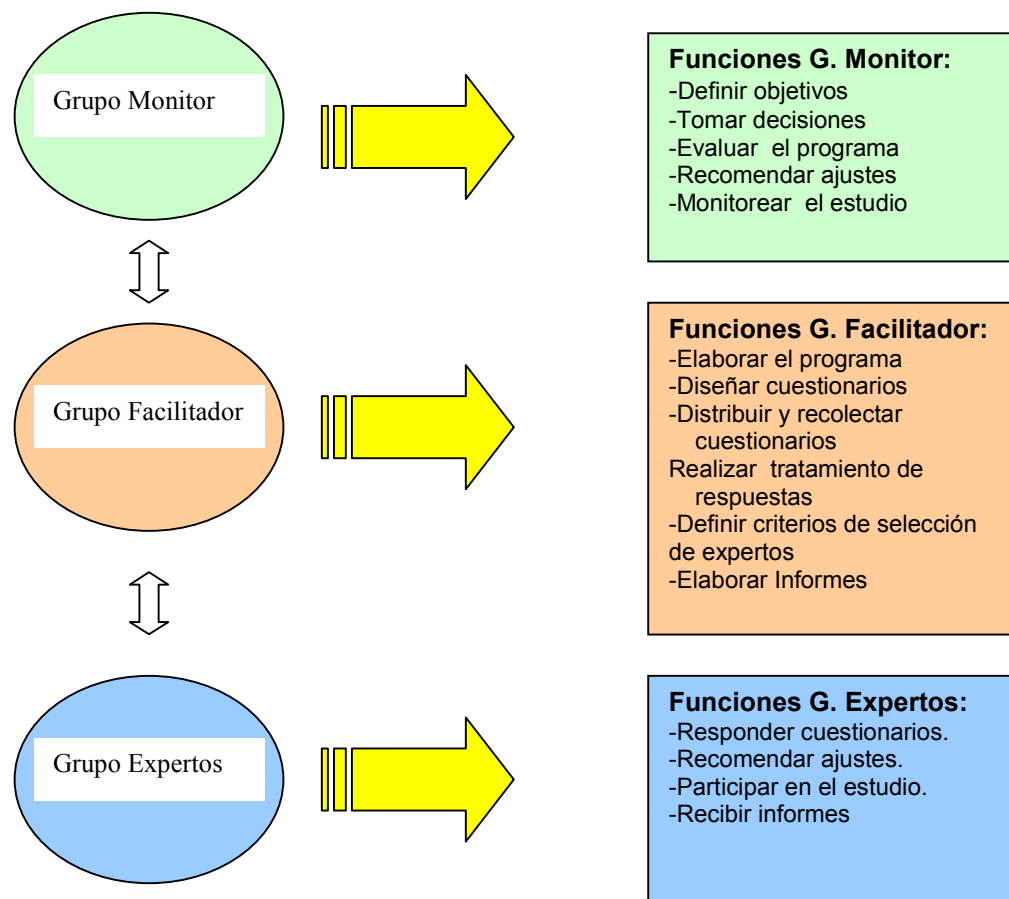
- Por el procedimiento de la técnica, se pueden dirigir en un alto grado los resultados. Se requiere una completa imparcialidad de quien hace la evaluación del estudio.
- La nula interacción cara a cara entre los expertos produce una sensación de “lucha a ciegas”, así como de duda, por la manera en que se interpretarán las respuestas.
- El proceso sólo identifica las prioridades de los participantes, pues ellos no resuelven problema alguno.

Metodología de implementación del método Delphi. En el procedimiento Delphi intervienen tres grupos diferentes tal como se muestra en la figura 9.

Las actividades a realizar por cada grupo son las siguientes:

- **Grupo monitor:** Es el encargado de tomar decisiones, quienes en última instancia actúan con los resultados del estudio.
- **Grupo de expertos.** Es el grupo de personas que mediante entrevista anónima emiten su juicio respondiendo los cuestionarios.
- **Grupo de facilitadores :** Son aquellas personas que interactúan con los decisores y los entrevistados.

Figura 9. Proceso organizativo para la prospectiva tecnológica



Fuente: COTE, Fundación. Documento de Vigilancia Tecnológica, Madrid , España, 1999.

El ejercicio consiste en un proceso iterativo, donde el grupo de facilitadores envía encuestas e información a los encuestados. Una vez éstos responden, se hace una medida estadística de sus repuestas. Las preguntas de la encuesta no tienen respuestas incorrectas, todas las respuestas son válidas, pero de los resultados de la encuesta se calculan datos estadísticos (mediana, moda, etc.), se analizan estos datos y se redacta nuevamente el

cuestionario, el cual se envía a los expertos para otra ronda. Este proceso se repite hasta que se llegue a un consenso (normalmente en tres o cuatro rondas). Por último se realiza un informe final con los resultados del estudio.

Las etapas que se siguen en el método Delphi son:

Etapas exploratoria o preliminar. En esta etapa es necesario definir claramente los objetivos, la necesidad e interés del estudio, los alcances y limitaciones de la técnica y los resultados esperados con la realización de un determinado proyecto Delphi, ésto lo hacen los grupos facilitador y Monitor. En esta etapa deben quedar explícitos las necesidades de recursos humanos y materiales, financieros y de tiempo para la aplicación de la técnica. Autores expertos en el tema Delphi estiman que el tiempo necesario para aplicar la técnica es de 45 días, otros autores en la práctica estiman un tiempo conservador de 60 días. Se debe realizar un programa lo más detallado posible de las horas - hombre que serán utilizados a través de todo el ejercicio, incluyendo la programación tanto del total de horas como de los períodos en que se distribuirán dichas horas, de los participantes de los grupos: monitor, facilitador y de expertos.

Para el desarrollo del estudio de "Delphi de proyecciones" es necesario precisar, lo que se quiere proyectar y los objetivos de dicha proyección. A partir de estas definiciones se precisan la magnitud y el alcance del estudio. También como parte de un análisis previo se debe acotar la investigación hasta el punto de dejar claramente especificadas las variables de mayor interés para grupo el investigador. Luego se procede a seleccionar el panel de expertos y a conseguir su compromiso de colaboración. Para ello se debe dar explicación a los expertos sobre cual es el método a desarrollar, los objetivos del estudio y sus compromisos como participante.

Primera etapa de encuesta. En el primer cuestionario se presentan a los expertos los eventos y tendencias más importantes que se cree van a suceder en el futuro referente al área en estudio. Se puede solicitar a los expertos que postulen según sus opinión otros eventos o tendencias, y su fecha posible de ocurrencia, de tal forma que cuando los cuestionarios sean devueltos, por medio de un análisis estadístico se decida o no su inclusión en la siguiente circulación.

Los cuestionarios son devueltos al grupo facilitador, que realiza un análisis estadístico de las previsiones de cada evento.

Segunda etapa de encuesta. El grupo facilitador confecciona el cuestionario de la segunda circulación que comprende la lista de eventos y los datos estadísticos calculados para cada evento. Con base en lo anterior los expertos reciben el segundo cuestionario y se les solicita que realicen nuevas previsiones para observar si se reafirman o no en su previsión anterior, así como una explicación del motivo por el que creen que su respuesta es correcta. Cuando el grupo facilitador recibe las respuestas, realiza de nuevo el análisis estadístico y organiza los argumentos expresados por los expertos.

Etapa de informe final. En esta última fase del proyecto se elabora el informe final en el que se indicarían las fechas calculadas a partir del análisis de las respuestas de los expertos. Sin embargo, si no se hubiese llegado a un consenso, existiendo posturas muy distantes, el moderador debería confrontar los distintos argumentos para averiguar si se ha cometido algún error en el proceso.

Otro aspecto a tener en cuenta en la metodología Delphi son los criterios de selección de los tres grupos.

Criterios para la selección del grupo monitor. La primera característica es que los componentes de este grupo conozcan la metodología Delphi para que puedan dirigir en forma sistémica todo el estudio de prospectiva tecnológica de tal manera que sea coherente con la estrategia corporativa de la empresa. Las personas que integran el equipo Monitor deben poseer una gran imaginación y creatividad. El estudio de temas acerca del futuro exige desvincularse de antiguos patrones que impiden ver lo nuevo. También se debe nombrar un coordinador general de todo el ejercicio.

El grupo monitor tiene como funciones:

- Fijar los objetivos que se persiguen con el ejercicio Delphi.
- Tomar las decisiones sobre el estudio.
- Evaluar el programa entregado por el grupo facilitador.
- Recomendar ajustes al estudio.
- Monitorizar y dirigir todo el estudio de prospectiva.

Criterios para la selección del grupo Facilitador. este grupo debe conocer en forma detallada la metodología Delphi, ya que su desconocimiento en cualesquiera de sus aspectos puede conducir a errores, tanto en el diseño como en la evaluación de los resultados.

Para cada estudio Delphi en particular, es posible encontrar un número óptimo de facilitadores condicionado por los siguientes factores:

- Complejidad de la información a obtener para la realización del estudio, en la etapa exploratoria.
- Las funciones a realizar están condicionadas al método utilizado para el procesamiento de la información.
- Cuando se trata de temas multidisciplinarios es preciso incluir en el grupo especialistas de cada una de las disciplinas que abarca el tema. El grupo facilitador debe estar formado por personas con capacidad de estudiar e investigar el tema en cuestión.
- Es deseable que se establezcan especializaciones en las funciones a realizar por cada uno de los miembros del grupo, esto incluye un jefe del estudio.
- La etapa de tabulación requiere de conocimientos matemáticos, estadísticos y de computación.

El grupo facilitador tiene como funciones:

- Elaborar un programa lo más detallado posible del tiempo que se requerirá para la realización del ejercicio, estimando la duración de cada una de las etapas.

- Diseñar los cuestionarios, un estudio detallado de la forma de presentar la información, longitud del cuestionario, longitud de las preguntas, tipo de preguntas, etc.
- Distribuir y recolectar los cuestionarios a los expertos.
- Realizar tratamiento a las respuestas, el cual se realiza mediante el diseño de métodos de tabulación y evaluación de la información obtenida a través de los cuestionarios. Esto incluye la definición de los criterios con que se evaluará el grado de experticidad de los expertos, cómo se medirá el consenso y si lo amerita cómo se corregirán los sesgos que presenten las respuestas de los expertos.
- Fijar los criterios de selección de los expertos; determinar su número y composición.
- Realizar el estudio del tema de acuerdo con el objetivo del tema.

Criterios para la selección del grupo de Expertos. Este grupo proporciona la información que requiere el grupo monitor para su estudio, la que es obtenida a partir de un sistema de comunicación estructurado con base en cuestionarios, los cuales se elaboran en sucesivas etapas e incluyen un sistema de retroalimentación. Este grupo está conformado por personal con alto conocimiento específico y experiencia de las actividades y procesos de la empresa, así como la información adicional obtenida de sus contactos y redes, y de su apreciación del entorno empresarial general.

Los expertos deben ser, aparte de personas con experiencia en el tema que se esté discutiendo, participantes cuyos intereses serán afectados por la toma de decisiones que resulte de dicha consulta. En general se debe

recurrir a un equipo de personas de diferentes disciplinas o que a través de la práctica conocen muy bien el problema desde diferentes enfoques. El universo de los potenciales participantes debe incluir a expertos o estudiosos del tema en cuestión, que puedan proporcionar información al nivel requerido por el estudio.

Los siguientes criterios ayudan a la definición de quienes pueden ser clasificados como experto :

- Experiencia: Tiempo que el experto ha dedicado al tema ya sea como investigador, como docente, o en funciones públicas o privadas que tengan relación con el tema.
- Exactitud en otras proyecciones.
- Publicaciones: Trabajos publicados, incluyendo el número e importancia.
- Participación en seminarios y encuentros a nivel nacional e internacional que tengan relación con el sujeto del estudio Delphi.
- Juicio de otros expertos: Consiste en la evaluación que hace cada experto de cada uno de los demás integrantes del panel.
- Autoevaluación: Los propios expertos son los que evalúan su experticidad en un tema, se puede utilizar una escala ordinal de 1 a 5 en la cual los números más bajos indican menos grado de experticidad, y los más altos un mayor nivel de experticidad y conocimiento.

Finalmente es posible obtener una medida de la experticidad del grupo mediante el cálculo de la mediana. Si se utilizan expertos externos a la

organización, el ejercicio puede durar un lapso de tiempo considerable, y quizás requiera reducir el número de rondas de envío de cuestionarios. Aunque buscar el consenso pueda resultar importante, se debe prestar una atención adecuada a los puntos de vista que difieran radicalmente del conjunto, ya que quizás existan importantes razones subyacentes para justificar tales opiniones disidentes.

El número de entrevistados para lograr un grupo homogéneo es de 10 a 15 participantes, sin embargo, si participan diversos grupos de referencia, podrían integrarse muchos más. Ahora bien, cuanto más personas participen, mayor es el esfuerzo que se necesita para realizar el análisis.

Siempre se ha planteado la sensibilidad de los resultados de un Delphi a la composición del panel de expertos, existen una serie de reglas a observar para mitigar este inconveniente:

- Evitar sesgos en su composición, los más comunes son recargar la participación de individuos claramente pesimistas u optimistas, forzando el consenso en un sentido u otro.
- Incluir en el panel individuos representantes de una ideología determinada cuando ello sea una variable no controlada en la experiencia, descuidando el equilibrio ideológico al no incluir individuos representantes de las ideologías opuestas.

Otra etapa en el ejercicio Delphi es el diseño, elaboración y envío de los cuestionarios que contienen las preguntas y la información, en relación con el tema de investigación. La confección de las preguntas y formas de seleccionar y representar la información son aspectos determinantes, entre

otros, de los resultados del ejercicio, razón por la cual requieren de un estudio y discusión más detallados.

Las reglas generales para la elaboración de los cuestionarios del estudio de prospectiva tecnológica son los siguientes :

- Asegurarse que ni la comunicación ni el cuestionario contengan errores técnicos.
- Apoyarse de especialistas para diseñar la presentación de los documentos.
- Enviar el cuestionario y la comunicación lo más pronto posible a partir de que el participante acepta ser entrevistado, la demora puede ocasionar que los entrevistados pierdan el entusiasmo.
- Realizar preguntas cerradas y en lo posible cuantificables. Preguntas vagas, muy largas, separadas, con exceso o falta de información, inducirán a interpretaciones erróneas de parte de los expertos, por lo tanto, la desviación de las respuestas con respecto a la media será mayor que en aquellas preguntas correctamente formuladas. Aunque pueden incluirse unas dos preguntas abiertas.
- Las escalas de calificación deben ser claras y forzar a los participantes a contestar específicamente lo que se les pregunta. Las escalas pueden ser cuantitativas o cualitativas.
- Reducir al máximo el número de hojas, de tal modo, que el experto no se desanime al ver un cuestionario voluminoso.

- La información que se incluye en cada pregunta debe ser la justa y necesaria. Dicha información se puede presentar en series, histogramas u otras expresiones gráficas.
- Para precisar el uso de términos, es recomendable hacer un listado de definiciones y enviarlo anexo al cuestionario.
- Establecer un límite de tiempo para recibir las respuestas, por lo general de una a dos semanas.

Existen distintos tipos de preguntas que pueden ser formuladas a los expertos, con el objeto de extraer la información útil a los objetivos planteados por el estudio. El tipo de preguntas son:

Preguntas abiertas. Son aquellas que permiten a los miembros del panel aportar ideas nuevas , las cuales pueden ser de la siguiente forma:

- Señalar razones que justifiquen una determinada estimación.
- Mencionar factores que puedan influir en el comportamiento de una determinada variable.
- Mencionar eventos con sus respectivas probabilidades de ocurrencia, que podrían alterar los valores de ciertas variables.

Este tipo de preguntas tiene la ventaja de que evita la repetición de información, pues muchas veces existen variables eventos o factores que son obvios, o por lo menos fácilmente identificadas y que surgen cuando se hace un estudio detallado del tema.

Preguntas de “ranking”. Consisten en entregar una serie de características en forma desordenada, factores y/o eventos relacionados con el tema en estudio, solicitando a los expertos ordenarlos de acuerdo con un determinado criterio.

Preguntas de votación. Se presentan dos o más alternativas a consideración de los expertos, los cuales deben votar por una de ellas. Esta votación se realiza de acuerdo con algún criterio, el cual es señalado en el cuestionario y que puede ser factibilidad, deseabilidad, probabilidad de ocurrencia, etc.

Preguntas de control. Estas preguntas se incluyen para efectuar un chequeo a la coherencia de las respuestas de los expertos. Consiste en hacer dos veces la misma pregunta planteada de forma distinta o en forma indirecta. No se debe permitir que los entrevistados se dejen llevar por la idea de que el cuestionario tiene preguntas “trampa” para atraparlos en inconsistencias.

Preguntas de fechas. Son aquellas que sirven para investigar las fechas de ocurrencia más probables de un evento. Se puede plantear de dos formas, una es entregar las fechas de ocurrencia del evento y preguntar la probabilidad de que tal evento ocurra en cada una de las fechas indicadas. La otra es pedir con un cierto nivel de confianza, que el experto señale las fechas más probables de ocurrencia de uno a más eventos.

Preguntas de probabilidades. Consiste en solicitar a los expertos una estimación de la probabilidad de ocurrencia de un evento con algún nivel de certeza.

En las preguntas de construcción de un rango se solicita dicha construcción con un 50% de confianza. Este porcentaje de certeza se debe a que, dado que existe una relación entre la amplitud del rango en que se ubica el valor de una variable y el grado o nivel de certeza con que se estima este valor, lo que interesa es compatibilizar ambos aspectos.

Dado que un experto no siempre domina todos los aspectos de un tema, las preguntas que se formulen en un ejercicio Delphi, deben incluir el grado de certeza de la respuesta. En general, para las preguntas de votación, “ranking”, gráficas y de probabilidades se le pide al experto que indique el grado de certeza de su estimación, para lo cual se utiliza una escala ordinal, por ejemplo: 0 a 10 en que 10 es el nivel de máxima certeza.

Criterios para el análisis estadístico de los cuestionarios. Es importante la identificación de consensos, por lo que es preciso definir claramente que se entiende por consenso para cada uno de los tipos de preguntas. No existe una única forma de medir consenso. Las mencionadas a continuación son corrientemente adoptadas para los estudios Delphi.

- Se entenderá por aceptada la alternativa, cuando en las preguntas con dos alternativas, una de ellas acumula al menos el 70% de los votos ponderados por nivel de confianza y grado de experticidad.
- Para las preguntas con más de dos alternativas se entenderá por aceptada la alternativa, cuando una de ellas acumula al menos el 50% del

total de las alternativas ponderadas por nivel de confianza y grado de experticidad.

- Para las preguntas sobre fechas de posible ocurrencia, el análisis se centra en el cálculo de la mediana (año en que hay un 50% de expertos que piensan que va a suceder en ese año o antes).
- Cuando se trata de preguntas de construcción de rangos con una confianza dada por el grupo facilitador (50% de confianza) se entenderá que se ha logrado aceptación para cada cota que se puede estimar, cuando los valores ponderados por el grado de experticidad arrojan un valor medio, cuyo coeficiente de variabilidad no exceda el 25%.
- Para las preguntas de "ranking", se define aceptado, cuando al menos el 50% del total de votos ponderados por grado de experticidad y nivel de confianza coinciden en asignarle un determinado lugar a las variables planteadas.
- Para las preguntas de gráficos se entenderá por aceptado cuando el coeficiente de variabilidad de la curva envolvente media ponderada por nivel de confianza y grado de experticidad no exceda el 25%.

En aquellas respuestas que no se ha logrado consenso se deberán investigar las razones de las discrepancias en el cuestionario. Cuando se concluye que no se ha logrado consenso respecto de la variable, no por esto, el resultando deja de tener interés para el Delphi. Es particularmente útil en un ejercicio Delphi tomar en cuenta aquellas distribuciones que reflejan discrepancias.

Para un Delphi de varias rondas una medida interesante es la estabilidad de la curva de distribución de los votos de los expertos a través de sucesivas

vueltas debido a que el interés se centra en la opinión del grupo más que en la opinión de los individuos. Para comparar la distribución de opiniones entre vueltas, se restan los histogramas columna por columna entre una ronda y otra, luego se obtienen los valores absolutos. Estos valores se suman para formar las unidades totales de cambio. Sin embargo, debido a que los cambios de opinión se reflejan en los histogramas por dos unidades de cambio, cada respuesta debe ser tratada dividiendo el total de cambios por dos unidades de cambio. Finalmente el porcentaje de cambios netos se obtiene dividiendo el total de cambios por el número de participantes.

Uno de los problemas de este método es definir lo que se considera como cambio. Se necesita una medida de confianza que distinga entre los cambios normales y aquellos que representan cambio de opinión. Para obtener una medida de confianza se mide la propensión de los individuos a alterar las opiniones como función de la lejanía de sus respuestas con respecto a la moda de la distribución. Se define entonces un porcentaje base de movimientos oscilatorios que siempre es posible esperar, típicamente un 15%. Cualquier cambio marginal menor que este 15% se considera como estabilidad. Cualquier pregunta cuya respuesta presente cambios superior al 15% debe ser considerada como inestable.

Los resultados de la evaluación del cuestionado número uno constituyen realimentación para el cuestionado número dos. Dichos resultados deben presentarse en cuadros estadísticos, en la formas de medias, frecuencias, medianas, histogramas de distribución, etc.

Para la segunda circulación los expertos reciben el segundo cuestionario y se les solicita que realicen nuevas previsiones. Si se reafirman en su previsión anterior y ésta queda fuera del margen de consenso de la primera ronda

deben dar una explicación del motivo por el que creen que su previsión es correcta y la del resto del panel no.

Cuando el grupo facilitador recibe las respuestas del segundo cuestionario, realiza de nuevo el análisis estadístico y, además, organiza los argumentos dados por los expertos cuyas previsiones se salen de los márgenes de consenso.

El paso siguiente consiste en el análisis estadístico y el resumen de los argumentos de la respuestas de la segunda y ultima ronda de expertos.

El informe final contiene las opciones estrategicas tecnológicas futuras que se deben afrontar por la compañía para alcanzar el objetivo deseado.

3.2.4 Definición de la estrategia tecnológica. La especificación de la estrategia tecnológica debe hacer explícitas las opciones tecnológicas de la empresa y su éxito o fracaso estará basado en la identificación de oportunidades y en la concentración de recursos en aquellas áreas tecnológicas en las que posea mejores capacidades internas y que les permitan alcanzar con rapidez la fase de comercialización. Por ello, la estrategia tecnológica debe exponer con claridad las siguientes decisiones:

- El grado de riesgo implícito, que varia desde la aplicación o mejora de tecnologías existentes hasta el desarrollo de otras completamente nuevas.
- La intensidad en el esfuerzo tecnológico, que puede variar desde una investigación exploratoria hasta la completa aplicación industrial.

- La distribución del presupuesto destinado a la tecnología entre las diversas opciones tecnológicas elegidas.
- La elección de la posición competitiva: para cada tecnología (líder, seguidor, búsqueda de nichos de mercado, etc).

El diseño de la estrategia tecnológica debe basarse en un período de reflexión a partir de las respuestas a un conjunto de preguntas que se pueden englobar en dos grupos. Por un lado, las propiamente relacionadas con la tecnología, como ¿en qué estado se encuentran las tecnologías que se dominan?, ¿qué alternativas tecnológicas se perciben? o ¿qué tecnologías están desarrollando nuestros competidores?. Por otro lado, el conjunto de preguntas que están más vinculadas a la operatividad de la empresa, como ¿cuáles son nuestras fortalezas y debilidades? o ¿en qué negocios debemos competir en el futuro? .

En cualquier caso, sea cual fuere al final la elección estratégica de la empresa, ésta debe estar planteada sobre un buen equilibrio entre lo que aquella intenta hacer y la base de recursos de que disponga para apoyarlos, así como la garantía de que exista una buena conexión entre lo que actualmente conoce la empresa y los cambios propuestos que quiere acometer.

Herramientas para el diseño de la estrategia tecnológica

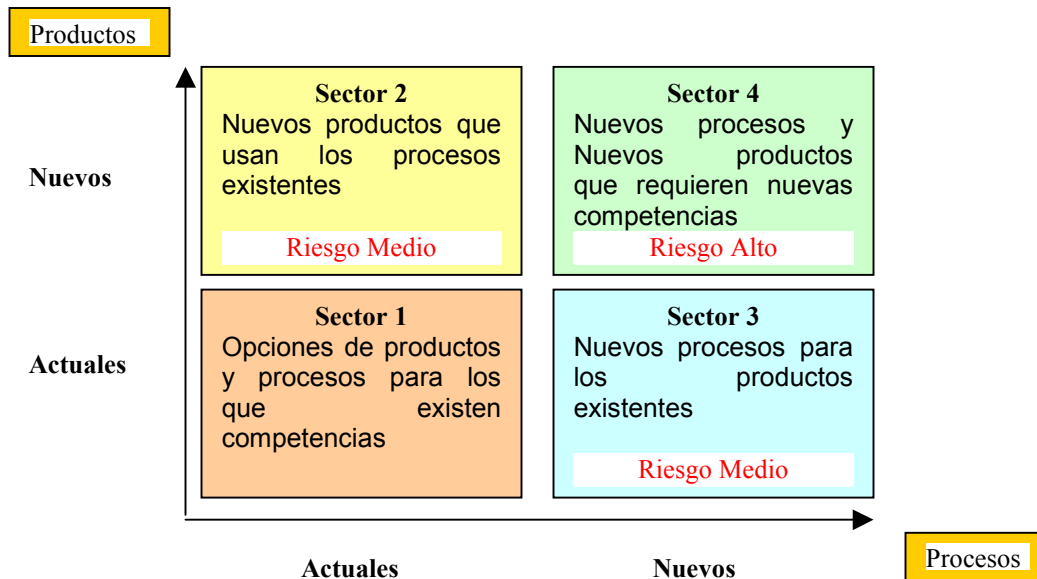
Para realizar el análisis tecnológico de la empresa es necesario ayudarse de un conjunto de herramientas entre las que se destacan: el análisis DOFA (Debilidades, Oportunidades Fortalezas y Amenazas), el modelo de las cinco fuerzas, la matriz Producto - Proceso y la matriz Posición Tecnológica - Atractivo Tecnológico.

Análisis DOFA. Consiste en un método sencillo y estructurado de explorar los principales retos tecnológicos a los que se enfrenta la empresa, identificando las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. Se recomienda plantear, en primer lugar, la pregunta sobre cuáles son las amenazas y las oportunidades tecnológicas clave en el entorno actual. A continuación se deben plantear un conjunto de preguntas relativas a los puntos fuertes y débiles percibidos en la empresa, como su capacidad tecnológica, su disponibilidad de capital humano cualificado, etcétera. Por último, hay que analizar la información obtenida en los binomios amenaza-debilidad y oportunidad- fortaleza, siendo en este último donde residen principalmente las posibilidades de diferenciación y crecimiento.

Modelo de las cinco fuerzas. Consiste en un mapa que representa el impacto de un conjunto de variables externas a la empresa y que complementa la información del análisis DOFA. Las variables que se analizan son: el poder de negociación de los proveedores y de los clientes, la amenaza de nuevos productos sustitutivos y nuevos competidores, y la rivalidad competitiva entre las empresas.

Matriz Producto-Proceso. Es una herramienta que ayuda a identificar si la opción estratégica de la empresa se encuentra dentro o fuera de su área de experiencia. De acuerdo con la figura 10, el sector 1 define el área en el que opera la empresa en términos de competencia tecnológica. Si la propuesta encaja en este sector implica que el nuevo desarrollo requerirá nuevas combinaciones del conocimiento existente y se plantea un reto de aprendizaje interno. Por el contrario, si la propuesta encaja en alguno de los restantes sectores es necesario plantear cómo se van a adquirir las nuevas competencias, lo que implica un riesgo medio (el cambio afecta al producto o al proceso) o alto (el cambio afecta al producto y al proceso).

Figura 10. Matriz producto - proceso

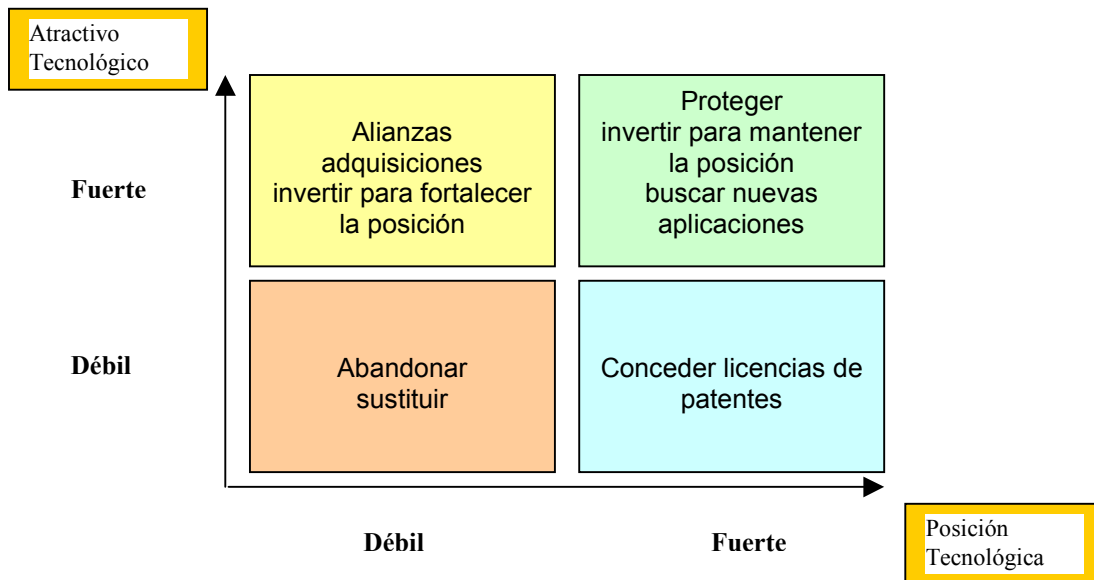


Fuente: HIDALGO Nuchera, Antonio. La Gestión de la Tecnología como Factor Estratégico de la Competitividad Industrial. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid, España, 1999.

Matriz posición tecnológica- atractivo tecnológico. Es una herramienta que ayuda a identificar y priorizar opciones estratégicas a través del análisis de dos variables cualitativas que dependen, a su vez, de múltiples variables que deben ser analizadas y ponderadas. La posición tecnológica expresa el dominio conseguido por la empresa sobre cada tecnología crítica y, entre las variables que influyen en ella, se encuentran los gastos realizados en I+D, la competencia del equipo humano, el número de patentes y la red de relaciones externas. El atractivo tecnológico incluye diferentes variables representativas de la tecnología sobre las que la empresa no puede ejercer un control efectivo: el potencial para la generación de nuevos productos, la reducción del costo, la mejora de la calidad y el crecimiento del mercado; el potencial para cambiar las posiciones competitivas y los riesgos que ello

implica; y el número de competidores que probablemente utilizarán esta tecnología. En función de cómo se caractericen estas dos variables, las opciones estratégicas de la empresa serán diferentes, según se muestra en la figura siguiente.

Figura 11. Matriz posición tecnológica – atractivo tecnológico



Fuente: HIDALGO Nuchera, Antonio. La Gestión de la Tecnología como Factor Estratégico de la Competitividad Industrial. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid, España, 1999.

Tipos de estrategias tecnológicas. Las estrategias se pueden clasificar de la siguiente manera según autores [4] expertos en el tema :

- **Ofensiva:** Para llegar a ser el líder frente a los competidores en la introducción de nuevos productos o servicios.

- Defensiva: No se desea asumir riesgo en ser el primero en innovar pero tampoco quedarse atrás.
- Imitativa : Se contenta con ir detrás de los líderes. Suele adquirir licencia y “Know-How” .
- Dependiente: Acepta el papel de subordinado y acepta que los nuevos productos o servicios vengan de iniciativas y especificaciones externas.
- Tradicional: Considera que el mercado no pide cambios en el producto o servicio en forma muy continuada por lo que se limita a innovaciones de proceso generadas desde afuera.
- Oportunista: Identifica la nueva oportunidad o un diseño complejo que le permite insertarse en un nicho.

Los tipos de estrategias tecnológicas que pueden definir las empresas del sector eléctrico colombiano son una de las siguientes:

- Estrategia de ofensiva : Es aquella estrategia que requiere mantener en guardia a la empresa a través de innovaciones sucesivas en las tecnologías claves y emergentes del sector, para lo cual se invierte masivamente en recurso humano y laboratorios de investigación especializados.
- Estrategia de defensiva: Consiste en seguir de cerca al líder en todas las tecnologías del sector y escogiendo selectivamente alguna de las posibilidades que ofrecen las tecnologías emergentes para dedicarse a su desarrollo, sin tener que asumir todo el riesgo de la investigación.

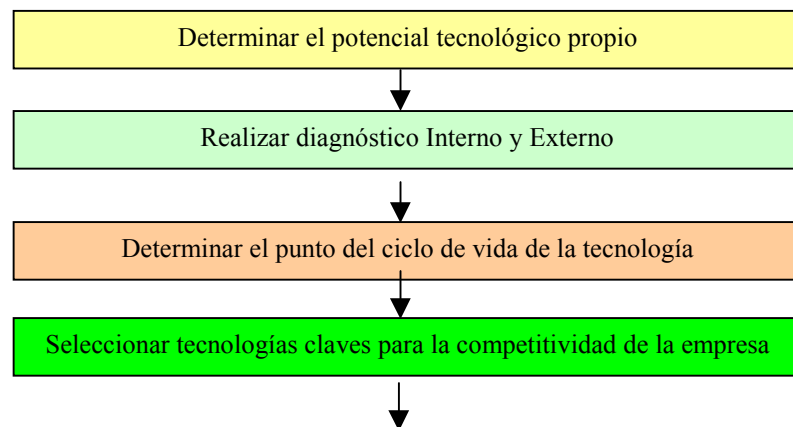
- Estrategia imitativa: busca la innovación mediante la identificación de las tecnologías necesarias y compatibles con su capacidad de producción y adquiere o licencia las disponibles en el mercado.

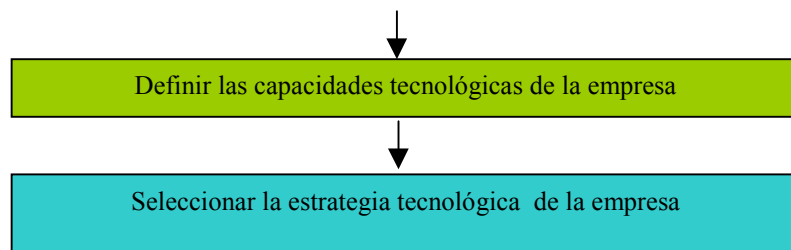
Como parte importante de su plan estratégico, la empresa deberá definir cuál de las estrategias le brinda mayor competitividad, en cada una de las tecnologías fundamentales de su cadena de valor.

Determinación de la estrategia tecnológica. Para el desarrollo de la estrategia tecnológica de cualquier empresa del sector eléctrico colombiano es necesario tener en cuenta los siguientes pasos.

Determinar el potencial tecnológico propio. Con base en el inventario tecnológico de la empresa se identifican las tecnologías claves , básicas y emergentes en todas las actividades de la empresa , incluyendo información sobre el comportamiento que han tenido y el estado actual de desarrollo y dominio dentro de la organización.

Figura 12. Pasos para formular la estrategia tecnológica





Fuente: ISA, SISTEMA DE CALIDAD. Documentación del Proceso Gestionar el Desarrollo Tecnológico. Medellín, Colombia, Agosto de 2001.

Realizar diagnóstico interno y externo. Una vez identificadas las tecnologías de la empresa el siguiente paso es el realizar los diagnósticos tanto interno como externo mediante el uso de las herramienta de análisis para la estrategia tecnológica tales como DOFA, etc. El diagnostico interno consiste en agrupar las tecnológicas de acuerdo a su grado de afinidad y evaluar las fortalezas y debilidades de cada una de estas asociadas con los procesos productivos de la cadena de valor. Esta actividad se apoya en el inventario tecnológico con el fin de identificar las tecnologías que deben adquirirse o desarrollarse para cada proceso de la organización, con el fin de tener la posición competitiva deseada en el futuro.

Adicionalmente a lo anterior se debe realizar el diagnóstico externo el cual consiste en analizar el ambiente tecnológico en el entorno buscando responder a todas las inquietudes respecto a las oportunidades y amenazas tecnológicas. El diagnóstico externo se logra hacer con base en la información obtenida de las actividades de vigilancia tecnológica el cual entrega información sobre las condiciones tecnológicas existentes en los proveedores y competidores y la actividad de prospectiva tecnológica que da información sobre las condiciones tecnológicas futuras en el sector eléctrico.

Determinar el punto del ciclo de vida de la tecnología. Esta actividad consiste en identificar el estado en que se encuentra cada tecnología clave de la organización dentro de su ciclo de vida. Esta identificación debe hacerse por parte de expertos al interior de la organización y apoyados en la actividad de vigilancia tecnológica. El resultado de esta actividad dará la dirección probable del cambio tecnológico en las actividades de valor.

Seleccionar tecnologías claves para la competitividad de la empresa. Deben identificarse las tecnologías y los cambios importantes de éstas con el fin de obtener una marcada ventaja competitiva de la empresa. Las tecnologías críticas o claves, son aquellas que apoyan las competencias esenciales del negocio, por lo tanto se debe comprender la forma como afectan éstas el costo, la diferenciación y la estructura en el sector eléctrico colombiano.

Definir las capacidades tecnológicas de la empresa. Deben determinarse los recursos que posee y los requeridos para el desarrollo e implementación de la tecnología en la organización.

Seleccionar la estrategia tecnológica de la empresa. La estrategia tecnológica debe reforzar la ventaja competitiva que la empresa está buscando lograr y mantener. Como resultado deben definirse las acciones estratégicas en los siguientes aspectos:

- **Estrategia de transferencia de tecnología.** Está orientada a optimizar los procesos de incorporación intensiva de conocimiento en los proyectos tecnológicos mediante la transferencia externa de

tecnología y en los servicios que presta la organización mediante la transferencia interna de la tecnología, los cuales son requeridos por el ambiente competitivo.

- **Estrategia de innovación.** Se refiere a la implementación de nuevas tecnologías que garanticen el mejoramiento continuo de los procesos productivos y gerenciales propios de la empresa.
- **Aprendizaje organizacional.** Se refiere a la capacitación y aplicación de conocimiento con el fin de fortalecer las capacidades tecnológicas mediante diferentes tipos de colaboración y de relaciones interinstitucionales.
- **Tecnologías de información.** Se refiere a la incorporación de tecnologías de información y del conocimiento requeridas para lograr la interconexión en red con los clientes y proveedores.
- **Tecnologías gerenciales.** Se refiere a la aplicación de tecnologías para el referenciamiento competitivo institucional “benchmarking”, incluyendo los temas y empresas sobre los cuales se debe realizar.
- **Gerencia de la propiedad industrial.** Se refiere a la identificación, medición y valoración del conocimiento y la protección de la nuevas tecnologías mediante la obtención de patentes del desarrollo industrial.

Determinada la estrategia tecnológica el siguiente paso es realizar la planificación del desarrollo tecnológico.

3.3 PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO

Este proceso constituye la segunda fase del modelo, en la cual , con base en la estrategia tecnológica se elabora un plan tecnológico, que debe emprender la organización, para alcanzar los objetivos estratégicos del negocio. Las actividades para la selección de proyectos que van a ser incorporados en la empresa deben contener evaluaciones de carácter económico, social, científico – tecnológico y ambiental.

El plan estratégico tecnológico es definido por la estrategia tecnológica el cual incluye los distintos programas de acción (programas internos de I&D, compra de tecnologías externas, “joint ventures”, etc). Este plan debe estar integrado en el plan global de la empresa (Escorsa y Valls, 1997) [4]. El plan debe especificar las opciones tecnológicas de la empresa (elección de determinadas de alternativas). Las empresas deben identificar las oportunidades, concentrar sus recursos en determinadas áreas y alcanzar con rapidez la fase de comercialización.

En el plan se debe incluir: presupuesto requerido para el desarrollo tecnológico entre los diversos programas, clasificados por líneas de servicios o de negocios, especificando las tecnologías a emplear; modalidades de acceso a la tecnología (I&D interna, compra de tecnología externa, “know-how”, consultoría, etc.), con sus correspondientes presupuestos, la elección de la posición competitiva en las diversas tecnologías (líder, seguidor, etc.), el grado de intensidad en el esfuerzo tecnológico, que puede variar desde una investigación exploratoria hasta la plena aplicación industrial y el grado de dificultad y de riesgo, que varía desde la aplicación o mejora de tecnologías existentes, hasta el desarrollo de otras completamente nuevas.

Para la elaboración del plan tecnológico se deben cumplir como mínimo los siguientes pasos:

- **Análisis tecnológico.** Con relación a las pautas para evaluar el impacto tecnológico de un proyecto, se debe reconocer el nivel de la tecnología y su efecto sobre el uso de los recursos productivos, los mecanismos de transferencia tecnológica y los usuarios de los desarrollos tecnológicos producidos por el proyecto y su relación con otras tecnologías de la organización. La evaluación tecnológica es el punto de partida de una serie de evaluaciones que deben realizarse a cualquier tecnología para definir si es viable o no su incorporación en la organización. Esta evaluación busca establecer la factibilidad de la aplicación de una tecnología a un proceso en particular y los beneficios a obtener en la incorporación a la empresa . Adicionalmente a lo anterior con esta evaluación se busca identificar la problemática hombre-tecnología al interior de una organización para poder predecir y anticiparse a los problemas que se pueden presentar en los procesos de transferencia y asimilación de la tecnología.
- **Análisis social.** La evaluación para medir el impacto social de un proyecto deberá considerar efecto sobre las necesidades básicas como educación y salud. El proyecto también, puede producir efectos en el mejoramiento en la oferta de bienes , generación de empleo, niveles salariales y organización laboral. Además puede llegar a impactar la cultura en cuanto al conocimiento de nuevos modelos de desarrollo para la modernización y nuevas capacidades empresariales.
- **Análisis ambiental.** La evaluación de impacto ambiental de un proyecto de desarrollo tecnológico debe ser medido en cuanto al grado de

explotación y agotamiento de los recursos naturales y sus eventuales efectos contaminantes.

- **Análisis económico.** Esta evaluación busca determinar los impactos financieros del proyecto en cuanto a costos de operación e inversión, utilidades y tiempos de recuperación de la inversión. También, el proyecto puede llegar a impactar aspectos como la sustitución de importaciones, y además efectos sobre las exportaciones y efectos sobre el sector industrial. En este análisis la empresa puede utilizar las herramientas tradicionales de economía tales como son el valor presente neto, la tasa de retorno interno, etc. Es importante además, tener en cuenta el tipo de riesgo que se debe asumir en las tecnologías disponibles en el mercado comparadas con las no existentes, ya que en las primeras su probabilidad es más baja por ser una tecnología ya aplicada, mientras que las segundas están en función de la probabilidad de éxito en el proceso de investigación y desarrollo.

Los siguientes criterios de evaluación se aplican para proyectos de innovación y desarrollo tecnológico [5].

Relativos a la calidad del proyecto. Los aspectos a tener en cuenta son:

- Coherencia interna y tratamiento particular de antecedentes, objetivos, metodología, actividades, presupuesto, cronograma y duración.
- Capacidad de investigación, innovación, desarrollo tecnológico y gestión del equipo de personas a cuyo cargo estará la ejecución del proyecto.

- Conocimiento del estado del arte de la investigación, innovación y/o desarrollo tecnológico que se propone desarrollar.

Relativos a la pertinencia del proyecto. Los aspectos a tener en cuenta son:

- Grado de pertinencia del proyecto con los temas considerados de interés en el contexto de la Política Nacional de Ciencia y Tecnología y sus Programas Nacionales.
- Contribución al fortalecimiento de la competitividad de las empresas o del sector productivo.
- Contribución al fortalecimiento de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación del país.
- Fortalecimiento de las relaciones entre el sector productivo, el sector académico y los centros de desarrollo tecnológico.

Relativos a los resultados del proyecto. Los aspectos a tener en cuenta son:

- Definición clara de los resultados esperados.
- Carácter original o innovativo de la propuesta, en relación con el aporte al desarrollo de innovaciones de sistemas, productos, procesos y servicios, así como al mejoramiento significativo de los mismos. Este punto debe ser claramente sustentado en la formulación del proyecto.

- Aporte al fortalecimiento de la capacidad nacional de investigación, innovación y desarrollo tecnológico.
- Aporte al fortalecimiento de los servicios científicos y tecnológicos del Centro de Desarrollo Tecnológico, Grupo o Centro de Investigación (información, diseño, normalización, certificación, gestión de calidad, metrología industrial, análisis, ensayos, pruebas y otros).
- Grado de competitividad a nivel nacional e internacional de los productos, procesos o servicios obtenidos como resultados directos o indirectos del proyecto.
- Aporte a la consolidación de una área estratégica, una cadena productiva o un nuevo conocimiento científico y tecnológico.
- Incorporación de procesos o tecnologías de producción limpia.
- Estrategia de divulgación de los desarrollos previstos en el proyecto, con el fin de que los usuarios se apropien de los mismos y que la sociedad reconozca el aporte como organizaciones innovadoras; para promover la competitividad del país.
- Relativos a los impactos (Señalar y describir en forma breve aquellos literales que solo apliquen al proyecto presentado).

Impactos científicos y tecnológicos del proyecto en la empresa, centro o grupo de investigación.

- Formación de recursos humanos en nuevas tecnologías y en gestión tecnológica.

- Registro y homologación de patentes.
- Registro y documentación técnica del “Know –How”.
- Desarrollo de capacidades de diseño en la entidad o grupo.
- Consolidación de capacidades para realizar actividades de I&D en la entidad.
- Creación o fortalecimiento de Grupos de I&D
- Dotación de laboratorios de I&D o de calidad y plantas piloto
- Redes de información y colaboración científico tecnológica
- Mejoramiento en la oferta de servicios tecnológicos

Impactos sobre la productividad y competitividad de la empresa o sector productivo

- Acceso a nuevos mercados nacionales ó internacionales.
- Empleo generado.
- Establecimiento de alianzas estratégicas (“Joint-Ventures”, franquicias, otros).
- Mejoramiento de la productividad y la calidad.

- Mejoramiento del clima organizacional.
- Regiones y comunidades beneficiadas por el proyecto.
- Desarrollo tecnológico de proveedores.

Impactos sobre el medio ambiente y la sociedad.

- Reducción en el consumo de energía y agua.
- Reducción en el consumo de recursos naturales.
- Reducción en la generación de emisiones, vertimientos y residuos sólidos.
- Mejoramiento de la calidad del medio ambiente.
- Eliminación o reducción de riesgos para la salud humana.
- Aprovechamiento sostenible de nuevos recursos naturales.
- Efectos sobre preservación de la biodiversidad.
- Mejoramiento de la calidad de vida.
- Beneficios de los grupos de interés relacionados con el proyecto (proveedores, clientes, accionistas, comunidad, estado, empleados, etc).

Impactos en la economía nacional y/o regional

- En el crecimiento acelerado de ciertos sectores económicos.
- Creación de nuevos sectores económicos en la estructura nacional y/o regional.
- Sustitución de importaciones.
- Generación de exportaciones.

Relativos a los aspectos económicos y financieros

- Evaluación del mercado para la innovación propuesta. Demanda o mercado del producto o servicio, canales de comercialización, competidores.
- Perspectivas económicas y financieras del proyecto en relación con la implantación de resultados a la etapa comercial.
- Efectos económicos en relación con: incremento en ventas, ahorros por aumento de productividad, utilidades que puede generar, exportaciones, sustitución de materiales y materias primas.
- Capacidad financiera de la entidad beneficiaria para desarrollar el proyecto.

Relativos a la experiencia de la empresa

- Importancia de la actividad tecnológica y económica de la empresa.

- Experiencia en producción y comercialización de bienes o servicios.
- Nivel de capacidad tecnológica de la empresa para afrontar actividades de desarrollo.
- Organización para la ejecución de actividades de investigación y desarrollo.

Con base en la información anterior se elabora los proyectos tecnológicos que han pasado las evaluaciones tecnológicas, de impacto social, ambiental y económica para las tecnología que existen en el mercado. Para los proyectos que no existen en el mercado se debe cumplir los criterios de evaluación de la metodología para investigación y desarrollo.

3.4 ADQUISICIÓN DE TECNOLOGÍA

Este proceso constituye la tercera fase del modelo. La adquisición o compra de tecnologías disponibles constituyen la forma rápida y segura de enriquecer el patrimonio tecnológico, aunque de todos modos deben ser adaptadas al contexto y a los objetivos de la empresa. En este ámbito se enmarcan las licencias de patentes y la compra de tecnología puesta a punto por otros, y ambas persiguen concentrar los esfuerzos tecnológicos y financieros de la empresa en la etapa de desarrollo. Para los casos en que la tecnología no existe en el mercado la adquisición se realiza a través de proyectos de investigación y desarrollo con el apoyo de entidades externas o desarrollo propio con recursos internos de la empresa.

3.4.1 Formas de adquisición de tecnología. Cuando una empresa decide adquirir tecnología para innovar sus productos o procesos, puede seguir diferentes caminos, y cualquiera de ellos es válido para permitirle acceder a esa tecnología que lo hará más competitivo. A continuación se describen los medios para que una empresa generación, transmisión, distribución o comercialización de energía eléctrica pueda adquirir tecnología.

Desarrollo de tecnología únicamente con medios propios. El que una empresa decida abordar un desarrollo tecnológico únicamente con medios propios, dependerá en gran medida del perfil profesional del personal que integre su organización y, en particular, de que cuente con un departamento de I+D apropiado. Para alcanzar este propósito toda empresa debe previamente haber adquirido y acumulado capacidades tecnológicas a través del conocimiento del recurso humano basado en el aprendizaje y experiencia adquirida en el manejo de la tecnología incorporada en los procesos que ejecuta permanentemente sus labores productivas.

Para el desarrollo de cualquier proyecto de tecnología con recursos propios la empresa debe tener en cuenta los siguientes aspectos

- Compromisos financieros para la ejecución del proyecto.
- Recurso humano con alta experiencia en la ejecución de proyectos.
- Disponibilidad de tiempo para el personal ejecutor del proyecto.
- Equipos y herramientas necesarios empleados en el proyecto.

- Instalaciones y laboratorios adecuados que permitan el desarrollo del proyecto.
- Materias primas e insumos requeridos en el proyecto.
- Cursos de capacitación en las tecnologías del proyecto.

Sin embargo, la innovación con medios propios no está exenta de problemas. Algunos de ellos serían los siguientes: elevado costo que supone mantener un departamento de I+D competitivo en términos humanos y de equipos, eventuales conflictos sobre los derechos de propiedad industrial y derechos de autor o dificultad para mantener el carácter confidencial de los desarrollos tecnológicos cuando el personal propio pasa a trabajar a una empresa de la competencia.

Compra de equipos o materias primas que incorporen tecnología. Otra vía de acceso a la adquisición tecnológica es la de la compra de equipos o materias primas que ya llevan incorporada dicha tecnología. una de las vías más utilizadas hoy en día por las empresas que innovan lo hacen como consecuencia de las mejoras tecnológicas que sus proveedores introducen en los equipos o materias primas que les suministran. Los problemas mas frecuentes en este aspecto es la dependencia tecnológica entre el comprador y proveedor debido a una inadecuada transferencia de tecnología durante el proceso de negociación y contratación por parte de las empresas.

Contratación de un tercero frecuentemente un centro de investigación o una universidad para que desarrolle tecnología a medida. Otra opción para que una empresa adquiera tecnología consiste en encargar a un tercero que le desarrolle a la medida la tecnología necesaria. Este podría ser el caso

de empresas interesadas en llevar a cabo una mejora en productos o procesos, pero carece de recursos suficientes de investigación y desarrollo humanos y materiales para abordarla por su cuenta, y la tecnología en cuestión no está disponible en el mercado, o es demasiado costosa. Ante esa situación, el empresario decide contratar los servicios de una universidad o de un centro de investigación para que desarrolle la tecnología, sin embargo son pocas las empresas que regularmente solicitan el apoyo de las universidades o centros de investigación, quizás por el tradicional alejamiento existente entre el mundo universitario y el empresarial. En muchos casos, además, las empresas todavía desconocen la capacidad de universidades y centros de investigación para ayudarles a solucionar sus problemas tecnológicos, pese al importante esfuerzo de acercamiento llevado a cabo en los últimos años por estas entidades generadoras de conocimiento .

Desarrollo de tecnología junto con otras entidades en el marco de la cooperación tecnológica. La cooperación tecnológica es otra de las vías a través de las que una empresa puede innovar sus productos y procesos. Conlleva la existencia de un consorcio que, con base contractual o societaria, decide abordar conjuntamente un proyecto de I+D y, eventualmente, acuerda a quién va a pertenecer y cómo va a explotarse la tecnología generada. Las motivaciones de las estrategias de cooperación se basan en algunos de los siguientes aspectos:

- Producción : Conseguir capacidad, economías de escala, diferenciar el producto o conseguir uno nuevo.
- Investigación y desarrollo : Acelerar el desarrollo de una tecnología emergente, repartirse los costos, complementariedad tecnológica, compartir riesgos.

- Cambios de tecnología e informaciones: Poder de disponer de una nueva tecnología determinada, ganar tiempo, incentivar nuevos desarrollos.
- Comercialización : Controlar o buscar nuevos mercados

El desarrollo de vínculos entre empresas de distintos tipos, entre organizaciones de investigación y empresas, entre universidades y empresas ha llevado a la creación de agrupaciones denominadas “cluster”, las cuales contribuyen a fortalecer en una determinada actividad la tecnología requerida para el sector industrial.

Otra forma de cooperación es a través de los “Joint Ventures”, los cuales facilitan la adquisición de tecnología entre empresas de distintos países lo que permite a esta apropiarse de recursos para desarrollar y fabricar productos o servicios con repartición de sectores tecnológicos o de zonas geográficas de comercialización.

Adquisición de tecnología a un tercero, quien la ha desarrollado previamente por su cuenta. El acceso a la tecnología a través de la transferencia de tecnología es otra de las posibilidades existentes. Cuando un empresario se enfrenta a una necesidad tecnológica que ya ha sido adecuadamente resuelta por un tercero, dicho empresario puede pedir al titular de la tecnología que se la transfiriera a través de una cesión o una licencia (de patente o de “know-how”). Ello le permitirá fabricar o comercializar el producto o servicio, utilizando el procedimiento nuevo o mejorado, sin incurrir en repeticiones innecesarias de esfuerzos tecnológicos. El titular de la tecnología recibe a cambio una contraprestación económica, que en muchos casos utilizará para continuar con sus actividades investigadoras.

3.4.2 Negociación de tecnología. La negociación es un acuerdo que resulta en una relación de largo plazo satisfactoria entre dos o mas partes. Es aquel acuerdo en donde las partes reconocen que se proveen beneficios para cada uno como eficiencia en tiempo, recursos y energía para llegar a un convenio.

Para llevar a cabo la negociación de tecnología se deben tener en cuenta los siguientes aspectos :

El primer paso que se debe abordar en el proceso de negociación es la planeación, en donde se definen claramente los objetivos, el análisis de la propuesta y la estructura preliminar para la relación entre las partes negociadoras.

Los objetivos deben ser determinados por cada una de las partes para conducir a un acuerdo exitoso, esto es debido a que frecuentemente se empiezan a negociar sin ser claros acerca de la naturaleza y alcance de las relaciones contractuales que se quisieran establecer.

El análisis de la propuesta debe ser efectuado por un grupo técnico de tal manera que se listen todas las inquietudes y preguntas necesarias para solicitar a los proponentes.

La estructura preliminar de la relación comprende toda la formulación y evaluación de cumplimiento por parte del proveedor de tecnología para alcanzar los objetivos de la negociación. En este punto se debe determinar las alternativas de acuerdo y beneficios de largo plazo.

Una vez definida la etapa de planeación el siguiente paso es definir el equipo de negociación el cual debe estar conformado por personal técnico,

financiero, jurídico y de negociación. Las competencias generales del equipo deben ser como mínimo en aspectos de tecnología, economía, financiera, legal, de riesgos, comercial y de propiedad industrial.

El experto técnico debe conocer la tecnología y debe entender las ventajas y desventajas de lo que le están ofreciendo, debe conocer de tecnologías alternas y su costo estimado.

El experto financiero debe estar familiarizado con las fuentes de financiación tanto nacional como internacional, debe conocer el impacto de largo plazo de cambios en la tasa de interés, periodos de pago, transacciones, análisis tributario y de impuestos.

El experto legal debe tener conocimiento jurídicos con experiencia en la redacción de los contratos de propiedad industrial y de los términos y condiciones de transferencia de tecnología.

El experto negociador debe tener experiencia en negociaciones internacionales, importaciones y exportaciones de bienes y servicios.

Una vez el equipo esta conformado , se debe empezar a preparar las negociaciones formales con la contraparte adquiriendo información sobre aspectos técnicos de la transacción propuesta , naturaleza del producto o servicio tecnológico que esta siendo ofrecido, tipo de equipo requerido, materia prima utilizada, requerimientos de asistencia técnica, aspectos financieros como costo de capital, tasa de retorno interna del mercado, tasas de cambio de monedas extranjeras, el aspecto legal como licencias, regalías adecuadas, exclusividad, derechos de propiedad industrial etc.

Adicionalmente a lo anterior es importante conocer los estados financieros de la compañía oferente, teniendo en cuenta los siguientes aspectos: Si la contraparte es una compañía comercializada en bolsa, pueden obtenerse reportes trimestrales y anuales de los estados financieros con las agencias reguladores, mientras si es privada , puede obtenerse la información de los bancos y agencias de crédito.

Aspectos organizacionales de la negociación: Cuando se organizan sesiones de negociación se deben considerar entre otros, los preparativos físicos , la duración y frecuencia de las reuniones, las diferencias de idioma y la confidencialidad de la información.

Los preparativos físicos comprenden aspectos externos como la logística de alojamientos, manutención y transporte , mientras los aspectos internos corresponden al tamaño de los equipos de negociación , lugar y logística de las sesiones.

La duración y frecuencia de las reuniones , como regla general , se recomienda sesiones de ocho horas, con varios descansos para revisión de los todos los puntos tratados.

Con relación a las diferencias de idioma las negociaciones internacionales a menudo se desarrollan en ingles, aunque las actas algunas veces se traducen a los idiomas nativos de los equipos de negociación por traductores. En cada idioma hay expresiones que son producto de la cultura particular de cada país y practicas de negocios que tiene variaciones y significados especiales que solo pueden ser entendidos dentro de esos contextos. Por lo tanto se recomienda utilizar las frases mas simples posibles al presentar propuestas o argumentaciones.

En el aspecto de confidencialidad de la información las partes debe mantenerla hasta que se haya estructurado firmemente un acuerdo y sus términos y condiciones claves hayan sido definidas claramente.

Objetivo de las negociaciones: El objetivo de las negociaciones es alcanzar un acuerdo con la contraparte sobre el texto y el alcance de los términos y condiciones que deben estar contenidos en los documentos finales del contrato.

Técnicas típicas de negociación. Son métodos positivos diseñados para resolver asuntos justamente.

Los aspectos que se deben considerar en las técnicas de negociación se describe a continuación:

- Diferir problemas difíciles . La técnica mas útil para avanzar en el proceso de alcanzar un acuerdo es diferir aquellos problemas que parecen mas difíciles para resolver y hacer frente a aquellos que pueden ser resueltos rápidamente.
- Tomar las propuesta generales antes que las específicas porque su impacto puede ser más transparente.
- Dejar la discusión sobre el precio de la tecnología para el final de las negociaciones, cuando se haya logrado el acuerdo completo sobre los demás aspectos.

- Usar comités para resolver problemas difíciles. Es mas efectivo conformar un equipo especial con personal de experiencia en el tema para que aporten diferentes soluciones sobre el problema.
- Mantener registros de todos los acuerdos realizados en las reuniones de negociación.

Redacción del contrato : Comúnmente se piensa que la parte que prepara el primer borrador del contrato tiene una ventaja, ya que con el se establece la agenda de las negociaciones y coloca en la parte opuesta la responsabilidad de discutir y justificar cualquier cambio sustancial, sin embargo, la ventaja es de corta vida, por que al final ambas partes deben estar satisfechos con las cláusulas para que el acuerdo se concrete.

3.4.3 Contrato de tecnología. Una vez cumplida la etapa de negociación el siguiente paso es la elaboración del contrato para la compra de tecnología.

Los contratos deben ser analizados bajo las siguientes consideraciones:

- Tipos de acuerdo
- Estructura general de los contratos

Tipos de acuerdo.

El contrato de tecnología debe contener al menos alguno de las siguientes modalidades de acuerdos:

Acuerdos para la fabricación de productos. Este tipo de contratos consiste en transferir los conocimientos necesarios para la fabricación de uno o varios productos, es decir el saber como elaborar el producto mediante procedimientos, formulas y especificaciones técnicas. Este tipo de contratos esta atado a la licencia para el uso de las patentes o marcas registradas.

Acuerdo para el suministro de equipos. El objeto de estos contratos es la adquisición de equipos, la transferencia de tecnología se encuentra incorporada en ellos. Para este caso el comprador conoce suficientemente el proceso de producción y solo esta interesado en el equipo, el fabricante vende el equipo y el suministro de manuales, planos para su montaje y puesta en funcionamiento. Para el caso de reparación el comprador debe pactar con el vendedor la posibilidad de reproducir partes o componentes solo para efectos de reposición de los equipos suministrados en el contrato.

Acuerdo para la implementación de procesos y suministro de licencia. El objeto de este contrato consiste en el suministrar el diseño y los conocimientos necesarios para la implementación y desarrollo de un proceso o subprocesos complementarios de uno existente. En este tipo de contrato se enfoca a la mejora de procesos, la facultad del licenciataro de introducir subprocesos, acceso a los beneficios del licenciataro, la remuneración , las garantías y la responsabilidad.

Acuerdo de licencia de patente. Este tipo de acuerdo garantiza los derechos únicamente sobre la patente , no incluye asistencia técnica, marcas registradas o venta de maquinaria. En este tipo de acuerdo el elemento

característico lo constituye el pago de regalías, pero la obligación cesa cuando la patente caduca por fecha de vencimiento.

Acuerdo de “saber como”. La característica de este acuerdo es que no está patentado, su valor está en mantenerlo en secreto. Cuando el propietario del “saber como” trate de licenciarlo, se debe asegurar de que se mantenga en confidencialidad por parte del licenciado. Los términos del contrato se limitan a la transferencia de “saber como”, que incluye la documentación como manuales de operación, diagramas de flujo, especificaciones técnicas, insumos, métodos de análisis y control de calidad de los productos o servicios.

Acuerdo de marca registrada. Este tipo de acuerdos se caracteriza por la posibilidad de permanecer siempre con ella si es constantemente renovada. De esta manera, cuando una marca registrada puede ser licenciada junto a una tecnología relacionada, la combinación puede producir beneficios por más largo tiempo que el solo acuerdo de la tecnología. En el acuerdo, el licenciado estipula que el uso por parte del licenciado de la marca registrada está sujeto a la supervisión y aprobación de la calidad del producto.

Acuerdo de franquicia. La franquicia es un método de distribuir bienes y servicios con base en una licencia de marca registrada. Un acuerdo de franquicia combina una licencia de marca registrada con una licencia de “saber como”, secreto comercial, licencia de propiedad intelectual y un acuerdo de distribución.

Las consideraciones claves de la franquicia son:

- Determinar el pago de franquicia, generalmente este consiste en un pago global anticipado mas un porcentaje sobre las ventas.
- Determinar que viene incluido con los pagos, (capacitación, ayuda en la selección del sitio, asistencia en publicidad y contabilidad).
- Cantidad de costos iniciales.
- Cantidad de capital de trabajo requerido.
- Estabilidad de la franquicia.
- Seguridad de que en el territorio no proliferarán licenciados adicionales del mismo franquiciante.

Acuerdo de distribución. Un distribuidor es un comerciante independiente, quien bajo los terminos y condiciones expuestos en el acuerdo de distribución, compra productos de un fabricante u otro proveedor y los revende, ambos bajo su propio nombre y cuenta. Cuando los productos involucran procedimientos el distribuidor deberá apoyarse en asistencia técnica, servicio, entrenamiento durante toda la duración del acuerdo. Este tipo de acuerdo de distribución puede ser el primer paso para un acuerdo de licencia o de “joint venture” inclusive.

Acuerdo de servicio y asistencia técnica. Es aquel tipo de acuerdo que ofrece el proveedor, el cual puede incluir planos, listas, especificaciones de equipos, documentación sobre el producto o servicio y ayudas de ventas, entrenamiento de personal, coordinación de suministros y montaje, control de

calidad etc. Este tipo de servicio de enseñanza o soporte técnico es comúnmente conocido como contrato de consultoría.

Acuerdos con tecnología informática. Esta nueva forma de transferencia de tecnología es en cierta manera aún mas importante, ya que está accesible a todo tipo y tamaño de empresa , luego su impacto global es mas amplio.

En los contornos de “software” se puede licenciar bajo la modalidad de propiedad intelectual, ley de patentes, ley de secreto comercial o ley de marca registrada. Las formas de adquisición de este tipo de tecnología puede ser mediante acuerdos de licencia por uso, contratos de desarrollo, contratos de venta, acuerdos de mantenimiento y soporte, acuerdos llave en mano.

Estructura general de los contratos. Cada parte de una licencia tiene generalmente ciertas condiciones que van mas allá de las cláusulas contractuales estándar y que requiere incorporar en sus licencias. Para facilitar el desarrollo de un contrato de tecnología se presentan a continuación los siguientes aspectos que conforman la estructura de un acuerdo como son las consideraciones preliminares, cláusulas centrales y cláusulas finales.

Consideraciones preliminares. Las consideraciones preliminares de un contrato de tecnología esta compuesto por la identificación de las partes, propósito, fecha de acuerdo, cláusulas de considerandos, presentación del licenciatario y del licenciado, antecedentes del acuerdo, definición de términos.

- La identificación de las partes corresponde al párrafo de inicio del acuerdo en donde se deben indicar los nombre oficiales y las direcciones de los participantes en la negociación .
- El propósito de un acuerdo debe declararse en un párrafo corto que indique la esencia del porque se está ejecutando el acuerdo de licencia.
- La fecha del acuerdo corresponde a la fecha cuando entra a validez el contrato. Este se declara en un párrafo separado.
- Las cláusulas de considerando indican los antecedentes y motivaciones para el acuerdo. Esta cláusulas contienen asuntos tales como la representación del licenciado y licenciatario.
- La cláusula de presentación del licenciatario especifica que este posee la tecnología objeto de la licencia tales como patentes,”saber como”, secretos industriales, marcas registradas o propiedad industrial.
- La presentación del licenciado es la cláusula que indica por que éste quiere tener derechos sobre la tecnología en cuestión.
- Antecedentes del acuerdo corresponde a otras cláusulas que deberán incluir declaraciones sobre cualquier relación previa entre las partes.
- La definición de términos es muy importante ya que sirve para eliminar malentendidos entre las partes.

Cláusulas centrales. Las cláusulas centrales de un contrato de tecnología esta conformado por la concesión de la licencia, derechos de patente,

exclusividad, derechos conferidos, limitaciones, protección de las patentes, infracciones, asistencia técnica, visitas a las plantas, asistencia directa, consultoría, mejoras, derechos de sublicencia, pagos, plazos de acuerdo de licencia, terminación del acuerdo, mejor esfuerzo, control de exportaciones, perfeccionamiento y mejoras, confidencialidad de la tecnología, servicios técnicos, tiempo del contrato, garantías, remuneración información tecnológica y sublicencias.

- La concesión de la licencia es la parte mas importante de la licencia, es allí donde el contenido de sus condiciones debe redactarse sin ambigüedad, sin dejar dudas con relación a los derechos que se están concediendo.
- Los derechos de patente deben dejarse claramente explícitos en el contrato.
- La exclusividad debe quedar claramente definida en el acuerdo.
- Los derechos conferidos deben indicarse el alcance que tiene el licenciado sobre la patente, ya sea fabricar, usar o vender el objeto de la licencia.
- Las limitaciones dependen de la cobertura de la patente y de las restricciones que imponga el licenciatario.
- La protección de las patentes, usualmente el licenciatario asume los costos de clasificación, protección y mantenimiento de las patentes.
- Los derechos del licenciatario y del licenciado con respecto a los procesos de infracciones varían de un país a otro, debido a las diferencias

en las leyes aplicables. Las partes de un acuerdo de licencia deben chequear cuidadosamente las cláusulas de infracciones contra lo que es permitido en los países cubierto por la licencia.

- La asistencia técnica son todas aquellas actividades necesarias para una correcta aplicación de la tecnología a transferir. La asistencia busca asegurar una transferencia real y efectiva del conocimiento tecnológico.
- El licenciado obtiene derecho a entrenamiento de sus ingenieros en las instalaciones del licenciatario sobre la tecnología adquirida para la fabricación de productos o servicios.
- El licenciado tiene el derecho de consultoría sobre la tecnología adquirida.
- Si las partes deciden incluir mejoras que se hagan después de la fecha del acuerdo, se debe dejar bien explicito en el contrato.
- Un licenciado no tiene derecho a sublicenciar a menos que el acuerdo lo autorice.
- Se debe especificar la forma de remuneración de la tecnología, se debe definir la forma, moneda y plazos de pago.
- El plazo de acuerdo usualmente va desde la fecha de la licencia hasta la expiración de la última de las patentes.
- Las condiciones de terminación pueden ir hasta la expiración de la última patente o por un periodo de tiempo definido.

- Es conveniente declarar en un párrafo que el licenciado usará su mejor esfuerzo para explotar la tecnología licenciada.
- Se debe indicar en una cláusula que si el licenciario otorga la licencia a un tercero en condiciones mas favorables que al primer licenciado estas se aplicarán también a él.
- Toda mejora que se realice a la tecnología es de propiedad exclusiva del que la realice sin tener que estar obligado a transferir los derechos de propiedad.
- Las garantías son compromisos formales y contractuales que suscribe el vendedor a favor del comprador con el fin de disminuir el riesgo en el proceso de compra. Los contratos de tecnología puede contener los siguientes tipos de garantías: el que la tecnología pertenece al concedente, la vigencia de las patentes, rendimiento de la tecnología en la fabrica del licenciado, las especificaciones acordadas en el producto y las innovaciones mas recientes.
- La información tecnológica se refiere a manuales, planos, formulaciones, especificaciones y en general toda la documentación necesaria para transferir la tecnología en forma completa a la organización.

Cláusulas finales. Las cláusulas finales de un contrato de tecnología esta conformado por arbitraje y leyes aplicables, severidad, acuerdo completo, contingencias, notificaciones , terminación anticipada del contrato, modificación de términos contractuales, comunicación entre las partes, solución de controversias suministro de bienes de capital, intermedio materia prima e impuestos.

- El arbitraje se debe utilizar como un medio para resolver las disputas en acuerdos de licencia por ser usualmente mas rápido, mucho menos costoso y mas amigable que los pleitos. Es aconsejable definir el idioma a utilizar en el arbitraje.
- Usualmente se prevé que si una parte significativa del acuerdo es declarada invalida o inaplicable por un procedimiento de arbitraje o de tribunales, las partes restantes del contrato quedarán vigentes, sin embargo el licenciatario puede querer que se cancele la licencia. Para estos casos en vez de terminar el contrato se recomienda cambiar las condiciones restantes para restablecer las expectativas iniciales.
- El acuerdo completo debe contener todos los acuerdos que se definan en el contrato tales como de licencia, confidencialidad, cartas de intención y otros asuntos.
- La cláusula de fuerza mayor y de contingencia prevé que ninguna de las partes será responsable por falla o retraso en el cumplimiento de sus obligaciones debido a circunstancias mas allá de su control razonable.
- En las notificaciones las partes definirán las formas de comunicación de correspondencia tales como fax, llamadas telefónica, noticias etc.
- En la cláusula de terminación anticipada del contrato se debe estipular las causas por la cuales el contrato puede darse por terminado antes del vencimiento del plazo acordado.
- En la duración y entrada en vigencia del contrato se debe precisar el tiempo requerido para la ejecución del contrato, este debe ser lo mas

corto posible garantizando la asimilación total de la tecnología que se requiere.

- Para los casos de modificación de los términos contractuales de debe indicar que las partes están en disposición de modificar alguno de los términos de referencia si y solo si se efectúa por mutua conveniencia.
- En la solución de controversias se debe definir claramente el procedimiento para la solución de conflictos que posiblemente se presenten durante la ejecución del contrato.
- Cuando el contrato incluye el suministro de bienes de capital, o insumos especializados es importante incluir en el contrato la responsabilidad del contratista en el cumplimiento de normas de calidad, especificación correcta de los insumos, suministro oportunos de los bienes de acuerdo al programa de necesidades, reposición inmediata de bienes rechazados, indemnizaciones por incumplimiento de lo pactado.
- Se debe incluir una cláusula sobre el conocimiento y consideración de los impuestos que acarrea los pagos de la tecnología.

3.5 TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Este proceso constituye la cuarta fase del modelo, la cual consiste en la incorporación de la tecnología en la organización mediante las actividades de difusión , adaptación e innovación y venta de la tecnología. Se entiende por difusión la actividad de divulgación de una tecnología dentro de la organización; la asimilación es cuando la tecnología adquirida o desarrollada

por la empresa es dominada por esta, la adaptación e innovación es cuando con la experiencia se han realizado mejoras o es aplicada en nuevas situaciones y la venta se realiza cuando se tiene la disponibilidad para ser distribuida a terceros.

Es importante tener en cuenta que durante el proceso de transferencia de tecnología, la toma de decisión de que una determinada tecnología debe ser sustituida por otra tecnología no disponible previamente, o la simple incorporación de la tecnología a la organización, no resuelve el problema de conocer cómo se hace eso, ni siquiera que se vaya a tener éxito en el proceso. En muchos casos, la adopción de una nueva tecnología culmina en un fracaso porque la nueva tecnología no satisface las expectativas creadas o es rechazada por la organización. El proceso de paso de la tecnología fuente a la tecnología objetivo es a lo que se denomina: “transferencia de tecnología”, y ésta es asimilada cuando la nueva tecnología es usada de forma rutinaria para realizar las actividades propias de la organización.

Problemas comunes en la transferencia de tecnología. El análisis de los problemas encontrados en una organización para incorporar una tecnología apuntan a los siguientes tipos de causas:

- Barreras tecnológicas. La tecnología no es adecuada para los problemas que se pretenden resolver.
- Barreras organizativas. El proceso de transferencia de tecnología no ha sido adecuadamente planificado o controlado.
- Barreras personales. Existe un rechazo de la nueva tecnología o al proceso de adopción seguido que se interpreta como una agresión a la

actividad que se viene llevando a cabo, identificada con el uso de la tecnología anterior.

Soluciones posibles a los problemas de transferencia. Para mitigar los fracasos en la transferencia de tecnología se describen a continuación los factores a tener en cuenta para la adopción de una nueva tecnología en la organización.

Factores relacionados con la tecnología a adoptar y con la que se está utilizando:

- Impacto de la tecnología sobre la organización medida en el número de procesos internos que se van a ver alterados.
- Madurez de la tecnología, es decir estado de desarrollo de la misma.
- Adaptabilidad de los componentes tecnológicos, es decir la capacidad de modificar algunos de los componentes de la tecnología por la organización.
- Distancia con respecto a la tecnología actualmente empleada.

Factores relacionados con la forma como se ha planificado el proceso de adopción y a las personas que intervienen en la transferencia de tecnología:

- Tipo de gestión. Considera la forma en la que se va a desarrollar el “proyecto” de transferencia de tecnología y el grado de formalización de ese proyecto (fases, controles, etc.)

- Actitud de la organización. La actitud del usuario de la tecnología cambia mucho en el caso de que sea una decisión impuesta desde el exterior o surja de una discusión y análisis interno.
- Presiones para comenzar el proceso de adopción. La urgencia con la que se va a llevar acabo el proceso de adopción influye decisivamente en el “proyecto de transferencia de tecnología” implícito. Las presiones pueden ser internas o externas.

3.5.1 Difusión de la tecnología. Se conoce por “difusión” el proceso por el que el uso de una tecnología se expande en la organización a lo largo del tiempo. Es decir, una vez adoptada la tecnología, es necesario que se transfiera de manera adecuada al resto de la organización. Existen muchas formas de difusión, las cuales pretenden comprender cómo se realiza ese proceso y explicar por qué históricamente algunas tecnologías se han difundido tan lenta o rápidamente. Se han identificado dos enfoques de difusión diferentes: semilla única y semilla múltiple.

Enfoque de semilla única:

- Se identifica un pequeño grupo de usuarios.
- La definición sigue círculos concéntricos hasta alcanzar a toda la organización.
- El proceso se gestiona de forma muy directa.

Enfoque de semilla múltiple:

- Se activan varios grupos de usuarios simultáneamente.
- El solapamiento ayuda a la creación de la cultura sobre la tecnología.
- Se basa en la difusión informal (gestión débil).

Círculos de difusión. Un esquema de difusión tecnológica se puede representar en círculos que progresivamente van incrementando el número de personas implicadas en el uso y soporte de una nueva tecnología. Se plantean cuatro niveles:

- Dirección estratégica de la organización con el objetivo que desde el comienzo y durante todo el proceso se cuente con el apoyo de la dirección de la organización al máximo nivel operativo. En algunas empresas existe una “dirección estratégica encargada de varios proyectos de incorporación de tecnología.
- Grupo de facilitadores encargado de la realización de proyectos piloto. Es importante destacar que para los participantes en estos proyectos se trata de un proyecto más (usando alguna tecnología novedosa) sometido a los mismos controles que el resto de los proyectos de la organización.
- Otros grupos, tanto internos como externos, que paulatinamente van accediendo a la tecnología.

El aspecto cultural sobre el que conviene reflexionar es la “libertad” que se otorga dentro de la organización a cada una de las personas para experimentar en el uso de nuevas tecnologías. Desde luego, el proceso de adopción puede formalizarse pero las personas deben involucrarse en ello.

Algunas empresas innovadoras fomentan que el personal de su organización pueda experimentar durante algún tiempo (o durante parte de su jornada laboral) y compensar así las rigideces procedentes de la cultura de la organización en la que se encuentran.

El Factor Humano. En todo el enfoque de formalización del proceso de transferencia de tecnología es fundamental el factor humano. La aceptación de una tecnología concreta puede acelerarse si se acompaña con la presencia de personas ligadas a esta tecnologías y que hayan contribuido a su desarrollo. Con ello se logra no sólo una facilidad de comprensión y de modificación de la misma a los intereses o necesidades concretos de una organización sino contar dentro de la organización con un núcleo de “convencidos” sobre las bondades de la misma.

Para que esto sea factible, es necesario que la organización sea capaz de realizar una gestión anticipativa del recurso tecnológico de tal forma que la captación de recursos humanos con los conocimientos adecuados forme parte de la estrategia de la empresa.

Transferencia para tecnologías maduras. La organización de un proyecto de transferencia de tecnología, para el caso de una tecnología madura, no requiere realizar un esfuerzo especial sobre la tecnología, pero sí sobre el cambio organizativo asociado. En estos casos, el éxito o fracaso no depende tanto de la tecnología sino de la forma en la que ésta se incorpora a la organización.

El elemento central es disponer en el interior de la organización de un “grupo de facilitadores” creado con la misión de facilitar la adopción de la tecnología.

Un grupo de facilitadores está constituido por personas de diferentes perfiles entre los que se encuentran: directivos tanto de la empresa proveedora de la tecnología como receptora, tecnólogos, usuarios y un líder de la empresa receptora que actúe de dinamizador del proceso de transferencia de la tecnología.

Las fases principales a tener en cuenta para el proceso de transferencia de una tecnología disponible en el mercado son las siguientes:

- Fase preparatoria. El objetivo es conseguir el apoyo de la dirección de la empresa y formar el grupo de facilitadores que constituirá el núcleo de las actividades a realizar.
- Fase de ejecución. Utiliza un modelo en espiral en el que se van progresivamente adaptando los diferentes procesos de negocio de la empresa. Tras cada uno de los ciclos se extraen las lecciones aprendidas que sirven para revisar la estrategia y proceder a una nueva adopción (de otros componentes de la tecnología y/o de un uso intensivo y completo de los ya transferidos). Este proceso suele ir acompañado de la realización de proyectos piloto o demostradores tecnológicos.
- Fase de difusión. En este caso, concluida la actividad del grupo de transición, se trata de institucionalizar la tecnología dentro de la organización (crear y documentar todos los procesos) y difundirla a todos los usuarios finales.

Transferencia para tecnologías en crecimiento. En el caso de adopción de una tecnología en crecimiento se deben permitir ante todo dos aspectos fundamentales:

- Dar tiempo a que la tecnología se desarrolle durante el proceso de adopción en cooperación con los receptores de la misma.
- Facilitar el desarrollo de proyectos piloto en los que se obtenga la experiencia adecuada en desarrollos controlados cercanos a los que se encuentren en la realidad.

Un elemento a tener en cuenta desde el principio es la probabilidad de que la tecnología no sea útil. Aceptar esa posibilidad de fallo, debe formar parte de la cultura de la empresa. Por ello, es necesario contemplar diversos puntos de control en los que se pueda tomar la decisión de detener el proceso de transferencia de tecnología iniciado o, por el contrario, continuar con ella aunque se modifiquen determinados elementos de planificación.

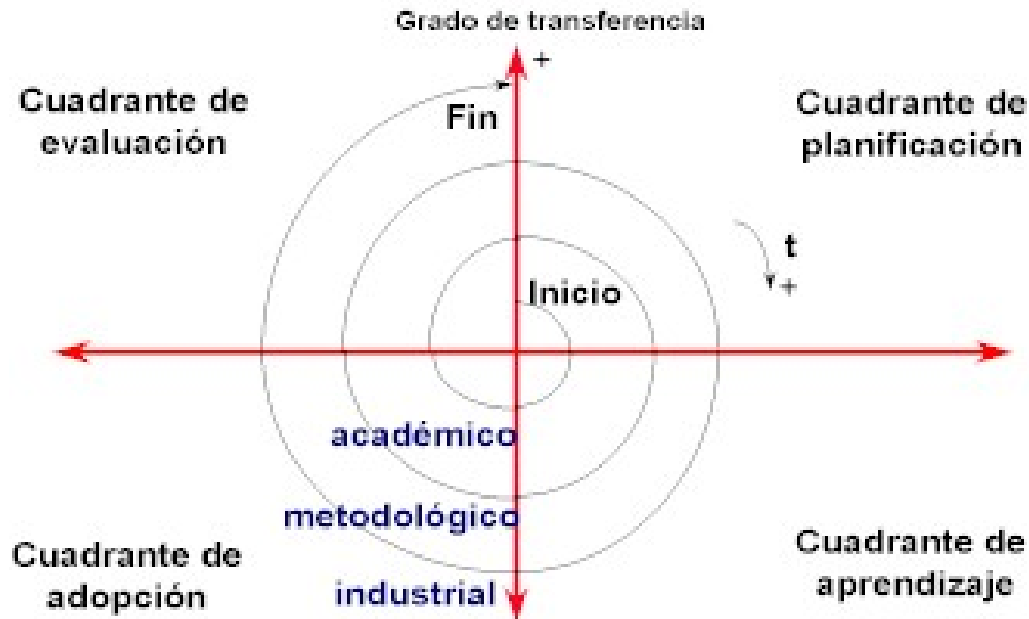
Las características más importantes en el desarrollo son:

- Introducción progresiva de la tecnología. Es necesario asegurar la realimentación entre proveedores y receptores de la tecnología para comprobar su validez.
- Compatibilidad con la tecnología preexistente. Algunos componentes de la tecnología actual seguirán siendo válidas en el futuro.
- Refinamiento de algunos componentes a partir de la realimentación recibida. Los proveedores trabajan conjuntamente con los receptores de la tecnología.
- Control del proceso. Control del costos acumulativos y adecuación de una estrategia de reducción de riesgos.

Enfoque incremental en cascada. A continuación se presenta un ejemplo del uso de un modelo en espiral (ver figura 13), adaptado a la incorporación de tecnologías en crecimiento. En cada ciclo se consideran cuatro cuadrantes:

- **Cuadrante de planificación.** Su objetivo es planificar las actividades a realizar en el ciclo y en especial las partes de la tecnología (o de sus componentes) que desean adoptarse, desarrollarse o evaluarse.
- **Cuadrante de aprendizaje.** El objetivo es que el grupo de transición o los usuarios finales que van a hacer uso de la tecnología dispongan de los conocimientos requeridos para ello.

Figura 13. Modelo en espiral para incorporar tecnologías en crecimiento.



Fuente: UPB-ISA. Curso de Formación Avanzada en Gestión de Tecnología.
Medellín Colombia, Octubre de 2000 – Julio de 2001.

- **Cuadrante de adopción.** En este cuadrante se realizan las actividades ligadas a la incorporación de la tecnología o su desarrollo, incluidos los proyectos piloto que sean necesarios.
- **Cuadrante de evaluación.** Se trata de analizar si el progreso de la adopción es el adecuado y tomar la decisión de continuar o parar el desarrollo. En algún caso puede “hibernarse” la decisión si el avance depende del progreso de otros elementos ajenos a la empresa en cuestión.

El número de ciclos puede ser variable, pero generalmente el primero sirve para afianzar los conceptos básicos de la nueva tecnología, el segundo los relativos a su uso en el desarrollo de sistemas complejos y el tercero a la forma de emplearlos en casos industriales por los usuarios finales. Generalmente, los primeros están en manos del grupo de transición que es quien puede realizar los desarrollos. El último puede realizarse fundamentalmente con los usuarios.

3.5.2 Adaptación e innovación. El proceso de asimilación tecnológica en innovación implica el conocimiento e interpretación de las variables fundamentales que dan origen a los diferentes aspectos que integran los paquetes tecnológicos. El dominio de estas variables incrementará sus potencialidades y las posibilidades de introducción de mejoras y adaptación. Con esos conocimientos es posible adaptar los procesos, los equipos en operación y los productos elaborados, a las condiciones imperantes en el entorno de la empresa. De esta forma se pueden tener procesos y equipos que permitan incrementar la confiabilidad de la prestación del servicio y por consiguiente su competitividad y rentabilidad.

La tecnología incorporada aumenta y mejora la capacidad de producción de las empresas, por ello es de gran importancia que al adquirir la tecnología via transferencia, la empresa sea capaz de asimilarla para adaptarla plenamente, mejorarla y utilizarla como fuentes de innovaciones incrementales y como medio le permita superar su dependencia externa en materia tecnológica.

Con la adaptaciones se logra los siguientes aspectos

- Mejora de las calidades y reducciones de los costos.
- Disminuir los pagos tecnológicos por asistencia técnica.
- Formar al personal en I+D
- Adaptarse a las exigencias locales de clientes y suministradores.
- Utilizar un mayor volumen de componentes nacionales , tales como materias primas, componentes auxiliares, etc.
- Emplear la tecnología como base para la diversificación de otros productos o servicios .

Protección de la tecnología adaptada e innovada. La innovación en las empresas suele ser hoy el resultado de procesos de investigación y desarrollo. Estos procesos, que normalmente son largos y costosos, llevan consigo una asignación de recursos muchas veces cuantiosos.

La amortización o recuperación de esos recursos se ve facilitada cuando los procesos desembocan en resultados patentables. Cuando esto ocurre, a través de las patentes se puede obtener la exclusividad para la explotación de los productos o procedimientos resultantes, lo cual hace más fácil la recuperación de las inversiones al impedir la competencia durante un período determinado de tiempo. Sin el instrumento de la patente la remuneración al esfuerzo de la investigación de la empresa sería mucho más difícil de asegurar dada la usual capacidad que muestran las empresas para asimilar fácilmente las innovaciones producidas por otras empresas con las que tienen que competir.

Si no existiese la institución de la patente, es decir, si no se ofreciese a las empresas la posibilidad de explotar en régimen de monopolio los resultados de sus inversiones en I+D, muchas de dichas inversiones no llegarían a materializarse, pues el riesgo de que otros copiasen los productos o procesos resultantes sería muy alto. Para las empresas resultaría normalmente más rentable copiar las innovaciones realizadas por otras, dado que la competencia haría inviable trasladar a los precios la repercusión del costo de la inversión en I+D. Con todo ello se produciría un retraimiento general de la investigación y el desarrollo tecnológico y un amortiguamiento del progreso técnico.

Por el contrario, con los sistemas de patentes, las empresas pueden mantener en secreto sus progresos en la innovación tecnológica en las fases previas a la utilización de los resultados, procediendo a solicitar la patente en el momento oportuno para obtener así el monopolio temporal que dificultará la competencia y facilitará la recuperación de las inversiones realizadas. Así pues, en su función básica de protección puede decirse que las patentes actúan además como un estímulo al cambio tecnológico.

3.5.3 Comercialización y venta. Se denomina comercio de la tecnología al conjunto de transacciones por medio de las cuales el poseedor de una tecnología entrega el dominio de ella a un comprador a cambio de una remuneración. Estas transacciones se ubican dentro de un mercado imperfecto que se caracteriza por :

- La oferta oligopólica, o sea que la tecnología la suministra un pequeño número de empresas cuyas actividades y políticas vienen determinadas por las reacciones esperadas de otras empresas que componen este mercado.
- La demanda es oligopsónica, o sea que hay muy pocos compradores para una tecnología dada.
- La tecnología a negociar es altamente diferenciada para la producción de un servicio o producto especial.
- Los compradores no saben quienes son todos los vendedores y no conocen los precios de todas las alternativas tecnológicas.

Por todo lo anterior los países en desarrollo aún están lejos de lograr una posición de igualdad ante los vendedores de los países desarrollados, ya que dicha igualdad solo se logra cuando el comprador tiene aproximadamente el mismo nivel de conocimientos que el vendedor, a cambio de una tecnología que recibe , puede entregar otra de nivel equivalente.

Toda empresa con una orientación hacia el mercado de tecnología se ve obligada a decidir y definir como va a presentar sus productos o servicios y como accederá al mercado. En los mercados tecnológicos, los cedentes u oferentes pueden actuar bajo los siguientes aspectos:

- Quieren mantenerse o penetrar en un mercado para suministrar el producto o servicio en torno al cual gira la tecnología.
- Tratan de recuperar la mayor parte de la inversión en I+D que tuvieron que efectuar para obtener los conocimientos a transmitir.

Con base en lo anterior el cedente de la tecnología considera los siguientes formas de comercialización:

- Venta del producto: Se trata de vender los productos de la empresa que incorpora la tecnología incorporada en el producto.
- Establecimiento de filiales con posesión del 100 % de su capital.
- Acuerdos de coinversión con control mayoritario. Se trata de constitución de empresas conjuntas.
- Operaciones de llave en mano, o venta de una planta industrial que el comprador adquiere mediante un contrato desde el diseño hasta la puesta en servicio.
- Mercado en mano: En este caso , el vendedor aporta el servicio y además garantiza el acceso al mercado.

La comercialización de la tecnología requiere por parte de la empresa la asignación de unos determinados fondos para financiar acciones destinadas a proyectar al exterior la tecnología que esta dispuesta a ceder, entre las cuales están las publicaciones, la participación en ferias, congresos, seminarios, etc.

Con lo anterior se trata de llegar a los posibles clientes o receptores de la tecnología, para lo cual el vendedor al detectar unos posibles compradores o clientes potenciales debe profundizar en aquel mercado y elaborar planes de negocio que puedan ser desarrollados con la tecnología en venta, tales como estructura de costos, incentivos, márgenes y riesgos. La venta de tecnología es una operación de alto nivel en la que ha de intervenir profesionales con gran experiencia para la valoración y precio de la tecnología a ofrecer.

Valoración de la tecnología. La pregunta del precio de la tecnología tiene que ser revisada en el contexto del mercado, el precio de la tecnología no debe ser visto desde el punto de vista de compradores y vendedores, sino desde la perspectiva de licenciatario y licenciado en donde los términos mas usados son regalías, pago de franquicias, pago de servicios técnicos, etc.

Desde el punto de vista del propietario de la tecnología, su precio debe ser fijado en el contexto del costo del desarrollo. La protección legal del dueño se obtiene alrededor del mundo a través de patentes de productos, procesos y el registro de marcas comerciales. La imagen corporativa de quien la desarrolla también es vista como un aspecto determinante que debe ser tenido en cuenta cuando se asigne el precio de la tecnología. Para los interesados en adquirir tecnología, el licenciamiento representa un medio mas fácil, menos riesgoso y menos costoso de adquisición de tecnología, pero debe quedar claro que una licencia no es valiosa si el retorno de la inversión efectuada es mayor que el costo de obtenerla.

En el aspecto de remuneración para acuerdos de servicios técnicos es estrictamente a través de honorarios, mientras que los acuerdos de licencia debe estar explícitamente valoradas mediante patentes, “know how”, marcas registradas y derechos de autor.

Criterios de valoración de tecnología : A continuación se presentan una serie de criterios que deben considerarse al momento de estimar cuanto podría pagarse por una tecnología.

- Importancia de la innovación: Es uno de los criterios mas importantes a considerar, ya que entre mayor impacto ofrezca la tecnología en el mercado, mayor rentabilidad se espera de ella y consecuentemente su valoración será también alta.
- Ciclo de vida de la tecnología : dependiendo del punto en la curva del ciclo de vida de la tecnología en que se encuentre, la valoración estará en función del lugar de la trayectoria.
- Utilidad generada del producto o servicio: Con base en estudios de mercado y sus proyecciones de demanda esperada se analiza la rentabilidad y por ende su valoración en forma proporcional.
- Carácter de exclusividad de licencia: Si es exclusiva la patente tendrá un valor mayor a otra que sea posible adquirirla por terceros.
- Duración de la licencia: El tiempo de la licencia que conjugado con la forma de pago y los ingresos proyectados, definirá el valor de la tecnología.
- Inversión requerida para utilizar la nueva tecnología: Debe incluirse dentro de los cálculos de rentabilidad esperada y consecuentemente de la valoración de la misma, cifras aproximadas de cuantos recursos se requerirán para puesta en producción de la tecnología.

- Acuerdos sobre la propiedad y la mejora y los derechos a licenciarlas: Por la experiencia durante el proceso productivo se pueden presentar mejoras, para lo cual es importante definir en la negociación sobre quien recaen los derechos de licenciar estas mejoras, para así darle un mayor o menor peso en la valoración de la tecnología.
- Dependencia tecnológica: En este aspecto el valor de la tecnología es inversamente proporcional a su dependencia por parte del proveedor.

Otros aspectos importantes en los pagos por la adquisición de tecnología son los siguientes:

- La forma de expresar las regalías: En el acuerdo del licenciamiento la asignación del precio de la tecnología seguramente incluirá algunos de los siguientes aspectos: Participación directa de las utilidades, pagos de sumas globales, honorarios periódicos por servicios técnicos, etc.
- Las bases de las regalías: Las bases de las regalías puede incluir aspectos como ventas contra unidades producidas, solo ventas, solo unidades producidas.
- Términos y condiciones de pago: las regalías pueden calcularse con base en el precio de venta bruto, precio de venta neto o precio del mercado.

3.6 GESTIÓN DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Este proceso constituye la quinta fase del modelo, en donde el factor protección desempeña un papel relevante en todas las actividades definidas como básicas en este modelo. En todos los procesos se aplica para evaluar

la competitividad de la empresa y conocer el grado de protección del patrimonio tecnológico propio y conocer las propias fortalezas y debilidades, así como las de los competidores actuales o potenciales, y adoptar, en su caso, las medidas correctoras oportunas

Dentro de las actividades están los derechos de autor y la propiedad industrial en donde la patente constituye el elemento básico de una política de protección de la innovación, aunque cuando la imitación es difícilmente denunciabile (lo que ocurre a menudo con las patentes de proceso) es más eficaz practicar la política de secreto industrial.

Los derechos legales de la mayoría de los países garantizan los medios para que los inventores, innovadores, empresarios y autores puedan proteger sus invenciones contra la explotación hecha por otros, la cual puede ser indefinidamente o durante un tiempo determinado. Los derechos que pueden subsistir en estos son denominados derechos de propiedad intelectual el cual comprende dos categorías, los derechos de autor y los derechos de propiedad industrial.

Las patentes, marcas y cuantos derechos de propiedad intelectual e industrial pertenecen a una empresa en sus diferentes formas de protección, constituyen para la misma un patrimonio intangible de gran valor, explotable por ella misma o negociable y licenciabile a otras empresas o entidades. En este sentido es importante resaltar que no sólo pueden ser objeto de patente los resultados de las actividades de I+D en una empresa, sino las mejoras y desarrollos técnicos en procesos y equipos productivos, sobre todo cuando contribuyen a la competitividad de la empresa.

3.6.1 Derechos de autor. En el ámbito internacional, la comisión de la comunidad andina aprobó el régimen común sobre derechos de autor, definido en el artículo 1 de la decisión 351 de 1993 con el propósito de reconocer una adecuada y efectiva protección a los autores y demás titulares de derechos sobre las obras de ingenio en el campo literario, artístico o científico, cualquiera que sea su género o forma de expresión.

El sistema jurídico colombiano protege básicamente al autor quien goza de dos clases de derecho: los morales y los patrimoniales. Los primeros corresponden exclusivamente al autor por la paternidad de la obra e irrenunciables. Los segundos son referentes al reconocimiento económico por la explotación o divulgación de la obra, y corresponden al autor, pero pueden renunciarlos, cederlos o disponer de ellos.

- **Derechos morales.** Son los que la ley reconoce al autor persona natural sobre la obra de su creación original o derivada, y al artista, interprete o ejecutante sobre su representación. Definido en el artículo 30 ley 23 de 1982 y artículo 11 de la decisión 351 de 1993. Los derechos morales nacen desde el momento de la creación de la obra o desde su interpretación o ejecución, sin necesidad de registro, los autores no pueden ni ceder ni renunciar a sus derechos morales.
- **Derechos patrimoniales.** Son los que se refieren a los beneficios económicos derivados de la explotación de la propiedad intelectual, se encuentran en el comercio, son renunciables y transferibles. Definido en el artículo 76 de la ley 23 de 1982 y el artículo 13 de la decisión 351 de 1993. Los derechos patrimoniales se causan desde que una obra o producción, susceptible de estimación económica y cualquiera que sea su finalidad, se divulgue por cualquier forma o modo de expresión.

El derecho de autor es perpetuo en la medida en que sigue teniendo como titular a su creador, aun después de su muerte. El derecho de propiedad ordinaria se extingue para el propietario con su muerte, pasando a sus herederos o legatarios.

3.6.2 Propiedad industrial. La propiedad industrial comprende una variedad de diferentes títulos y formas de protección que están caracterizados por la concesión de un derecho de exclusividad sobre la explotación, durante un cierto período de tiempo, de un conjunto de conocimientos, signos o símbolos. Un determinado proceso o producto puede ser protegido por varias formas de protección, en cuyo caso la interrelación entre ellos es importante.

La propiedad industrial se puede clasificar mediante las nuevas creaciones y los signos distintivos.

Las nuevas creaciones. Como su nombre lo dice marca un avance en la técnica. Están conformadas por las patentes de invención, los modelos de utilidad, los secretos industriales y los diseños industriales.

- **Patentes de invención.** Se considera como objeto de patente de invención los productos (sustancias, composiciones, compuestos, aparatos, dispositivos, instrumentos) y los procedimientos en todos los campos de la tecnología, siempre que sean nuevos, tengan nivel inventivo y sean susceptibles de aplicación industrial. (Artículo 14 Decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina).

- **Patente de modelo de utilidad.** Se considera como patente de modelo de utilidad toda nueva forma o configuración o disposición de elementos de algún artefacto, herramienta, mecanismo, aparato, o alguna parte de los mismos, que permita un mejor o diferente funcionamiento, utilización o fabricación del objeto que le incorpore o que le proporcione alguna utilidad, ventaja o efecto técnico que antes no tenía. (Artículo 81 Decisión 486 de la Comunidad Andina).
- **Secreto industrial.** Es un conjunto de conocimientos que se utilizan para la fabricación o comercialización de productos, la prestación de servicios, o la organización de empresas y establecimientos y que el empresario decide mantener en secreto.
- **Diseño industrial.** Son creaciones de forma u ornato, que se constatan visualmente y se limitan a prestar una apariencia especial y distintiva a un producto. Los diseños industriales fueron regulados en el código de comercio con el nombre de dibujos y modelos industriales. Una vez conferido el registro, este tendrá una validez de ocho años.

Los signos distintivos. Son las representaciones o símbolos que sirven para identificar al comerciante (nombre comercial), al establecimiento (la seña), al producto o al servicio (marca lema o denominaciones de origen).

Los signos distintivos están conformados por los nombres comerciales, las marcas comerciales y los lemas comerciales.

- **Nombres comerciales.** Por nombre comercial se entiende todo signo distintivo de un comerciante, bien sea individual o moral. El derecho al nombre comercial se adquiere con el primer uso , sin necesidad de

registro, siendo reconocido en Colombia por la legislación comercial y consagrada expresamente en la decisión 344 de la comisión de la comunidad andina

- **Marcas comerciales.** Son las señales externas usadas por un comerciante para distinguir el producto o el servicio que pone a disposición de sus clientes. Las marcas se pueden clasificar en las siguientes categorías:
 - Un signo verbal o normativo, como una palabra en cualquier idioma, frases, letras o cifras.
 - Un signo figurativo o grafico es decir figuras o líneas que se le ponen al producto, emblemas, sellos.
 - Un signo plastico, esto es un objeto tridimensional, los envases y las formas de los productos.
 - Un signo auditivo, una composición musical que identifique al producto o servicio.
 - Un signo mixto, caracterizado por ser la combinación de dos o mas elementos de los signos normativos.
- **Lemas comerciales.** Se entiende por lema comercial, la palabra, frase o leyenda utilizada como complemento de una marca. Es un refuerzo publicitario para la marca, va unido a la marca desde el momento en que se solicita su registro.

3.6.3 Normatividad de la propiedad industrial en Colombia. El régimen común sobre propiedad industrial es la decisión 486 de la Comisión de la Comunidad Andina, la cual rige a partir del 1 de diciembre de 2000 en los países miembros de la Comunidad Andina de Naciones: Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela.

En Colombia esta disposición se encuentra reglamentada por el decreto 2591 del 13 de diciembre de 2000 y la resolución reglamentaria 210 del 15 de enero de 2001.

Patentes. Las patentes de Invención o de Modelo de Utilidad son certificados que otorga el gobierno Colombiano, donde se reconoce que se ha realizado una invención y que pertenece a una persona en exclusiva: El titular de la Patente; dándole por un tiempo limitado el derecho exclusivo de impedir que sin su consentimiento terceras personas utilicen o exploten su invención.

Tiempo de duración de las patentes. La patente de Invención tiene un plazo de duración de 20 años contados a partir de la fecha de presentación de la solicitud en el respectivo país miembro. (Artículo 50 Decisión 486 de la Comunidad Andina). La patente de modelo de utilidad tiene un plazo de duración de 10 años contados a partir de la fecha de presentación de la solicitud en el respectivo país miembro. (Artículo 84, Decisión 486 de la Comunidad Andina). Una vez haya expirado este término la invención es de dominio público y cualquier persona puede utilizarla libremente.

¿Quién puede solicitar una patente?: El solicitante puede ser una persona natural o una persona jurídica.

Si varias personas han hecho conjuntamente una invención, a ¿quién corresponde el derecho?: Si varias personas hicieran conjuntamente una invención, el derecho a la patente corresponde en común a todas ellas pero si varias personas hicieran la misma invención, independientemente unas de otras, la patente se concederá a aquélla, o a su causahabiente que primero presente la solicitud correspondiente, o que invoque la prioridad de fecha más antigua.

¿Cuántas invenciones podrá contener una patente?: La solicitud de patente sólo podrá comprender una invención o un grupo de invenciones relacionadas entre sí, de manera que conformen un único concepto inventivo. Teniendo en cuenta lo anterior una patente de invención podrá referirse a un procedimiento, a un aparato necesario para llevar a cabo dicho procedimiento y al producto obtenido con él; aunque son varios asuntos llevan a un único fin.

¿Una patente concedida en Colombia protege la invención en el extranjero?: La patente concedida en Colombia sólo ampara la invención dentro del territorio colombiano.

¿Qué derechos confiere una patente?: La patente confiere a su titular el derecho de impedir a terceras personas que no tengan su consentimiento, realizar cualquiera de los siguientes actos: (Artículo 52, Decisión 486 de la Comunidad Andina).

- Cuando en la patente se reivindica un producto:

- Fabricar el producto u ofrecer en venta, vender o usar el producto; o importarlo para alguno de estos fines.
- Cuando en la patente se reivindica un procedimiento:
- Emplear el procedimiento; o ejecutar cualquiera de los actos indicados anteriormente respecto a un producto obtenido directamente mediante el procedimiento.

¿A qué está obligado el titular de la patente? El titular de la patente está obligado a explotar la invención patentada en cualquier país miembro, directamente o a través de alguna persona autorizada por él. (Artículo 59, Decisión 486 de la Comunidad Andina).

¿Qué se debe entender por explotación? Se debe entender por explotación, la producción industrial del producto objeto de la patente o el uso integral del procedimiento patentado junto con la distribución y comercialización de los resultados obtenidos, de forma suficiente para satisfacer la demanda del mercado. También se entenderá por explotación la importación, junto con la distribución y comercialización del producto patentado, cuando ésta se haga de forma suficiente para satisfacer la demanda del mercado. Cuando la patente haga referencia a un procedimiento que no se materialice en un producto, no serán exigibles los requisitos de comercialización y distribución. (Artículo 60, Decisión 486 de la Comunidad Andina).

Requisitos de patentabilidad. Para que una invención pueda ser objeto de patente debe reunir los requisitos de:

Novedad. Una invención se considerará nueva cuando no está comprendida en el estado de la técnica. El estado de la técnica comprenderá todo lo que haya sido accesible al público por una descripción escrita u oral, utilización, comercialización o cualquier otro medio antes de la fecha de presentación de la solicitud de patente o, en su caso, de la prioridad reconocida.

Sólo para el efecto de la determinación de la novedad, también se considerará dentro del estado de la técnica, el contenido de una solicitud de patente en trámite ante la oficina nacional competente, cuya fecha de presentación o de prioridad fuese anterior a la fecha de presentación o de prioridad de la solicitud de patente que se estuviese examinando, siempre que dicho contenido esté incluido en la solicitud de fecha anterior cuando ella se publique o hubiese transcurrido el plazo previsto en el artículo 40 de la Decisión 486 de la Decisión Andina. (Artículo 16 de la Decisión 486 de la Comunidad Andina).

Nivel inventivo. Se considerará que una invención tiene nivel inventivo, si para una persona del oficio normalmente versada en la materia técnica correspondiente, esa invención no hubiese resultado obvia ni se hubiese derivado de manera evidente del estado de la técnica. (Artículo 18, Decisión 486 de la Comunidad Andina).

Aplicación industrial. Se considerará que una invención es susceptible de aplicación industrial, cuando su objeto pueda ser producido o utilizado en cualquier tipo de industria, entendiéndose por industria la referida a cualquier actividad productiva, incluidos los servicios. (Artículo 19, Decisión 486 de la Comunidad Andina)

No se consideran invenciones. De acuerdo al Artículo 15 de la Decisión 486 de la Comunidad Andina no se considerarán invenciones:

- Los descubrimientos, las teorías científicas y los métodos matemáticos.
- El todo o parte de seres vivos tal como se encuentran en la naturaleza, los procesos biológicos naturales, el material biológico existente en la naturaleza o aquel que pueda ser aislado, inclusive genoma o germoplasma de cualquier ser vivo natural.
- Las obras literarias y artísticas o cualquier otra protegida por el derecho de autor.
- Los planes, reglas y métodos para el ejercicio de actividades intelectuales, juegos o actividades económico – comerciales.
- Los programas de ordenadores o el soporte lógico, como tales; y,
- Las formas de presentar información.

Inventiones no patentables. De acuerdo con lo señalado en el artículo 20 de la Decisión 486 de la Comunidad Andina, se considera que no son patentables:

- Las invenciones cuya explotación comercial en el territorio del país miembro respectivo deba impedirse necesariamente para proteger el orden público o la moral. A estos efectos la explotación comercial de una invención no se considerará contraria al orden público o a la moral sólo debido a la existencia de una disposición legal o administrativa que prohíba o que regule dicha explotación.
- Las invenciones cuya explotación comercial en el país miembro respectivo deba impedirse necesariamente para proteger la salud o la vida de las personas o de los animales, o para preservar los vegetales o el medio ambiente. A estos efectos la explotación comercial de una invención no se considerará contraria a la salud o la vida de las personas, de los animales, o para la preservación de los vegetales o del medio ambiente sólo por razón de existir una disposición legal o administrativa que prohíba o que regule dicha explotación;
- Las plantas, los animales y los procedimientos esencialmente biológicos para la producción de plantas o animales que no sean procedimientos no biológicos o microbiológicos.
- Los métodos terapéuticos o quirúrgicos para el tratamiento humano o animal, así como los métodos de diagnóstico aplicados a los seres humanos o a animales.

¿Qué es un derecho de prioridad?. Es la facultad que tiene el solicitante para invocar, con base en una primera solicitud presentada en otro país para el mismo objeto y dentro de un período de 12 meses, una protección análoga o similar en Colombia en cuanto a la fecha de presentación. Lo anterior significa que cuando una persona ha presentado inicialmente su solicitud en un país extranjero tiene doce meses para presentarla en Colombia y reclamar el derecho de prioridad que se tiene con base en esa primera solicitud, adquiriendo así la fecha de presentación de la solicitud presentada inicialmente.

¿Cuándo puede una solicitud de patente ser consultada por terceros?. Una solicitud de patente no podrá ser consultada por terceros antes de transcurridos dieciocho meses contados desde la fecha de su presentación, salvo que medie consentimiento escrito por parte del solicitante.

¿Para qué se publica la solicitud en la gaceta de propiedad industrial?. Para quien tenga legítimo interés presente por una sola vez oposición fundamentada que pueda desvirtuar la patentabilidad de la invención.

4. EJEMPLO DE APLICACIÓN DEL MODELO

APROPIACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE SISTEMAS DE AUTOMATIZACIÓN DE SUBESTACIONES

El presente ejemplo tiene como propósito describir en forma práctica la aplicación del modelo propuesto en esta investigación sobre el desarrollo de la gestión tecnológica para una empresa del sector eléctrico colombiano como lo es Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P.

El trabajo descrito en este capítulo muestra las experiencias obtenidas con base en el modelo tecnológico y todas sus actividades asociadas a este proceso, el desarrollo e implementación del primer sistema de automatización de subestaciones realizado por personal interno de ISA como estrategia tecnológica de mantenimiento. El personal de ISA mediante este proyecto demuestra la apropiación de la tecnología adquirida de proveedores externos, alcanzando de esta forma la experiencia y el conocimiento necesarios para realizar ampliaciones y modificaciones sin la necesidad de contratar entes externos, aportando ampliamente a la optimización y reducción de costos con un alto beneficio y una potencialidad económica a futuro.

4.1 DISEÑO DE LA ESTRATEGIA TECNOLÓGICA

Tal como esta descrito en el modelo, el primer paso correspondió al diseño de una estrategia tecnológica por parte de ISA para dar respuesta a las

nuevas exigencias regulatorias respecto a los tiempos de respuesta, ante eventos, por parte del transportador de energía. Las actividades realizadas se describen a continuación.

4.1.1 Inventario tecnológico. Para el desarrollo de esta actividad se ejecutaron las siguientes tareas:

- Se elaboraron las fichas técnicas de las tecnología incorporadas en personas y las de tecnologías incorporadas en equipos y desincorporadas.
- Se recolectó la información mediante entrevista personal con los responsables de los procesos en la organización.
- Se organizaron y agruparon las tecnologías por categorías a la cual pertenece.
- Se almacenó la información recolectada en bases de datos.

Las tablas 6 y 7 muestran ejemplos de las fichas técnicas utilizada para el inventario de la tecnologías incorporadas y desincorporadas.

Tabla 6. Ejemplo de ficha técnica para el inventario de la tecnología incorporada en personas.

Dominio	Categoría	Nivel de conocimiento	Nombre
Control de Sistemas de Potencia	Sistemas de automatización de subestaciones, sistemas de control digital	Experto	Wilson Castillo German Cardenas
Protección de sistemas de potencia	Sistemas de telecomunicaciones, registro de fallas	Experto	José Luis Cañadulce
Subestaciones	Diseño	Experto	Juan Carlos Olaya

Tabla 7. Ejemplo de ficha técnica para el inventario de la tecnología incorporada en equipos o desincorporada.

Tecnología	Nivel de protección	Uso real	Importancia	Fecha
Sistema de Automatización de Subestaciones	Por el momento se tiene como secreto Industrial	Se diseñó y desarrolló el SAS de la MIEL 1 y de la subestación Jamondino .	Clave	2001

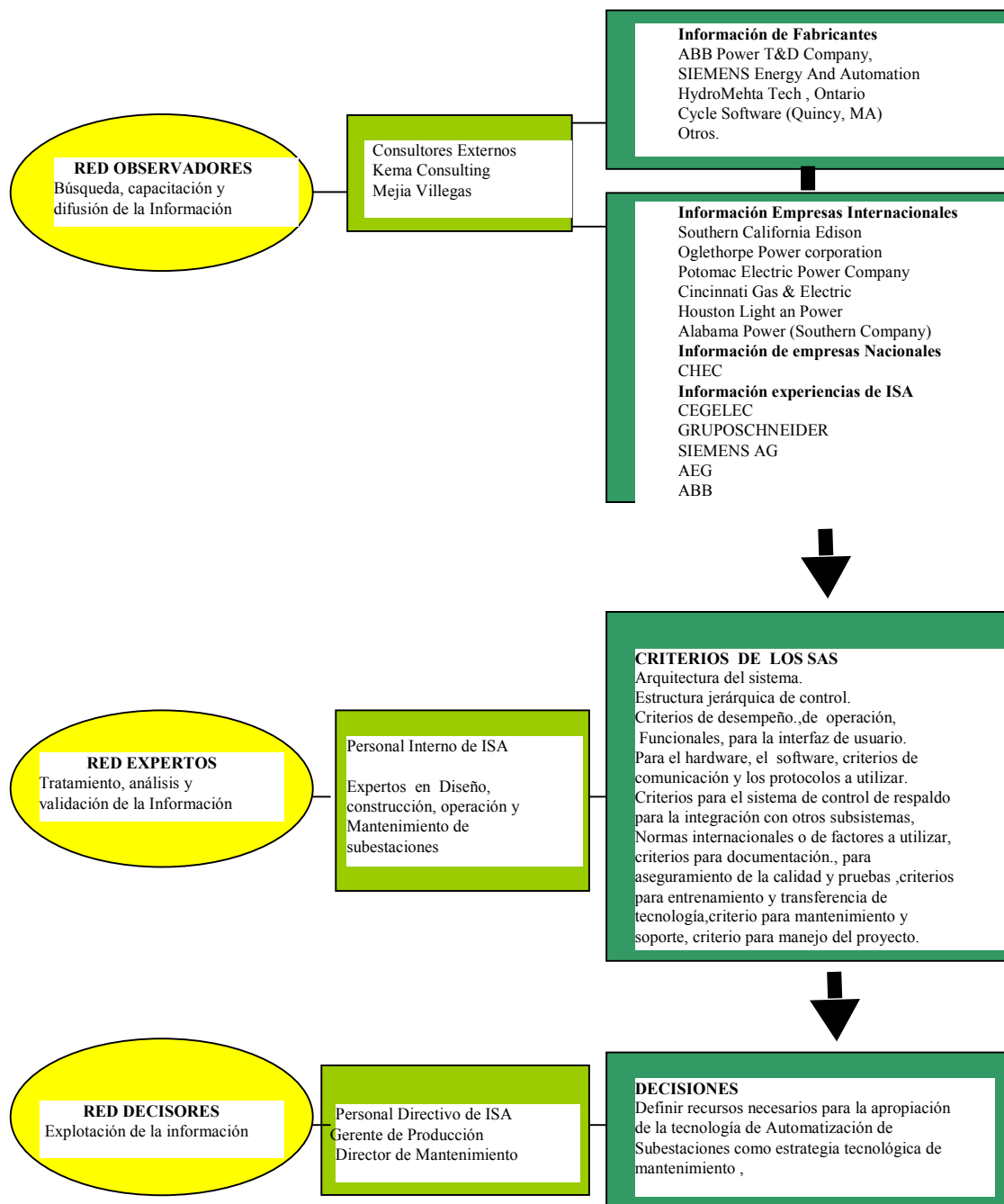
Fuente: ISA, SISTEMA DE CALIDAD. Documentación del Proceso Gestionar el Desarrollo Tecnológico. Medellín, Colombia, Agosto de 2001.

Una vez cumplida esta etapa el siguiente paso fue realizar la vigilancia tecnológica.

4.1.2 Vigilancia tecnológica. El diagrama de la figura 14 presenta el proceso organizativo de la actividad de vigilancia tecnológica que se llevo acabo para la apropiación de la tecnología de automatización de subestaciones en ISA.

Para el desarrollo de esta actividad fue necesario recopilar y analizar la información por parte de los expertos sobre el estado actual de la tecnología de automatización de subestaciones disponible por los fabricantes, empresas internacionales, experiencias de ISA y de empresas nacionales. También se consideraron los aportes de Mejía y Villegas y KEMA Consulting como asesores externos, los cuales contribuyeron con el conocimiento y las experiencias sobre tendencias internacionales de los sistemas de automatización de subestaciones.

Figura 14. Proceso organizativo de la actividad de vigilancia tecnológica



Fuente: ISA, SISTEMA DE CALIDAD. Documentación del Proceso Gestionar el Desarrollo Tecnológico. Medellín, Colombia, Agosto de 2001.

Como resultado de esta actividad se obtuvo la información mostrada en las tablas 8, 9, 10 y 11.

Tabla 8. Ejemplo de la información recolectada y analizada de varios Fabricantes

Fabricante	Descripción del Sistema
ABB Power T&D Company, Distribution Systems Division.	Plataforma Hardware : Estaciones de trabajo SPARC.
	Plataforma Software: Sistema operativo UNIX.Base de datos de tiempo real e histórica propia.El sistema posee un emulador MS Windows para soporte de programas tales como Word y Excel.
	Interfaces: Conexión estrella con 4 a 128 puertos seriales sobre la estación de trabajo con conversor de protocolo sobre cada puerto (no LAN). Soporta protocolo DNP 3.0, Modbus Plus, Emulación RTU y interfaz SCADA con conexiones RS 232, RS 422 y RS 485.
	Funcionalidad: Despliegue y observación de los parámetros de la subestación.Control remoto de interruptores.Anuncio de alarmas.Almacenamiento de falla y eventos.Estado de los equipos y otros puntos de la subestación.Funciones de automatización
SIEMENS Empros Power Systems Control Division, Energy And Automation	Plataforma Hardware : PLC series SICAM SC (Substation Controller) con procesador 486 o Pentium para comunicación con IED's y SCADA.SICAM PCC (PC Controller) PC para manejo de la información y unidad de interfaz.
	Plataforma Software: SICAM PCC sobre Windows NT con interfaces SQL y ODBC
	Interfaces: Conexión directas a través de los puertos del SICAM SC, o empleando el Profibus FMS LAN.SIEMENS recomienda MMS sobre TCP/IP o Profibus-FMS para comunicaciones a alto nivel, y Profibus-DP para comunicaciones a bajo nivel con los IED's.
	Funcionalidad: Posee funciones programables en el SICAM PCC, con funciones de control y protección disponibles en el SICAM SBC (Substation Bay Controller) en 1998

Fabricante	Descripción del Sistema
HydroMehta Tech , Ontario (Eldridge, IA)	Plataforma Hardware : Computadores 486 clase industrial.
	Plataforma Software: Posee un programa de control de proceso, disponible comercialmente, con capacidad de inteligencia artificial.Sistema operativo MS-DOS.
	Interfaces: El sistema IPACS (Integrated Protection and Control System) puede soportar hasta 96 entradas y salidas digitales y 80 entradas análogas. El programa de control esta disponible para comunicación con IED's o un maestro SCADA
	Funcionalidad: Funciones de protección de líneas estándar, transformadores, barras, alimentadores, falla de interruptor y banco de condensadores.Control local.Control remoto (Soporte de protocolo limitado por el maestro SCADA).Indicación de medidas.Regulación de tensión - control del tap de los transformadores.Conmutación programada de banco de transformadores.Generación automática de reportes.Protección de relés adaptable
Cycle Software (Quincy, MA)	Plataforma Hardware : Computadores de clase industrial.
	Plataforma Software: El LiveData cliente y servidor operan sobre Windows 95 o NT, UNIX, OS/2 o VMS.El LiveData cliente soporta las aplicaciones desarrolladas al cliente tales como Microsoft Excel, Powersoft PowerBuilder, Microsoft Access, Microsoft Visual Basic, Visual C y Wonderware InTouch
	Interfaces: El LiveData cliente suministra el interfaz con los IED's y SCADA, empleando los siguientes protocolos Modbus, Modbus +, Allen Bradley Data Highway, Siemens, DNP 3.0, y PG&E. Puede comunicarse redes de trabajo industriales estándar de Microsoft .
	Funcionalidad: Funciones lógicas pueden ser configuradas en el LiveData servidor y el LiveData Quantum para funciones de integración y automatización.

Fuente: ISA, SISTEMA DE CALIDAD. Documentación del Proceso Gestionar el Desarrollo Tecnológico. Medellín, Colombia, Agosto de 2001.

Tabla 9. Ejemplo de la información recolectada y analizada de empresas internacionales.

Empresa	Descripción del Sistema
Southern California Edison	Ciudad y Fecha: Los Angeles, CA, 1996
	Sistema: SCADA/CONTROL
	Administrador: ABB Power T&D
	Funciones: Recierre, control remoto, control de capacitores, control de transformador
Oglethorpe Power corporation	Ciudad y Fecha: Tucker, Ga, 1995
	Sistema: SCADA
	Administrador: GE Harris, Siemens Empros,
	Funciones: SCADA
Potomac Electric Power Company	Ciudad y Fecha: Washington,DC, 1996
	Sistema: EMS/SCADA
	Administrador: Bailey Network Management INC
	Funciones: Control de intercambiadores para optimizar tensión, factor de potencia y distribución de carga, Control de capacitores, Análisis de fallas y alarmas
Cincinnati Gas & Electric	Ciudad y Fecha: Cincinnati, OH, 1996
	Sistema: SCADA/CONTROL REMOTO
	Administrador: Motorola
	Funciones: Control remoto de alimentadores
Houston Light and Power	Ciudad y Fecha: Houston, TX, 1996
	Sistema: SCADA
	Administrador: Hathaway RTU
	Funciones: SCADA y medida
Alabama Power (Southern Company)	Ciudad y Fecha: Birmingham, AL , 1992
	Sistema: SCADA/CONTROL
	Administrador: Cegelec ESCA
	Funciones: SCADA, operación remota de alimentadores
ComEd	Ciudad y Fecha: Chicago, IL, 1994
	Sistema: SCADA/CONTROL
	Administrador: Tasnet
	Funciones: Control y supervisión de posición de equipos de patio, Control de capacitores, recierre de alimentadores, supervisión de frecuencia y rechazo de carga

Empresa	Descripción del Sistema
Baltimore gas & Electric (BG&E)	Ciudad y Fecha: Baltimore, MD, 1994
	Sistema: SCADA/CONTROL
	Administrador: Motorola
	Funciones: Localización y control de fallas, transferencia automática de carga, control de capacitores.
British Columbia Hydro (BC Hydro)	Ciudad y Fecha: British Columbia, Canada, 1994
	Sistema: SCADA
	Administrador: Sistema casero
	Funciones: SCADA, Medida
Geogia Power Company	Ciudad y Fecha: Atlanta, GA, 1995
	Sistema: SCADA
	Administrador: Valmet, Energy Line, Cell Net, L&G, ABB,
	Funciones: SCADA, control de fallas, control de tensión y reactivos, control de carga
Unidad Power Association (UPA)	Ciudad y Fecha: Minnesota, 1996
	Sistema: SCADA
	Administrador: Valmet, BBN, Beckwith, Cycle software, PSI, Rochester
	Funciones: SCADA

Fuente: ISA, SISTEMA DE CALIDAD. Documentación del Proceso Gestionar el Desarrollo Tecnológico. Medellín, Colombia, Agosto de 2001.

Tabla 10. Ejemplo de información recolectada y analizada de la CHEC.

SUBESTACIONES	AÑO	FABRICANTE	OBSERVACIONES
Automatización de 20 subestaciones	1997	ABB	El control de subestaciones es basado en un sistema de arquitectura distribuida integrada mediante una red de datos a un computador central tipo PC, denominado estación MicroScada, la cual cuenta con el software SCS 100

Fuente: ISA, SISTEMA DE CALIDAD. Documentación del Proceso Gestionar el Desarrollo Tecnológico. Medellín, Colombia, Agosto de 2001.

Tabla 11. Ejemplo de información recolectada y analizada de experiencias de ISA.

SUBESTACION	AÑO	FABRICANTE	OBSERVACIONES
San Marcos	1995	Schneider (Fra)	Cambio SAS en un 70%
Primavera	1997	AEG (Col)	Fabricante inicial absorbido
La Sierra	1997	AEG (Col)	Fabricante inicial absorbido
Purnio	1997	Schneider (Col)	En operación
Páez	1998	AEG (Ale)	Con pendientes
Sabanalarga	1998	Schneider (Fra)	Con pendientes
Sochagota	1999	ABB (Sue)	Con pendientes
Guatigüará	1999	ABB (Sue)	Con pendientes
La Virginia	2000	Alsthom (Fra)	Proveedor cambio plataforma
Implementación VQ's	1999	Siemens (Ale)	Aún no se explota en un 100%

Fuente: ISA, SISTEMA DE CALIDAD. Documentación del Proceso Gestionar el Desarrollo Tecnológico. Medellín, Colombia, Agosto de 2001.

4.1.3 Prospectiva tecnológica. Para establecer las expectativas de ISA sobre esa tecnología en el futuro, se procedió a realizar una serie de entrevistas con las diferentes dependencias que conforman su estructura organizacional, de forma tal que se pudiera conocer el estado del arte de la tecnología y una visión global de la aplicación tanto actual como necesidades futuras de la tecnología de Automatización de Subestaciones tanto en sus aspectos técnicos como administrativos.

Estado del arte de la tecnología de automatización de subestaciones.

A través de la historia, el control de las subestaciones ha evolucionado desde el control manual, que consiste básicamente en operación local coordinada telefónicamente y recolección de la información en forma manual, pasando por el control local a distancia, en el que el control local es transferido a otra subestación permitiendo la operación desatendida con una interfaz de

usuario simple y se dispone de más información para la toma de decisiones debido a que el sistema permite la captura de información con terminales remotas y finalmente, llegando al control centralizado que permite la operación desatendida, el uso de terminales remotas y además provee una interfaz de usuario manejada por computador, así la toma de decisiones se realiza con información de todas las subestaciones y de la red externa si es necesario.

En Estados Unidos las subestaciones, en principio, son definidas como desatendidas y se pone mayor énfasis en terminales inteligentes con funciones locales; algunas empresas han optado por implementar sus propios sistemas desarrollando nuevos esquemas; instituciones como la EPRI ya han desarrollado normalizaciones de este tipo de sistemas.

En Europa existe una mezcla de experiencias. Algunos países como Holanda y España han adquirido sistemas ya desarrollados por fabricantes reconocidos, mientras que otros como Inglaterra ensayan con introducir nuevos desarrollos. En general, como política de diseño se tiene que las nuevas subestaciones deben ser equipadas con las nuevas tecnologías SAS.

La integración de los sistemas de control y de protección de subestaciones, permite lograr ventajas en la operación y mantenimiento de la misma, reduciendo el número de componentes de estos subsistemas y el cableado entre módulos. Las maniobras en las subestaciones incluyen los enclavamientos y las secuencias de maniobra de tal manera que se garantice la seguridad en los procedimientos de operación y mantenimiento en los equipos, y con el personal de mantenimiento.

Áreas entrevistadas y sus expectativas. Los resultados de las entrevistas por área son mostradas en la tabla 12

Tabla 12. Resultados de entrevistas

Área / Tema	¿Cuales son las expectativas y necesidades futuras de ISA para el desarrollo de la tecnología de Sistemas de Automatización de Subestaciones?
Área de Telecomunicaciones	REPRESENTANTE: Oscar Zapata, Juan camilo suarez, Juan Ricardo Cruz, Jose ignacio suarez
	OPINIÓN DE LOS ENTREVISTADOS: La información que requiere telecomunicaciones de ISA de los sistemas de control de subestaciones esta basada en: el tipo de servicio y la calidad de la conexión, sin embargo tales criterios de operación deberán ser determinados por el CND con base a los tiempos de respuesta del protocolo y del sistema y a la disponibilidad requerida para el enlace de comunicación.
Área de Mantenimiento Incorporación Proyectos	REPRESENTANTE: Carlos Hernan Mendez, German Cardenas
	OPINIÓN DE LOS ENTREVISTADOS: El manejo para configuración y mantenimiento del software de supervisión es muy complejo y los manuales de mantenimiento no son muy claro y no son elaborados de forma que permitan definir las acciones a realizar para casos en que se requiera intervención de tal software En cuanto a la capacitación se considera importante la participación de ISA durante el desarrollo de las aplicaciones, partiendo de una capacitación básica. Lo anterior se basa en que se considera que de esta manera se logra un conocimiento más detallado del sistema En cuanto a la gestión futura de los sistemas de control es importante considerar la obsolescencia tecnológica.

Área / Tema	¿Cuales son las expectativas y necesidades futuras de ISA para el desarrollo de la tecnología de Sistemas de Automatización de Subestaciones?
Área de Operación de la red y subestaciones	REPRESENTANTE: Alfredo Reyes y operadores de subestación
	OPINIÓN DE LOS ENTREVISTADOS: Se requiere que el fabricante suministre un manual donde se describan todas las posibles fallas del sistema, el procedimiento y maniobras que se deben realizar para no deteriorar el sistema, maniobras, etc Los tiempos de respuesta del sistema se ven afectados cuando el sistema realiza el respaldo de información de la base de datos o cuando almacenan los archivos de la operación diaria.
Área de Proyectos	REPRESENTANTE: Jorge Rodríguez , Harol Tascon
	OPINIÓN DE LOS ENTREVISTADOS: Se planteó que esta tecnología permite el establecimiento de subestaciones no atendidas. Además, se planteó que el rol del operador debe cambiar ya que con esta tecnología sería mas conveniente tener en las subestaciones personal técnico de mantenimiento especializado y con capacidad para realizar las actividades de operación. Para los SAS, y en general para los equipos de tecnología digital en las subestaciones (IED), se puede llegar a la conformación de un grupo especializado en esta tecnología, y que sea responsable por todos los aspectos de la misma.

Área / Tema	¿Cuales son las expectativas y necesidades futuras de ISA para el desarrollo de la tecnología de Sistemas de Automatización de Subestaciones?
Área de Telemática del CND	REPRESENTANTE: Gerardo Noreña, Natalia Ardila, Jose Ignacio Perez, Victor Gutierrez
	OPINIÓN DE LOS ENTREVISTADOS: Es conveniente que esta área, obtenga una capacitación específica sobre las tecnologías genéricas de sistemas SCADA, esto debido a la responsabilidad que tienen dentro del sistema Plantean la importancia del “Gateway”, por lo que consideran que es necesario disponer de este equipo duplicado. Analizar la necesidad real de este requerimiento, dentro de las diferentes posibilidades que se tienen hoy en día y las futuras a incluir Determinar el mejor funcionamiento de los sistemas en el nivel 1, el cual presenta diferencias básicas hoy en día. Proponen definir normas para la arquitectura de la red y la posibilidad de ejecutar aplicaciones de otros sistemas, empleando la red.

Área / Tema	¿Cuales son las expectativas y necesidades futuras de ISA para el desarrollo de la tecnología de Sistemas de Automatización de Subestaciones?
Área Administrativa	REPRESENTANTE: Cesar Ramírez, Fran Higuita, Alvaro Muñoz, Olga Lucia Lopez, Teresa Velásquez, Huber Botello
	OPINIÓN DE LOS ENTREVISTADOS: La Administrativa solicita participación dentro de las definiciones del proyecto, en aspectos como; nuevo papel del operador dentro de las subestaciones, niveles de capacitación para los operadores, definición de los perfiles para el personal necesario para las subestaciones, establecer un modelo de política en la implantación de sistemas de control digital y determinación de la naturaleza del personal a emplear (ISA vs Contratista externo). Necesidad de incluir dentro de los estudios, la verificación del nivel de riesgos de los procesos dentro de esta nueva tecnología. Verificación de los ciclos de tecnología, para una adopción adecuada dentro de los requerimientos. Solicitan el estudio para la posibilidad de implantar un sistema que de ayuda de primer grado en el momento de contingencias dentro de las subestaciones.

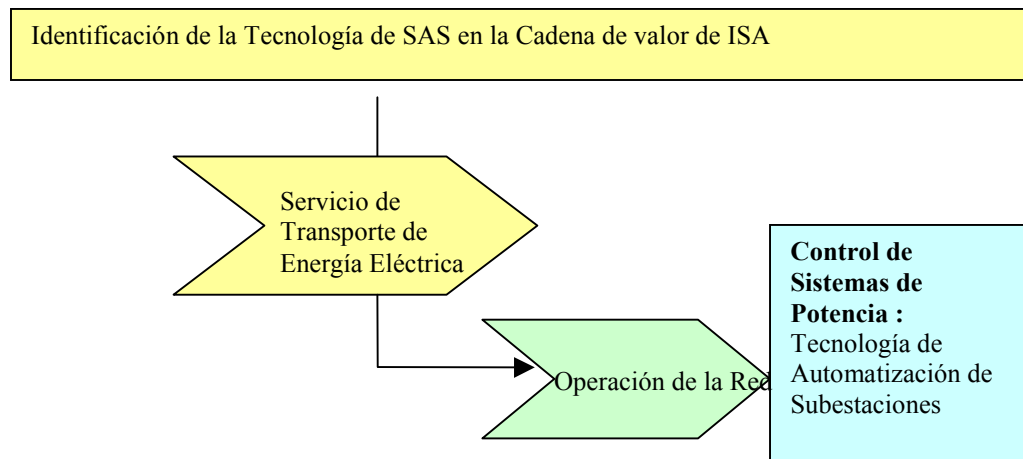
Área / Tema	¿Cuales son las expectativas y necesidades futuras de ISA para el desarrollo de la tecnología de Sistemas de Automatización de Subestaciones?
Área Operación y Supervisión	REPRESENTANTE: Edgar Enrique Diaz, Marco Aurelio Cardona
	OPINIÓN DE LOS ENTREVISTADOS: Es necesario realizar una capacitación en los sistemas de control de modo que todas las área involucradas puedan asumir el cambio tecnológico que aborda los sistemas de control de subestaciones Consideran que en los costos de un proyecto se deben considerar los costos operativos y los asociados por multas debidas a las restricciones en que se incurren por las fallas en la operación del sistema. Expresa que toda la información es muy útil si se trabaja en formato COMTRADE, ya que les permite el análisis y simulación de fallas y la posibilidad de inyección de señales de prueba a los relés de protección. Consideran necesario el control desde el nivel 1 o desde caseta, en cualquiera de sus formas, ya que el objetivo primordial para esta área es el mantener la red en operación y para ello el control de la subestación no se debe inhabilitar la operación de los equipos de patio.

Área / Tema	¿Cuales son las expectativas y necesidades futuras de ISA para el desarrollo de la tecnología de Sistemas de Automatización de Subestaciones?
Área Informática	REPRESENTANTE: Olga Lucía Iopez, Arturo Suarez, Jorge Montoya.
	OPINIÓN DE LOS ENTREVISTADOS: La Dirección Informática considera importante tener en cuenta que la tecnología de sistemas de automatización de subestaciones y todos aquellos sistemas de control tales como: PCs, plataformas de software, red de datos, etc, deben estar según los criterios definidos en el plan de estrategia tecnológica de Informática para ISA. Sobre la posibilidad de integrar las subestaciones a la red corporativa usando el protocolo ICCP TASE.2 que tendrá el CND, el área de informática manifestó actualmente no se tiene certeza de que dicho protocolo tenga los servicios para permitir dicha integración. Se mencionó que para la parte física del cableado de la red de datos de los sistemas de control, sería conveniente usar el cableado estructurado que usualmente se realiza para la red de datos de una subestación. En relación con la red de área amplia y las redes locales de ISA, se indicó que actualmente tienen las siguientes características generales: Basadas en TCP/IP, -Comunicación entre las sedes usando canales tipo "Clear Channel" (entre estas hay comunicación con 12 subestaciones), Backbone ATM en la sede de Medellín, Especificación de la disponibilidad para los equipos de las redes: 99,5% .

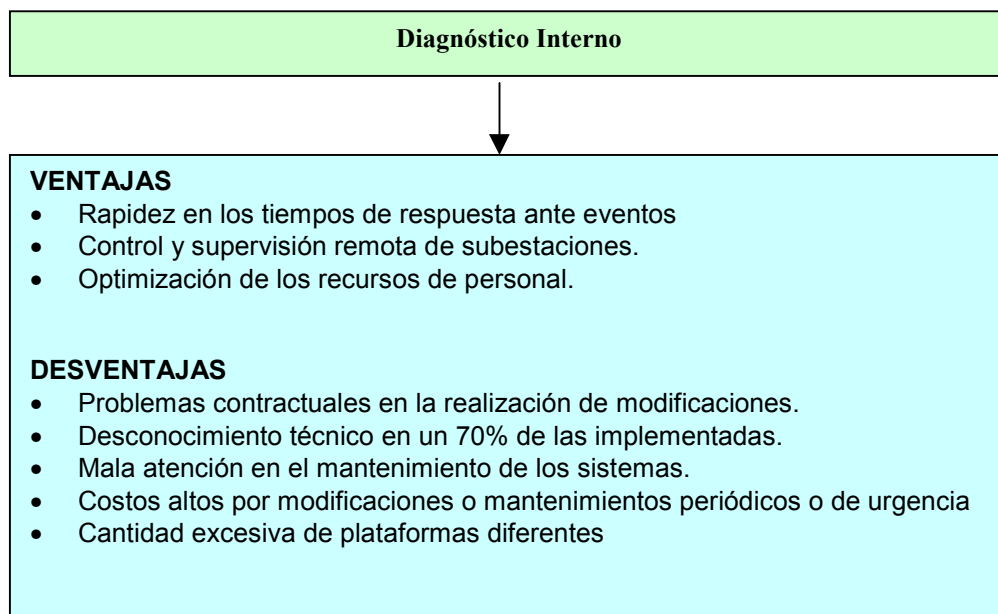
Fuente: ISA, SISTEMA DE CALIDAD. Documentación del Proceso Gestionar el Desarrollo Tecnológico. Medellín, Colombia, Agosto de 2001.

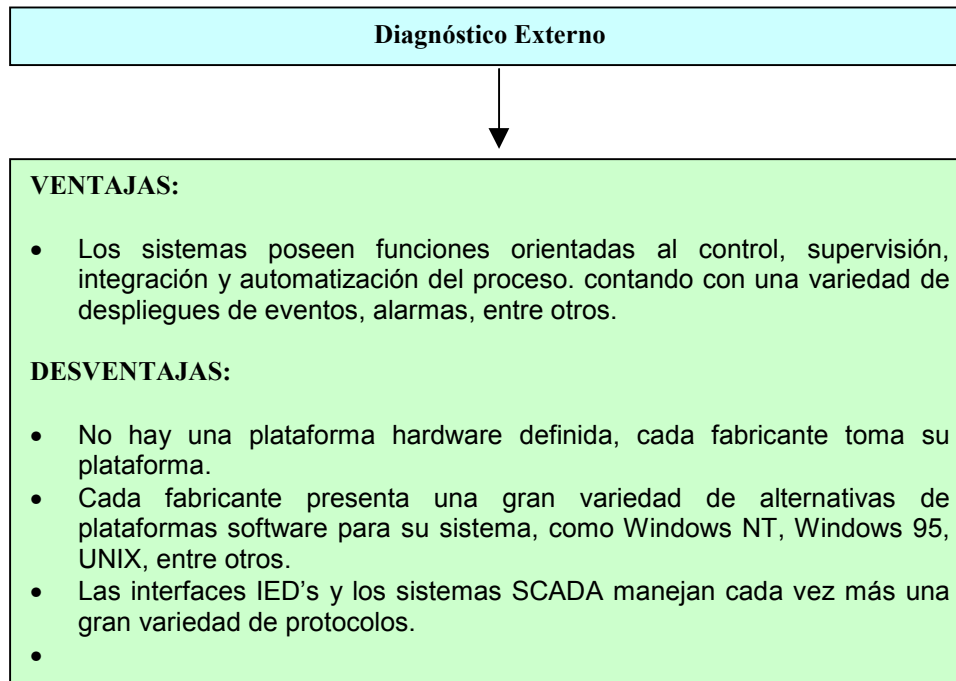
4.1.3 Estrategia tecnológica. La construcción de la estrategia tecnológica se baso en la información obtenida del inventario tecnológico, la vigilancia tecnológica y la prospectiva tecnológica formulándose en los siguientes pasos:

- **Determinar el potencial tecnológico propio:**



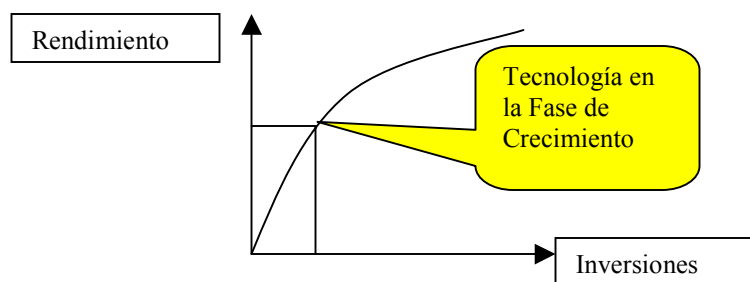
- **Realizar diagnóstico interno y externo**





Fuente: ISA, SISTEMA DE CALIDAD. Documentación del Proceso Gestionar el Desarrollo Tecnológico. Medellín, Colombia, Agosto de 2001.

- **Determinar el punto del ciclo de vida de la tecnología**



Fuente: ISA, SISTEMA DE CALIDAD. Documentación del Proceso Gestionar el Desarrollo Tecnológico. Medellín, Colombia, Agosto de 2001.

Este tipo de tecnología presenta cambios a medida que se va desarrollado los sistemas electrónicos para el hardware de los PC y de su respectivo “software” que los soporta.

- **Seleccionar tecnologías claves para la competitividad de la empresa.**

La tecnología de Automatización de subestaciones es considerada clave para ISA por que le permite dar respuesta en un tiempo muy corto ante eventos en la red, según las nuevas exigencias regulatorias por parte de la CREG. Adicionalmente a lo anterior le permite efectuar de una manera ágil y eficaz la operación de cualquier subestación desde el Centro de Supervisión y Maniobras .

- **Seleccionar la estrategia tecnológica de la empresa.** La estrategia tecnológica debe reforzar la ventaja competitiva que la empresa está buscando lograr y mantener. Como resultado deben definirse las acciones estratégicas en los siguientes aspectos:

- **Estrategia para la transferencia de tecnología.** Crear los mecanismos para la apropiación de la tecnología de automatización de subestaciones dentro de la organización, con el fin de dar respuesta a las nuevas exigencias regulatorias de la CREG .

- **Estrategia de innovación.** Efectuar desarrollos propios de sistemas de automatización de subestaciones en nuevos proyectos de ISA con base en las experiencias obtenidas en los sistemas actuales .

- **Aprendizaje organizacional.** Desarrollar en el personal interno de ISA las competencias y el conocimiento necesario para el dominio de la tecnología de Sistemas de automatización de subestaciones y sistemas de control digital.

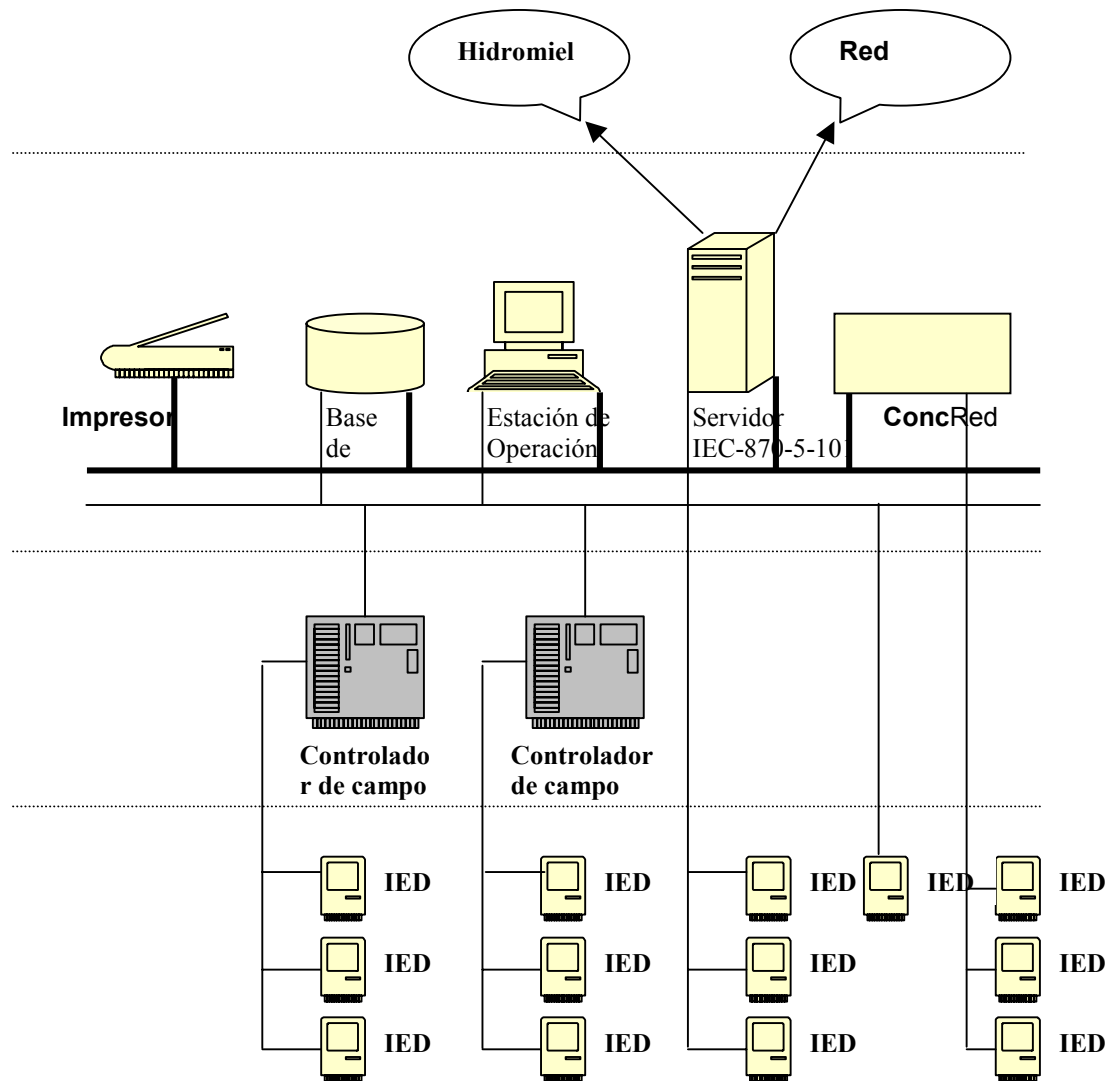
4.2 PLANIFICACIÓN DEL DESARROLLO TECNOLÓGICO

Una vez definida la estrategia tecnológica el segundo paso correspondió a la elaboración de la planificación del desarrollo tecnológico por parte de ISA . Esta actividad fue desarrollada en las siguientes etapas:

4.2.1 Necesidad tecnológica. Durante el año 2000 el equipo de Control, Supervisión y Medida de la Dirección Gestión Mantenimiento detectó la oportunidad de participar, con una propuesta de diseño, implementación, montaje y puesta en servicio del Sistema de Automatización de Subestaciones para la Subestación Miel 1 , la cual fue solicitada en oferta publica por parte de la Dirección Ejecución Proyectos de la Gerencia de Construcción y Materiales para la contratación del diseño, construcción, montaje, pruebas y puesta en servicio de las subestaciones asociadas a la línea Purnio – Miel 1 – San Felipe a 230 Kv.

El alcance de la propuesta solicitada para el sistema de automatización de subestaciones de la subestación de la Miel 1 debería incluir la arquitectura y suministro de equipos según el diagrama de la figura 15

Figura 15. Configuración del sistema automatización de la subestación la MIEL 1



Fuente: ISA, SISTEMA DE CALIDAD. Documentación del Proceso Gestionar el Desarrollo Tecnológico. Medellín, Colombia, Agosto de 2001.

La arquitectura lógica del SAS debe estar enmarcada dentro de la estructura jerárquica de control de subestación, la cual se representa con sus respectivos niveles y componentes en la tabla 13.

Tabla 13. Arquitectura de automatización de subestaciones

Nivel 3	Sistemas remotos de supervisión y control (CND, otras subestaciones, usuarios corporativos)		
	Nivel 3 - Nivel 2, comunicaciones e interfaces		
Nivel 2	Sistema de Procesamiento del Nivel 2	Almacenamiento de datos históricos y de tiempo real	Aplicaciones e interfaz de usuario - IU de la subestación
	Nivel 2 - Nivel 1, comunicaciones e Interfaces (LAN de la subestación)		
Nivel 1	Controlador de campo, IEDs y puntos de I/O individuales	Interfaz de usuario local (básica)	
	Nivel 1 - Nivel 0, comunicaciones e interfaces		
Nivel 0	IEDs (relés de protección, transductores numéricos, contadores de energía, equipos de monitoreo, etc.)		
	Equipos de alta tensión y servicios auxiliares		

Fuente: ISA, SISTEMA DE CALIDAD. Documentación del Proceso Gestionar el Desarrollo Tecnológico. Medellín, Colombia, Agosto de 2001.

En el Nivel 3 corresponde a los sistemas remotos de supervisión y control tales como el CND, otras subestaciones y los usuarios corporativos, las comunicaciones e interfaces entre Nivel 3 y Nivel 2: proporciona, a través de la red WAN, la comunicación entre el SAS y los sistemas remotos de supervisión y control.

El Nivel 2 corresponde al sistema de procesamiento del SAS, al almacenamiento de datos y a la interfaz de usuario, localizados en la sala de control de la subestación. El procesador de nivel 2 sirve como una estación central de procesamiento de la información de la subestación de forma tal que esta pueda ser utilizada por la interfaz de usuario de la subestación y pueda ser almacenada para análisis futuros, para mantenimiento y para

generación de reportes, las comunicaciones e interfaces entre Nivel 2 y Nivel 1, corresponde a la red de área local de la subestación (LAN), la cual permite la comunicación entre los equipos de Nivel 2 y los controladores de campo y otros IEDs de Nivel 1.

El Nivel 1 esta conformado por los controladores de campo que sirven como maestros para la adquisición de datos, cálculos, acciones de control y procesamiento de la información relacionada con los dispositivos en cada diámetro ó campo y servicios auxiliares de la subestación y por la interfaz de usuario local la cual proporciona un nivel básico de acceso al personal de operación y mantenimiento para la supervisión y el control de los equipos de diámetro o campo asociados al controlador respectivo. Las comunicaciones e interfaces entre Nivel 1 y Nivel 0, corresponde a la comunicación entre los controladores de Nivel 1 y los IEDs con las señales individuales de entrada y salida asociadas con el equipo de potencia en el patio de la subestación.

EL Nivel 0 esta conformado por los IEDs tales como: relés de protección, registradores de fallas, contadores de energía, equipos de monitoreo de transformadores e interruptores, automatismos propios de equipos, etcétera; por los equipos de alta tensión (interruptores, seccionadores, transformadores de potencia y de instrumentación, reactores, bancos de capacitores, etcétera.) y por servicios auxiliares de la subestación (13,2 kVca, 480 Vca, 208/120 Vca, 125 Vcc, plantas de emergencia, inversores, cargadores, UPS, equipos de comunicación, etcétera)

Los equipos requeridos para el desarrollo de este proyecto deben contener como mínimo los elementos y componentes listados en la tabla 14.

Tabla 14. Equipos requeridos en el proyecto de SAS

ELEMENTO	COMPONENTES
Interfaces de usuario de nivel 2-IHM,	Dos computadores de los cuales debe incluir al menos los siguientes componentes • Unidad de procesamiento central para operación, con su monitor de video a color, teclado alfanumérico, dispositivo apuntador y unidad de almacenamiento masivo
Equipos para el nivel 2	• Un servidor de protocolo IEC 60870-5-101 con dos puertos para conexión al CND y a Hidromiel. • Unidades de acceso a la red de área local y a la red Ethernet. • Módulos de comunicación. • Una impresora tipo inyección de tinta. • Un concentrador de datos para integración de los IEDs a la red corporativa. • Un gabinete Tipo interior
Dos consolas	• Elemento mobiliario para los operadores
Fibra óptica	• Para implementación de la red de área local, red Ethernet y para la conexión de la señal de sincronización de la hora proveniente del reloj sincronizado por satélite a los equipos que los requieran
Software para el SAS.	• Sistemas operativos para trabajo en tiempo real. • Software para el desarrollo de aplicaciones. • Programas de aplicación. • Manejador de base de datos. • Manejador de despliegues gráficos. • Software de utilidades. • Herramientas de configuración. • Software para automatismos. • Software de comunicaciones. • Documentación para el mantenimiento y desarrollo del software
Unidad de referencia de tiempo.	• Reloj Satelital GPS

ELEMENTO	COMPONENTES
Equipos de control para el nivel 1	De acuerdo con el tipo de función a realizar • Control de servicios auxiliares. • Control de campo de línea. • Control de campo de generación. • Control de campo de acople
Cada uno de estos equipos de nivel 1 debe incluir al menos los siguientes componentes: • Gabinete tipo interior. • Controlador. • Módulos de entrada y salida, análogas y digitales con una reserva del 20% en hardware encada tipo de señales. • Dos contadores de energía multifuncionales. • Un traductor numérico para obtener las medidas eléctricas asociadas a los servicios auxiliares de 208 Vca de cada caseta de control. • Un traductor numérico para monitorear las tres corrientes de campo de acople y las dos tensiones de barras • Cuatro traductores numéricos multifuncionales para alimentadores principales y grupos electrógenos. • Interfaz de usuario local (IHM) conformado por mimico miniatura con los siguientes elementos ○ Conmutadores de discordancia para mando y señalización de posición del interruptor automático y de los seccionadores de cada campo. ○ Indicador de posición para el seccionador de puesta a tierra de la línea ○ Selector de modo de operación de tres posiciones operado con llave removible ○ Un pulsador para prueba de lámparas. • Dos pulsadores para selección del modo de operación de los servicios auxiliares • Un lote del siguiente material: ○ Interruptores miniatura con contacto auxiliar ○ Borneras sencillas y otras para desconexión para pruebas para cada circuito de tensión y corriente y otras con cuchilla de desconexión.	

Fuente: CASTILLO Bautista, Wilson "Diseño, desarrollo e implementación de sistemas de automatización de subestaciones como estrategia de mantenimiento", presentado en el IV Congreso internacional de mantenimiento de ACIEM, Mayo 30-31 de 2002, Bogotá, Colombia.

4.2.2 Análisis tecnológico. El análisis tecnológico busca establecer la factibilidad de la aplicación de la tecnología de automatización de subestaciones en los procesos de ISA y en particular los beneficios obtenidos directamente de la incorporación de la misma .

La implantación de los sistemas de automatización de subestaciones –SAS– trae consigo grandes beneficios desde el punto de vista técnico en el diseño, operación, mantenimiento y confiabilidad de las subestaciones.

Beneficios de diseño. Los beneficios en el diseño son:

- Reducción de los costos de diseño gracias a la unificación de las características de los SAS.
- Normalización de la interfaz de usuario y arquitectura del sistema para lograr uniformidad en la operación y en las futuras actualizaciones.
- Reducción en la infraestructura de la subestación correspondiente a cables, cárcamos, bandejas, espacio para tableros y tamaño del edificio de control.
- Modernizaciones y expansiones futuras en forma modular y a un precio efectivo razonable.
- Facilidad en las actualizaciones utilizando nuevas versiones de “hardware” y “software”.

Beneficios para la operación. Los beneficios en la operación son:

- Interfaz usuario - máquina uniforme para supervisión y control.
- Interoperabilidad de IEDs.
- Integración de reportes de alarmas y secuencia de eventos.
- Capacidad de generación de reportes y despliegues de acuerdo con las necesidades de los usuarios.
- Reporte automático de accesos a la IHM y de las actividades operativas.

Beneficios para el mantenimiento. Los beneficios en el mantenimiento son:

- La información proveniente de relés, equipos de medida y monitoreo está disponible local y remotamente.
- Cada IED puede ser accesible directamente (localmente o remotamente) para búsqueda de problemas, configuración, calibración y reportes de diagnóstico, utilizando interfaces amigables y de fácil uso.
- Es posible realizar funciones de mantenimiento predictivo mediante un análisis (manual o automático) de la historia operativa del equipo.
- La supervisión y el monitoreo de la operación interna de transformadores, interruptores, cambiadores de tomas bajo carga, etc. puede permitir optimizar el mantenimiento justo a tiempo.

Por todo lo anterior se considero viable técnicamente la apropiación de la tecnología por parte de ISA.

4.2.3 Análisis de impacto interno. Aprobada la viabilidad tecnológica del proyecto de automatización de subestaciones en proyectos de ISA, el siguiente paso es el análisis del impacto interno de esta tecnología en la organización, el cual busca identificar los problemas hombre-tecnología al interior de una organización para poder predecir y anticiparse a los que se pueden presentar en los procesos de transferencia y asimilación de la tecnología. Los aspectos importantes a tener en cuenta en este tipo de evaluación son:

¿Posee ISA las capacidades tecnológicas para emprender este tipo de proyectos mediante recursos internos?. Para dar respuesta a esta pregunta se analizó la ficha técnica del inventario de tecnologías incorporadas en personas y de allí se consultó a los empleados que conforman el Equipo de Gestión Equipos Control y Medida (GECM) perteneciente a la Dirección Gestión Mantenimiento de la Gerencia de Producción con el fin de obtener de cada una de ellas las experiencias y conocimientos sobre la tecnología de automatización de subestaciones , las cuales se resumen en la tabla 15.

Tabla 15. Experiencias del grupo ejecutor del proyecto

Sistemas SAS	Experiencias en Automatización de Subestaciones
Sistema de Control Coordinado de la Subestación Primavera	Participación del Ing Germán Cárdenas en el proceso de transferencia de tecnología, desarrollo en fabrica, pruebas en fabrica, en sitio y puesta en servicio. Se ha proporcionado mantenimiento por requisición del CTE Oriente.

	Ubicación: Cimitarra – Santander Proveedor: AEG Año de ejecución: 1996 – 1997 Subestación tipo interruptor y medio para: 4 diámetros, 8 líneas a 230 kV y servicios auxiliares
Sistema de Control Coordinado de la Subestación Purnio	Participación del Ing. Germán Cárdenas en el proceso de desarrollo y pruebas en fabrica. Participación del Ing. Wilsón Castillo en el diseño, desarrollo, pruebas en fabrica en sitio y puesta en servicio. Se ha proporcionado mantenimiento por requisición del CTE Noroccidente Ubicación: La Dorada – Caldas Proveedor: Schneider Año de ejecución: 1997 Subestación doble barra mas seccionador de transferencia para: 4 líneas a 230 kV, campo de acople y servicios auxiliares.
Sistema de Control Coordinado de la Subestación Páez	Participación del Ing. Wilson Castillo en el proceso de transferencia de tecnología, pruebas en fabrica, en sitio y puesta en servicio. Se ha proporcionado asesoría por requisición del CTE Suroccidente Ubicación: Caloto – Cauca Proveedor: ALSTHOM Año de ejecución: 1998 Subestación doble barra más seccionador de transferencia para: 2 líneas a 230 kV, campo de acople, campo de generación, Servicios auxiliares
Sistema de Control Coordinado de las Subestaciones la Virginia, San Marcos, Sochagota y Guatiguará , la Sierra, Sabanalarga	Para estas subestaciones los miembros del actual grupo de Gestión Equipos Control y Medida (Ings. Germán Cárdenas, Wilson Castillo, José Luis Cañadulce) han participado en procesos de capacitación, pruebas en fábrica, en sitio y puestas en servicio.

Sistemas SAS	Experiencias en Automatización de Subestaciones
Integración de dispositivos inteligentes	Proveedor: ISA Año de ejecución: 1999 Integración de los equipos de registro de fallas, relés de protección, procesador de comunicaciones SEL 2020 y de aquí a la red corporativa de datos para el acceso remoto. Esta realizado en las siguientes subestaciones: - Subestación Torca - Subestación San Felipe - Subestación Chivor - Subestación Jamondino - Subestación Esmeralda - Subestación Páez - Subestación San Bernardino - Subestación San Carlos 230 kV - Subestación San Carlos 500 kV - Subestación Ancón Sur Participación del Ing. José Luis Cañadulce en el proceso de diseño, desarrollo, pruebas en sitio y puesta en servicio. Se ha proporcionado el mantenimiento a este sistema y se estudia su integración con los SAS.

Fuente: CASTILLO Bautista, Wilson "Diseño, desarrollo e implementación de sistemas de automatización de subestaciones como estrategia de mantenimiento", presentado en el IV Congreso internacional de mantenimiento de ACIEM, Mayo 30-31 de 2002, Bogotá, Colombia.

¿Cuales son las necesidades detectadas por parte del grupo ejecutor del proyecto para el desarrollo e implementación de la tecnología de SAS en ISA?. Se requiere capacitación para el personal desarrollador del SAS en la programación de las tarjetas IEC 870-5-101 ya que se ve la necesidad de esta transferencia de tecnología por parte del fabricante para la aplicación en el proyecto a abordar.

El grupo ejecutor del proyecto deberá realizar la transferencia interna necesaria al personal de los Centros de Transporte de Energía para su operación incluyendo los manuales necesarios para su desarrollo (Operación y Mantenimiento).

¿Está preparada ISA desde el punto de vista de infraestructura, recursos físicos y económicos para desarrollar el proyecto y asimilar y transferir la tecnología?. La Dirección Gestión Mantenimiento de la Gerencia de Producción tiene a su cargo: el Laboratorio de Protecciones, el laboratorio de Medidas y el laboratorio Físico-Químico, ubicados en la Subestación Ancón Sur; los dos últimos laboratorios están certificados por la Superintendencia de Industria y Comercio. El desarrollo del proyecto estará ubicado en el área de Investigación y Desarrollo del laboratorio de Medidas, es de anotar que estos laboratorios cuentan con los equipos y herramientas necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Ejemplo de varios de los equipos disponibles en el laboratorio de medidas eléctricas.

Tabla 16. Lista de equipos de laboratorio

Item	Equipo	Marca
1	Patrones de Calibración de Contadores	Zera, Avo
2	Fuentes DC, Puentes RLC y Generadores de funciones	Fluke
3	Mesa calibración de contadores	Zera
4	Equipo portatil Calibración de Contadores	Landis&Gyr
5	Modems	Microcom , Hayes y Telebit
6	Computadores Oficinas y Portátiles e impresoras	Compaq
7	Analizador de Red	Dranetz
8	Termómetros	Fluke
9	Medidor Electromagnetismo	Extech
10	Medidor de Ruido	Extech
11	Osciloscopios	Fluke
12	Multímetros y Pinzas Amperimetricas	TecniTool , Fluke
13	Maletin de Herramientas	Jensen
14	Fuentes AC	Zera
15	Adaptadores Ópticos	Fluke, ABB, PML

Fuente: CASTILLO Bautista, Wilson "Diseño, desarrollo e implementación de sistemas de automatización de subestaciones como estrategia de mantenimiento", presentado en el IV Congreso internacional de mantenimiento de ACIEM, Mayo 30-31 de 2002, Bogotá, Colombia.

4.2.4 Análisis económico. Aprobada la viabilidad de impacto interno del proyecto de automatización de subestaciones con recurso interno de ISA, el siguiente paso es el análisis económico la cual para este caso específico corresponde al análisis financiero de la oferta presentada por la Dirección Gestión Mantenimiento para la ejecución del proyecto la Miel 1.

El valor de la propuesta incluye el suministro de los equipos necesarios para la puesta en funcionamiento de un sistema de control apto para operar la subestación La Miel. Esto representa el suministro de los controladores de nivel 1 y sus tableros asociados, computadores de operación y suministro de

un equipo que hará las funciones de “gateway” para la comunicación con el nivel 3. Todos estos equipos estarán debidamente programados con las lógicas necesarias para operación de la subestación.

Con relación a los gastos de personal el grupo base para la ejecución del proyecto estará conformado por :

- Un Ingeniero encargado de la coordinación.
- Un Ingeniero encargado del diseño y ensamble de gabinetes.
- Un Ingeniero encargado del desarrollo, pruebas y puesta en servicio del “software” de control, del “software” de supervisión local, del enlace de comunicación con CND y la integración de todos los componentes para la correcta operación del sistema.

Adicionalmente a lo anterior se incluyen los costos en capacitaciones y viajes nacionales e internacionales para el personal ejecutor sobre los equipos requeridos en el desarrollo del proyecto.

El valor total ofertado por la Dirección Gestión Mantenimiento para el desarrollo del proyecto de Automatización de la subestación la Miel fue de \$ 780,568 US lo cual se analizó bajo el histórico de los demás SAS adquiridos por ISA en los proyectos anteriores.

A continuación se presenta una tabla con los costos de algunos SAS comprados en ISA, y en el ultimo ítem se presenta el costo presupuestado para el de la Miel 1

Tabla 17. Costos de SAS en ISA

Subestación	Configuración	año	Valor en US
San Marcos	Interruptor y medio	1995	\$2,012.446
La virginia	Interruptor y medio	1997	\$1,380.915
Primavera	Interruptor y medio	1996	\$1,217.466
Purnio	Doble barra	1996	\$ 964.806
Guatiguará	Doble barra	1997	\$ 775.746
Sochagota	Doble barra	1997	\$ 766.134
Miel 1 (Propuesta)	Doble barra	2000	\$ 780.568

Fuente: CASTILLO Bautista, Wilson "Diseño, desarrollo e implementación de sistemas de automatización de subestaciones como estrategia de mantenimiento", presentado en el IV Congreso internacional de mantenimiento de ACIEM, Mayo 30-31 de 2002, Bogotá, Colombia.

Con base en esta información y teniendo en cuenta los siguientes aspectos la Dirección Ejecución Proyectos aceptó la propuesta de la Dirección Gestión Mantenimiento por las siguientes razones:

- Eliminar la dependencia tecnológica de los proveedores extranjeros.
- Desarrollar en el personal interno de ISA las competencias y el conocimiento para el dominio de la tecnología de SAS.
- Reforzar la ventaja competitiva de la tecnología de SAS en ISA con el fin de dar respuesta a las nuevas exigencias de la CREG.
- Disminuir costos de diseño, construcción, operación y mantenimiento de los SAS. (teniendo en cuenta que los costos de un sistema de estas

características por parte de proveedores extranjeros está alrededor de (US\$900.000.00) aproximadamente)

4.2.5 Selección del proyecto tecnológico. El proyecto de automatización de subestaciones para la Miel 1 fue incluido en el plan de desarrollo de la gerencia de producción por que cumplía los siguientes criterios:

- Esta alineado con la estrategia corporativa.
- Contribuye en las acciones del Plan de Negocios.
- Presenta resultados favorables de las evaluaciones técnica, impacto interno y financiera.

Por lo anterior el proyecto propuesto por la Dirección Gestión Mantenimiento de realizar el diseño, implementación, montaje y puesta en servicio del SAS de la Subestación Miel I con recurso interno de ISA, es aprobado por la Dirección Ejecución proyectos ya que cumple con todos los requisitos de las especificaciones técnicas y económicas del proyecto Purnio-Miel 1-San Felipe a 230 kV y da respuestas concretas a las necesidades tecnológicas de los procesos de operación y mantenimiento de la red en el servicio de transporte de energía.

4.3 ADQUISICIÓN DE TECNOLOGÍA

Una vez definida la Planificación del Desarrollo Tecnológico el siguiente paso correspondió a la Adquisición de Tecnología por parte de ISA . Esta actividad fue desarrollada en las siguientes etapas:

4.3.1 Negociación de tecnología. La negociación se realizó mediante un acuerdo de cumplimiento en la entrega del sistema de automatización de la subestación Miel 1 dentro del programa de construcción del proyecto Purnio-Miel 1-San Felipe a 230 kV, entre el Gerente del Producción y el Director de Gestión Mantenimiento al Gerente de Construcción y Materiales y el Director Ejecución Proyectos.

4.3.2 Contrato de tecnología. Se estableció un contrato interno de trabajo para el diseño, implementación, montaje y puesta en servicio del SAS de la Subestación Miel I con recurso interno de ISA entre la áreas de las Gerencias de Construcción y Materiales y la Gerencia de Producción bajo el siguiente esquema:

- Gerencia de Producción como proveedor : A cargo de la Dirección Gestión Mantenimiento como grupo ejecutor del proyecto.
- Gerencia de Construcción como Interventor : A cargo de la Dirección Ejecución proyectos y la Dirección Servicios para Construcción como áreas encargadas de verificar el cumplimiento de las especificaciones técnicas y económicas del proyecto.
- Gerencia de Producción como Receptor : La Dirección Centro de Transporte de Energía del Suroccidente, como área encargada de la operación y mantenimiento de la subestación la Miel 1.

4.3.3 Desarrollo tecnológico del proyecto. El desarrollo del proyecto tecnológico correspondió a la implementación del primer Sistema de Automatización de Subestaciones realizado por ISA, el cual se encuentra

funcionando en la subestación Miel I (a 230 kV.) de ISA, subestación ubicada en el departamento de Caldas que sirve como conexión al Sistema Interconectado Nacional ya que se conecta directamente a Hidromiel; el cual surge como estrategia para mejorar el mantenimiento de los sistemas de Automatización de Subestaciones.

Este trabajo incluyó el diseño, desarrollo, implementación, pruebas en fábrica, pruebas en sitio y la puesta en funcionamiento del SAS de la Miel I, el suministro fue completo, dejando resultados satisfactorios para ISA ya que como propietaria del desarrollo le permite una mayor facilidad para realizar mantenimiento y ampliaciones en el sistema sin incurrir en altos gastos operativos.

Dentro de los trabajos realizados se incluyen el desarrollo de toda la plataforma de control y comunicación entre todos los dispositivos que componen el sistema e igualmente el desarrollo del dispositivo que realiza la comunicación con el Centro Nacional de Despacho utilizando el protocolo de comunicación, definido por el estándar internacional, IEC 870-5-101.

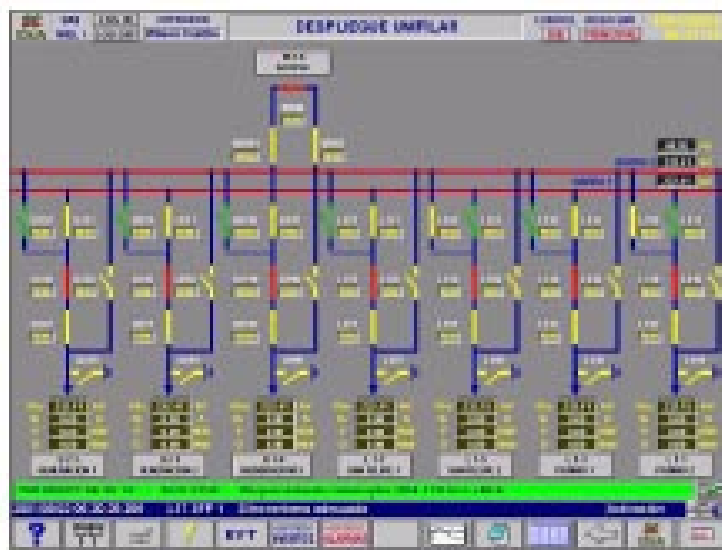
Realización del diseño, implementación, montaje y puesta en servicio del SAS de la Subestación Miel I. Subestación compuesta por tres campos de generación, cuatro campos de línea y un campo de acople como se puede observar en la figura 16.

El desarrollo del SAS incluyo:

- Suministro de los equipos necesarios para realizar el control de cada campo con sus respectivos gabinetes; controladores, equipos de adquisición de variables eléctricas, mímicos convencionales para la operación en caso de emergencia y la respectiva configuración y

programación de la lógica necesaria para cumplir con todas las funciones requeridas.

Figura 16. Esquema unifilar de la subestación Miel I



Fuente: CASTILLO Bautista, Wilson "Diseño, desarrollo e implementación de sistemas de automatización de subestaciones como estrategia de mantenimiento", presentado en el IV Congreso internacional de mantenimiento de ACIEM, Mayo 30-31 de 2002, Bogotá, Colombia.

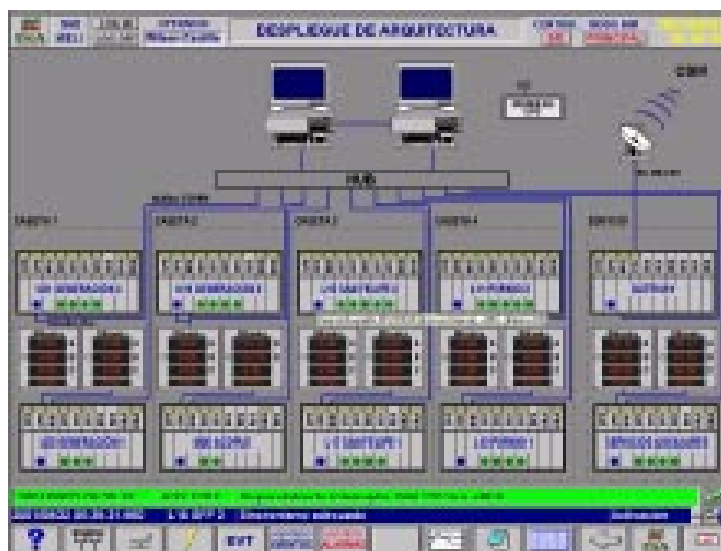
- Suministro de las interfaces de operación con el usuario (operador) con la respectiva programación y configuración de los despliegues dinámicos que muestran el estado de todos los componentes del SAS y de los equipos controlados.
- Suministro de la interfaz de comunicación con el Centro Nacional de Despacho - CND (ubicado en la ciudad de Medellín); la función de esta interfaz es la de recolectar todas las variables del proceso y enviarlas a

través del protocolo IEC 870-5-101 y a su vez recibir los comandos (desde el CND) y ejecutarlos localmente para la operación remota.

- Igualmente el suministro de toda la información técnica del proyecto: Descripción Funcional, Planos, Manuales.

Arquitectura del SAS. La arquitectura del proyecto desarrollado se ilustra en la Figura 17. Este se puede relacionar como cuatro niveles básicos de operación a los cuales están asociados ciertos equipos que cumplen una función particular dentro del sistema total.

Figura 17. Arquitectura de control del sistema de automatización de la subestación MIEL 1 a 230 kV.



Fuente: CASTILLO Bautista, Wilson "Diseño, desarrollo e implementación de sistemas de automatización de subestaciones como estrategia de mantenimiento", presentado en el IV Congreso internacional de mantenimiento de ACIEM, Mayo 30-31 de 2002, Bogotá, Colombia.

Nivel 0. A este nivel pertenecen todas las variables del proceso; entradas digitales, entradas análogas, salidas digitales y salidas análogas.

Nivel 1. A este nivel están asociados los controladores del SAS, los cuales tienen la función principal la adquisición de todas las variables asociados al campo al cual pertenecen, gestionar los comandos verificando que se cumplan las condiciones mínimas de seguridad que eviten cualquier daño o error humano (esta acción es llamada verificación automática de enclavamientos) en la ejecución del comando y entregar información a los niveles superiores 2 y 3.

Despliegue desarrollado en el SAS, que dinámicamente animado muestra cualquier falla en cualquier componente del sistema.

Los controladores son de vital importancia dentro de la arquitectura del SAS ya que son ellos quienes se encargan de realizar todas las maniobras y secuencias automáticas. Su programación se realiza de acuerdo al estándar internacional IEC 1131-3. Son equipos robustos diseñados para trabajar en ambientes tipo subestación; ya que bajo estos ambientes se pueden encontrar interferencias electromagnéticas con las que un equipo común y corriente no podría trabajar adecuadamente.

También se asocian los medidores multifuncionales, cuya función es recolectar las variables eléctricas como tensiones y corrientes y calcular la frecuencia, potencia y energía necesarias para mantener informado al sistema interconectado nacional sobre los niveles de transferencia de energía existentes en la subestación.

Todas las señales adquiridas por el controlador son obtenidas con una precisión de 1 milisegundo, con el fin de permitir análisis de fallas en caso de la ocurrencia de algún evento imprevisto. Para lograr este objetivo se tiene instalado un reloj satelital GPS (Sistema de Posición Global) que se encarga de sincronizar todos los elementos de la subestación con una precisión de 1 milisegundo, este reloj se encuentra instalado en la sala de control. Para el envío de la señal de sincronización a cada controlador se utiliza un hilo de fibra óptica con el fin de evitar ruido por interferencia electromagnética. Ya que la distancia entre los controladores y el GPS (Ubicado en la sala de control) puede llegar a ser de hasta 800 metros.

Cada controlador con sus elementos asociados se aloja en su respectivo gabinete el cual está instalado en el patio dentro de una caseta, la comunicación entre este y el nivel Dos se hace a través de fibra óptica con el fin de evitar ruido por interferencia electromagnética, utilizando el protocolo TCP/IP a 100 MBPS. Cada caseta (en total cuatro) aloja dos gabinetes de control de dos campos diferentes como se puede ver en el esquemático de la Figura 17

En total el SAS consta de nueve controladores así: cuatro pertenecientes a los campos de línea, tres de los campos de generación, uno que controla los servicios auxiliares del edificio de control y un controlador para la comunicación con el Nivel 3 (Centro Nacional de Despacho - CND).

Nivel 2. A este nivel pertenecen las estaciones de operación (IHM - Interfaz Humano Máquina) las cuales trabajan en filosofía Principal - Respaldo ya que en caso de ocurrencia de falla de la estación que se encuentra como principal, automáticamente la estación que estaba como respaldo pasa a principal sin que haya pérdida del control desde el nivel 2 dando flexibilidad al

sistema en caso de falla. Esto permite que haya una operación continua del sistema incrementado la disponibilidad a niveles muy cercanos al 100%

Las estaciones de operación (dos en total) están compuestas por un computador tipo servidor con sistema operativo Windows NT 4.0 sobre el cual está instalada la aplicación que hace de interfaz con el usuario. Esta aplicación tiene, entre otras, las siguientes funcionalidades:

Gestión de alarmas. Cualquier anomalía en la subestación es reportada al operador por medio de una indicación visual con la descripción de la falla en la consola de operación y una indicación sonora. Toda la información es almacenada en bases de datos en tiempo real para futuros análisis.

Gestión de eventos. Toda transición de señales es registrada y almacenada en base de datos con el fin de poder realizar consultas por parte de los usuarios del sistema. Estos eventos son almacenados con fecha y hora de ocurrencia con la precisión de 1 milisegundo que exige la regulación.

Gestión de comandos. El usuario puede efectuar comandos locales utilizando la consola de operación donde se muestra toda la información de la subestación actualizada en tiempo real.

Gestión de despliegues. Una de las grandes potencialidades del SAS es mostrarle al usuario (operador) toda la información de la subestación dinámicamente en tiempo real, por ejemplo posición de interruptores,

seccionadores, valor de las medidas análogas, despliegues de enclavamientos, etc., con esta información el operador tiene la visión global de la subestación desde un solo punto (la sala de control).

Esto permite reducción en los tiempos de ejecución de maniobras y operación del sistema interconexión de la subestación de una manera eficaz.

Gestión de reportes. El sistema entrega la información al usuario en forma visual, pero adicionalmente existe la posibilidad de realizar reportes automáticos sobre determinadas variables del sistema y extraerlos en medio magnético o a través de impresora.

Seguridad en la operación. Otra ventaja que le ofrece el sistema es la seguridad que tiene por función al restringir el acceso a determinadas funcionalidades del sistema solamente al personal autorizado.

Nivel 3. A este nivel pertenece el dispositivo que se encarga de realizar la comunicación con el Centro Nacional de Despacho (CND), el cual es llamado “Gateway”, como se puede ver en la Figura 17. A este equipo se conectan todos los controladores de campo quienes le entregan toda la información utilizando el protocolo de comunicación del sistema a través de TCP/IP.

La comunicación con el CND se realiza utilizando un enlace microondas a través del protocolo (estándar internacional) IEC 870-5-101.

Desarrollo realizado. Los trabajos involucraron el ensamble de nueve gabinetes de control como el que se muestra en la Figura 18 en los cuales se interconectaron todos los componentes del sistema de control.

Figura 18 . Configuración de los gabinetes en el proyecto



Fuente: CASTILLO Bautista, Wilson "Diseño, desarrollo e implementación de sistemas de automatización de subestaciones como estrategia de mantenimiento", presentado en el IV Congreso internacional de mantenimiento de ACIEM, Mayo 30-31 de 2002, Bogotá, Colombia.

Adicionalmente se adquirió e instaló los computadores de operación, el “Gateway” para la interfaz de comunicación con el CND, los concentradores de datos (HUB), red de fibra óptica y demás elementos necesarios para la puesta en servicio del sistema de automatización. En cada uno de estos equipos se realizó el desarrollo del programa y la configuración para su intercomunicación y operación en el sistema SAS de la subestación.

Duración Fechas y tiempo de operación. El tiempo invertido en el desarrollo fue de aproximadamente 13 meses con un equipo de trabajo compuesto por tres personas así:

- Un Ingeniero encargado de la coordinación.
- Un Ingeniero encargado del diseño y ensamble de gabinetes.
- Un Ingeniero encargado del desarrollo, pruebas y puesta en servicio del “software” de control, del “software” de supervisión local, del enlace de comunicación con CND y de la integración de todos los componentes para la correcta operación del sistema.

Para la realización de estas actividades el grupo ejecutor tuvo dedicación parcial, debido a que se debía cumplir con las labores diarias del grupo de trabajo.

El sistema se encuentra en operación al 100% desde septiembre de 2001.

Lugar de los trabajos. El desarrollo de toda la plataforma se hizo en la sede principal de ISA Medellín. El montaje y cableado de los equipos en los gabinetes junto con las pruebas en fábrica se realizaron en el laboratorio de protecciones de Ancón Sur. Los equipos fueron instalados y puestos en servicio en la subestación Miel ubicada en Norcasia (Caldas).

Ahorro en Costos. Una de las ventajas obtenidas con este desarrollo es la reducción del costo de implementación del Sistema de Automatización de la Subestación Miel I. En la actualidad se tienen implementados otros sistemas

de automatización y como punto de referencia se ha dado que el costo de un sistema de estas características está alrededor de (US\$900.000,00) aproximadamente.

El costo real del proyecto de desarrollo del SAS de Miel I fue de US\$450.000,00 que comparando con los otros desarrollos, realizados por empresas en su mayoría de origen europeo, DA UN AHORRO OBTENIDO DE MAS DE MIL DOSCIENTOS MILLONES DE PESOS COLOMBIANOS (\$ 1'200.000.000) Obtenidos directamente en el hecho de realizarlo al interior de ISA.

4.4 TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Una vez definida la adquisición de tecnología, el siguiente paso correspondió a la transferencia de tecnología por parte de ISA . Esta actividad fue desarrollada en las siguientes etapas:

4.4.1 Difusión de tecnología. La transferencia de la tecnología de automatización de subestación en ISA , se inicio con la participación de los ingenieros de diseño, construcción, operación y mantenimiento durante el desarrollo en fabrica, pruebas en fabrica, en sitio y puesta en servicio en los proyectos de las subestaciones San Marcos, Primavera, la Sierra, Purnio Paez, Sabanalarga, Sochagota , Guatiguará , la Virginia , durante los años 1995 hasta 2000, en las fabricas de los proveedores tales como Schneider, AEG , ABB , Alsthom y Automatización Avanzada.

Adicionalmente a la experiencia adquirida de la tecnología por parte de ISA , para el desarrollo del SAS de la Subestación la Miel 1 , los profesionales recibieron capacitación del suministrador del “software factory link” por parte del representante en Colombia y el modulo de comunicaciones IEC 570-5-101 en Alemania en la fabrica de Schneider.

Con todo lo anterior fue posible desarrollar por parte del personal interno de ISA el proyecto, cumpliendo con las especificaciones técnicas y la funcionalidad requerida para estos sistemas y con resultados satisfactorios. Adicionalmente se realizó la difusión en la organización mediante la capacitación del personal de operación de las subestaciones por parte del Equipo de Gestión Equipos Control y Medida (GECM) de la Dirección Gestión Mantenimiento de la Gerencia de Producción.

Después de implementado y puesto en operación el sistema se realizaron consultas sobre la aplicación del SAS en la subestación la Miel.

Las ventajas detectadas por el personal de operación entre otras fueron las siguientes:

- Facilidad para el manejo de la operación de equipos.
- Facilidad de respuesta rápida ante fallas.
- Minimiza la oportunidad de cometer errores de maniobras.
- Es bastante amigable.
- Equipos mas compactos y reducidos.

Con todo lo descrito anteriormente el personal indico que se encontraban satisfechos por las ventajas ofrecidas ya que los problemas los solucionaban con el personal de la Dirección Gestión Mantenimiento mediante la red corporativa de ISA, sin necesidad de realizar desplazamientos al sitio, ni acudir a un proveedor externo.

4.4.2 Adaptación e innovación. Mediante el desarrollo del proyecto de automatización de subestaciones en la subestación la Miel 1 se facilita la ejecución de acciones de mantenimiento sobre el sistema, ya que el conocimiento está al interior de ISA y no se requiere de la contratación de un especialista externo para ejecutar estas labores, automáticamente esto implica la reducción de costos de mantenimiento asociada a la facilidad en la intervención del sistema y la posibilidad de realizar cualquier tipo de cambio o actualización a futuro.

Es importante resaltar que con el desarrollo de este proyecto se abrió la puerta para el desarrollo e implementación del SAS y del primer sistema VQ en ISA en la subestación Jamondino.

4.4.3 Comercialización y venta. En este aspecto por ahora no se tiene previsto la venta de la tecnología , sino mas bien la organización esta analizando la oportunidad de generar sinergia con sus filiales tanto en Colombia como en el exterior y adicionalmente la posibilidad de ofrecer este tipo de desarrollo como servicio conexo para sus clientes externos

4.5 GESTION DE LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Con respecto a los derechos de autor quedan bajo el personal que ejecutó el proyecto el cual corresponde al Equipo de Gestión Equipos Control y Medida (GECM) de la Dirección Gestión Mantenimiento de la Gerencia de Producción y como derechos de propiedad industrial le corresponde legalmente a Interconexión Eléctrica S.A. como dueña del proyecto.

4.6 EJECUCIÓN DEL PROYECTO SIN APLICACIÓN DEL MODELO

Dentro de los principales inconvenientes de interconexión eléctrica S.A. E.S.P es que durante el proceso de incorporación de tecnologías a la organización, tal como el caso de la tecnología de automatización de subestaciones, no se ha aplicado un modelo de tecnología, razón por la cual se han presentado una serie de problemas que se describen a continuación :

Problemas desde el punto de vista del diseño de la estrategia tecnológica. Por la falta de una adecuada estrategia tecnológica en ISA, se adquirieron desde 1995 hasta el 2000 una gran diversidad de sistemas de automatización de subestaciones -SAS, lo cual generó sobrecostos y dificultades para la operación y mantenimiento de estos sistemas de control, por no analizar el estado del arte y los cambios tecnológicos que se desarrollarían a futuro bajo plataformas y arquitecturas diferentes.

Problemas desde el punto de vista de la planificación del desarrollo tecnológico. La dificultad en la evaluación y selección del mejor SAS, ya

que este proceso se realiza en forma global para todos los equipos de la subestación, y no se analiza como una tecnología independiente a incorporar en la organización. Lo anterior era debido a que no se disponía de un procedimiento de evaluación para la tecnología que se adquiría, y que se demostrara realmente las características de desempeño de los sistemas ofrecidos.

Otro aspecto de problemas tecnológico de los SAS, fue la falta de integración entre los diferentes subsistemas que funcionan en una subestación (control, protecciones, registro de fallas, contadores de energía, etc.), debido a que las especificaciones no obligaban a los fabricantes a un esfuerzo de integración, ya que al no existir protocolos de comunicación normalizados se dejaba a elección del suministrador su forma de integración.

Problemas desde el punto de vista de Adquisición de tecnología. Se presentaron problemas contractuales en la realización de modificaciones en el sistema de SAS debido a una inadecuada negociación y contratación de tecnología. Adicionalmente a lo anterior las ampliaciones de los SAS existentes se debían realizar obligatoriamente con el suministrador original debido a la gran dificultad de integrar un equipo de control suministrado por otro fabricante.

Debido a la orientación hacia proyectos y a la compra de subestaciones completas, no se había creado al interior de ISA un grupo de negociación para estos sistemas que permitiera una definición de que tecnología era la más apropiada, esto quedaba a discreción de los fabricantes y a los ofrecimientos que se evaluaban en las especificaciones técnicas de la ofertas.

Altos costos en las ofertas de los proveedores de la tecnología debido a que ISA no poseía las competencias técnicas sobre el desarrollo y apropiación de los sistemas de automatización de subestaciones.

Desde el punto de vista de Transferencia de tecnología. Existía un desconocimiento técnico en un 70% de los sistemas SAS adquiridos en ISA debido a una inadecuada difusión de la tecnología dentro de la organización al personal de mantenimiento y operación de la red.

Altos costos en capacitación y entrenamiento específico en cada SAS suministrado, tanto al personal de operación como de mantenimiento, así como de un diverso “stock” de repuestos para su mantenimiento.

Mala atención por parte de los proveedores de la tecnología en el servicio de mantenimiento de los SAS en las subestaciones implementadas y en otros casos altos costos por modificaciones o mantenimientos periódicos o por urgencia.

4.7 CONCLUSIONES DEL PROYECTO SAS – MIEL I

Las conclusiones más importantes de este proyecto de gestión tecnológica son:

- Con este proyecto se logró el objetivo planteado de desarrollar un SAS que cumpliera con la funcionalidad requerida para estos sistemas con resultados satisfactorios a la mitad del costo de un desarrollo externo a ISA.

- Se rompió con el tabú de concebir a un sistema de automatización de subestación como una caja negra en la cual ISA no podía intervenir.
- Se ganó en costos de mantenimiento que se han visto reflejados en las facilidades de ampliación, modificación y mantenimiento del sistema con unos costos mínimos, los cuales están relacionados con el transporte y tiempo del personal que realiza la labor en la subestación; esto para los casos que no se pueda realizar remotamente.
- Con este desarrollo, aprovechando la red corporativa de ISA, es posible desde un puesto de trabajo ubicado en Medellín realizar mantenimiento y modificaciones al sistema sin necesidad de realizar desplazamientos al sitio, lo que redunda aún mas en ahorro en costos.
- Con esta misma base se realizó el SAS de la Subestación Jamondino en un tiempo récord de cuatro meses a unos costos muy inferiores; este sistema fue puesto en servicio en enero de 2003 y es la herramienta de operación para la interconexión Colombia - Ecuador.
- Con esto ISA tiene la oportunidad de ofrecer este tipo de desarrollo como servicio conexo para clientes externos.
- Con este desarrollo se abrió la puerta para implementar el primer sistema VQ en ISA; el cual ya fue desarrollado y se encuentra funcionando en la subestación Jamondino.

5. PROPUESTA DE ASIGNATURAS DE ESTUDIO

La dinámica de la globalización obliga a los países en vía de desarrollo, a formar el recurso estratégico que es el capital humano y a incorporar los avances técnicos a la producción. Como un objetivo de este estudio de investigación se proponen tres asignaturas en el tema de gestión tecnológica que formarán parte de las electivas del programa de estudio de Ingeniarías Eléctrica y Electrónica de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander.

El programa pretende capacitar en las metodologías y herramientas de manejo de la tecnología y la gestión, con el propósito de que el estudiante adquiera las competencias necesarias ,como apoyo al trabajo investigativo y a la innovación tecnológica en cualquier empresa como estrategias competitivas claves en los diferentes mercados y que contribuya en el incremento de la calidad, la productividad y protección del medio ambiente.

Objetivo General

Contribuir al avance de la competitividad de las empresas del país, mediante la formación de profesionales capaces de gestionar el desarrollo tecnológico, a partir de la definición de políticas técnico - científicas y la formulación de estrategias empresariales acordes con el mundo competitivo.

Presentar al estudiante conceptos fundamentales de la gestión tecnológica, proporcionándole herramientas básicas para el diseño de la estrategia, plan

estrategico, adquisición y transferencia de tecnologías y brindar los elementos básicos de la gestión de propiedad intelectual, los cuales le permiten al estudiante obtener un conocimiento amplio sobre el tema de protección legal de las innovaciones.

Objetivos Específicos:

- Capacitar al estudiante en los conceptos básicos de gestión de tecnología con el fin de crear conocimiento sobre esta área temática para su formación futura profesional.
- Organizar y efectuar la planeación tecnológica en las organizaciones, acorde con la misión y los planes estratégicos.
- Desarrollar funciones básicas involucradas en la elaboración del plan tecnológico y adquisición de tecnología como: evaluación, selección, negociación, contratación y adopción de tecnología.
- Identificar y generar espacios de reflexión acerca de normas de propiedad intelectual, como derechos de autor y propiedad industrial.
- Convertir la experiencia cotidiana del uso de la tecnología en un proceso de acumulación de capacidades tecnológicas para explotar el máximo potencial implícito en una tecnología.
- Detectar y promover oportunidades de desarrollo tecnológico en la organización.

- Identificar la normatividad vigente en Colombia, relacionada con Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

Metodología:

- Exposiciones por parte de los profesores con participación de los estudiantes.
- Lecturas en temáticas tecnológicas, creando espacios de análisis crítico reflexivo y de construcción conceptual por parte de los estudiantes.
- Análisis de casos prácticos sobre el tema de tecnología en las empresas.

TEMAS DE ASIGNATURAS

Tema: Gestión y desarrollo de la tecnología.

Intensidad / créditos : 48hrs.- 6 créditos

Contenido: Conceptos básicos de tecnología: Clasificación y tipos de tecnologías, el ciclo de vida de las tecnologías, investigaciones básicas, aplicadas, desarrollo experimental e innovación. Diseño de la estrategia tecnológica : Inventario tecnológico, vigilancia tecnológica, prospectiva tecnológica. Planes tecnológicos: identificación de necesidades tecnológicas, evaluaciones de impacto tecnológicos, ambiental y económico de proyectos, selección de proyectos tecnológicos.

Tema: Adquisición y transferencia de la tecnología.

Intensidad / créditos : 48hrs.- 6 créditos

Contenido: Etapas en la adquisición de tecnología. Negociación de tecnología, contrato tecnológico, tipos de contratos tecnológicos, cláusulas esenciales de los contratos tecnológicos, evaluación de proveedores. Etapa de transferencia de tecnología. mecanismos de transferencia de tecnología, asimilación de tecnología, adopción de tecnología, gerencia del uso de una tecnología,. niveles de aprendizaje tecnológico, estrategias de acumulación de capacidades tecnológicas, formulación de proyectos de Investigación y desarrollo de tecnología.

Tema: Protección legal de la tecnología.

Intensidad / créditos : 48hrs.- 6 créditos

Contenido: Desarrollar los temas de propiedad intelectual: patentes, derechos de autor, «know-how», marcas, prevención de piratería. Ejemplos y conceptos de patentes. Historia y análisis del sistema internacional de patentes del punto de vista de los países en desarrollo. Familiarizar a los participantes con las tendencias actuales de la protección del conocimiento, la normatividad colombiana sobre la propiedad intelectual. Investigación de patentes y legislaciones de otros países y protección legal de las nuevas tecnologías.

Perfil profesional del egresado: El egresado estará capacitado para apoyar el desarrollo tecnológico de la empresa a partir de su conocimiento para:

- Evaluar y orientar los procesos de reconversión productiva y modernización tecnológica de las cadenas productivas en que se halla inscrita la empresa.
- Convertirse en asesor y consultor en tecnología, realizar auditorías y evaluaciones del desarrollo de las capacidades tecnológicas de la empresa, formular y evaluar proyectos de desarrollo tecnológico.
- Agenciar las políticas de ciencia y tecnología así como el desarrollo de los sistemas de innovación, mediante la asesoría a empresas para la presentación de proyectos de desarrollo tecnológico y solicitud de créditos ofrecidos al amparo de las políticas de ciencia y tecnología; el desarrollo de labores de extensión relacionadas con el estímulo y enlace de ofertas y demandas tecnológicas y su desempeño en instituciones tales como centros sectoriales de desarrollo tecnológico y centros de productividad.
- Realización de análisis de prospectiva tecnológica, diseño de estrategia competitiva
- Asesoría y gestión en los procesos de identificación, negociación, adquisición y transferencia de tecnologías.
- Gestión tecnológica y desarrollo de la capacidad de innovación, asesoría y gestión de las alianzas estratégicas que incorporen componentes del desarrollo tecnológico de la empresa.

6. CONCLUSIONES

Una vez concluido este trabajo de investigación, el autor considera que las conclusiones más relevantes son:

- La tecnología es un importante motor de desarrollo a nivel empresarial y del país, y su adecuada aplicación y utilización pueden determinar la competitividad de los negocios y empresas, y por tanto el crecimiento económico del sector y del país.
- La estrategia tecnológica debe estar integrada, con la estrategia global de la empresa de tal manera que permita a ésta, desarrollar, adquirir y asimilar tecnología, incorporarla de forma eficaz a sus nuevos productos o servicios, y anticiparse a las necesidades de los clientes con calidad y oportunidad.
- El plan estratégico tecnológico debe especificar las opciones tecnológicas evaluadas desde el punto de vista técnico, económico, social y ambiental que debe desarrollar la empresa para adquirir la competitividad en las actividades del negocio a que pertenece en el sector eléctrico colombiano.
- La tecnología se puede adquirir o desarrollar. El procesos de adquisición de la tecnología es un proceso compuesto por las actividades de negociación, contratación, investigación y desarrollo interno o externo.

Cada una de estas actividades tiene sus propias particularidades y dificultades que deben ser conocidas y afrontadas debidamente por parte de las empresas.

- Una vez adquirida la tecnología, se debe pasar por las actividades de asimilación o apropiación de la tecnología, adaptación, dominio, innovación o mejoras, y auditoría con el fin de verificar la aplicación efectiva en los procesos productivos de la empresa.
- La búsqueda deliberada y sistemática de innovaciones y el uso intensivo del conocimiento son factores dominantes y responsables del éxito de las empresas del futuro.
- La gestión de propiedad intelectual se aplica en una empresa para evaluar el grado de protección del patrimonio tecnológico propio y conocer las propias fuerzas y las propias debilidades, así como las de los competidores actuales o potenciales, y adoptar, en su caso, las medidas correctoras oportunas.
- Con una adecuada transferencia de tecnología se pretende generar en el país, desarrollos mancomunados con los centros de investigación de las universidades para intentar depender menos de las tecnologías importadas, lo cual contribuye en la creación de nuevos puestos de trabajo, generar el conocimiento en nuestros profesionales y dar soluciones propias a costos mas competitivos.

- Se proponen tres asignaturas en el tema de tecnología con el fin de contribuir en la formación del nuevo profesional de Ingenierías Eléctrica y Electrónica. Este documento, es un texto de consulta para estudiantes de las Universidades y fundamentalmente como apoyo a la investigación futura en el desarrollo de las tecnología del conocimiento.
- En la gestión de tecnología de cualquier empresa el capital humano esta reflejado en sus competencias tales como: las habilidades, el conocimiento, y las actitudes y destrezas, las cuales debe estar soportadas con base en las normas de competencia laboral propias del negocio.

7. RECOMENDACIONES

Una vez concluido este trabajo de investigación, el autor considera las siguientes recomendaciones.

- Crear convenios de cooperación entre la universidad y las empresas del sector eléctrico colombiano, con el fin de desarrollar proyectos de investigación y desarrollo en tecnologías no disponibles en el mercado o estratégicas por costo - beneficio con el fin de fortalecer los procesos productivos de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica.
- Diseñar planes de estudio, procesos formativos y de capacitación en gestión de tecnología con el propósito de incentivar en el estudiante la creación de nuevas empresas de base tecnológica.
- Desarrollar líneas de investigación hacia la gerencia del conocimiento aplicado a las empresas del sector eléctrico con el fin de que estas adquieran herramientas de valoración del capital intelectual.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- [1] BENAVIDES, Carlos. Tecnología, innovación y empresa. Madrid , España, 1998.

- [2] COTE, Fundación. Documento de Aspectos Jurídicos de la Gestión de la Innovación. Madrid, España, Junio 2002.

- [3] UPB-ISA. Curso de Formación Avanzada en Gestión de Tecnología. Medellín, Colombia, Octubre de 2000 – Julio de 2001.

- [4] MARTINEZ Pavez , Carlos. Gestión de la Tecnología y desarrollo de negocios tecnológicos. Universidad Mayor, Facultad de ingeniería, Santiago de Chile, Chile, 2002.

- [5] COLCIENCIAS, Criterios para evaluación de proyectos de I+D. Bogotá, Colombia, 2003.

BIBLIOGRÁFIA

CASTILLO Bautista, Wilson "Diseño, desarrollo e implementación de sistemas de automatización de subestaciones como estrategia de mantenimiento", presentado en el IV Congreso internacional de mantenimiento de ACIEM. Bogotá, Colombia, Mayo 30-31 de 2002.

COTE, Fundación. Documentos de Pautas Metodológicas en Gestión de la Tecnología y de la innovación para empresas. Madrid , España, 1999.

COTE, Fundación. Documento de Vigilancia Tecnológica. Madrid , España, 1999.

HIDALGO Nuchera, Antonio. La Gestión de la Tecnología como Factor Estratégico de la Competitividad Industrial. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Universidad Politécnica de Madrid, España, 1999.

ISA, SISTEMA DE CALIDAD. Documentación del Proceso Gestionar el Desarrollo Tecnológico. Medellín, Colombia, Agosto de 2001.

ISA, El Sector Eléctrico Colombiano Orígenes Evolución y Retos. Medellín, Colombia, 2002.

LATORRE Hector F, BEDOYA Francisco, Olaya Juan Carlos. Guía de Negociación de Tecnología para Interconexión Eléctrica S.A. Universidad Pontificia Bolivariana, Tesis de grado, Medellín, Colombia, 2002.

LUNA Rivillas, Miguel Angel. Tecnología Innovación y Empresa. Interconexión Electrica S.A. Medellín, Colombia, 2000.

MORENO POSADA, Felix y MORENO POSADA , Dario. Introducción al Desarrollo Tecnológico. SENA-ACOPÍ. Bogotá, Colombia, 1986.

TAPIAS Garcia, Heberto. Gestión Tecnológica y Desarrollo Tecnológico. Revista Facultad de Ingeniería . Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, Diciembre de 2000.

TAPIAS Garcia, Heberto. Gestión Tecnológica . Revista Facultad de Ingeniería. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, Junio de 2000.

TAPIAS Garcia, Heberto. Transferencia de Tecnología . Revista Facultad de Ingeniería. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, Noviembre de 1996.

UNIDO, Manual de Negociación y Transferencia de Tecnología , Organización para el desarrollo Industrial de las Naciones Unidas. Viena, 1996 .

UPME, Plan Estratégico del Programa Nacional de Investigaciones en Energía y Minería. Santa Fe de Bogotá, Colombia, Octubre de 2000.

ANEXO A : GENERALIDADES DEL SECTOR ELÉCTRICO COLOMBIANO

El sector minero - energético es uno de los protagonistas dinámicos en el desarrollo científico, económico y social del siglo XXI en el mundo. La energía es uno de los grandes soportes del desarrollo de la humanidad y del mejoramiento de la calidad de vida. En Colombia, el sector eléctrico ha adoptado un modelo, el cual se fundamenta en los principios establecidos en la carta constitucional (Título XII, Capítulo 5, " de la finalidad del Estado y los servicios públicos ", Artículos 365 a 370).

El gobierno colombiano mediante las leyes 142 y 143 de 1994 reestructuró el sector eléctrico, estableciendo cuatro actividades para el desarrollo de la energía eléctrica en el país : la generación, la transmisión, la distribución y la comercialización. Adicionalmente a lo anterior creó el Mercado Mayorista de Electricidad y reorganizó el esquema institucional del sector.

Estas leyes, además de definir el papel del estado con relación a los servicios públicos domiciliarios, separan las actividades de regulación y control de las acciones propiamente empresariales. Para cumplir este compromiso el estado crea las siguientes unidades administrativas especiales: en la parte de planeación se crea la Unidad de Planeación Minero Energética – UPME, en la parte de regulación se crea la Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG - , en la parte de operación se crean el Consejo Nacional de Operación y el Comité Asesor de Comercialización, en la parte de control y vigilancia se asigna la responsabilidad a la Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios. Adicionalmente a lo anterior, se estableció en el modelo del mercado del sector eléctrico la figura

de agentes para las actividades de generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica.

La organización del sector eléctrico colombiano se representa en la figura 17.

Figura 19. Entidades del sector eléctrico colombiano



Fuente: ISA, El Sector Eléctrico Colombiano Orígenes Evolución y Retos. Medellín, Colombia, 2002.

Las funciones definidas por el estado para cada una de las unidades administrativas son las siguientes:

Unidad de Planeación Minero Energética – UPME . Unidad administrativa especial, adscrita la Ministerio de Minas y Energía, creada para ejercer, entre otras las siguientes funciones:

- Establecer los requerimientos energéticos de la población y la manera de satisfacerlos.
- Elaborar y actualizar el plan energético nacional, el plan indicativo de expansión del sector eléctrico y el plan minero nacional.
- Aprobar los planes de gestión y resultados de las empresas de servicios públicos de energía eléctrica y gas.

Comisión de Regulación de Energía y Gas – CREG. Unidad administrativa especial del Ministerio de Minas y Energía, encargada de establecer las condiciones que aseguren la disponibilidad de una oferta energética eficiente, propiciando la competencia e impidiendo abusos de posición dominante en el mercado.

Consejo Nacional de Operación –CON. Órgano ejecutor del Reglamento de Operación, cuya función básica es velar por el cumplimiento de dicho reglamento y acordar los aspectos técnicos para garantizar que la operación

integrada del Sistema Interconectado Nacional (SIN) sea segura, confiable y económica.

Esta conformada por:

- Un representante de cada una de las empresas de generación conectadas al sistema Interconectado nacional que tenga una capacidad instalada superior al 5% del total nacional.
- Dos representantes de las empresas de generación del orden nacional, departamental y municipal conectadas al sistema Interconectado nacional, que tengan una capacidad instalada entre el 1% y el 5 % del total nacional.
- Un representante de las empresas propietarias de la red nacional de interconexión con voto sólo en asuntos relacionados con la interconexión
- Un representante de las demás empresas generadoras conectadas al sistema interconectado nacional.
- El Director del Centro Nacional de Despacho, quien tendrá voz pero no voto.
- Dos representantes de las empresas distribuidoras que no realicen prioritariamente actividades de generación, siendo por lo menos una de ellas la que tenga el mayor mercado de distribución

Comité Asesor De Comercialización –CAC. Es un comité creado por la Comisión de Regulación de Energía y Gas, mediante la resolución 68 de

1999, para asistirle en el seguimiento y la revisión de los aspectos comerciales del Mercado de Energía Mayorista.

El CAC esta conformado por:

- Tres representantes de las empresas que desarrollan conjuntamente las actividades de generación y comercialización.
- Tres representantes de las empresas que desarrollan conjuntamente las actividades de distribución y comercialización.
- Tres representantes de las empresas que desarrollan única y exclusivamente la actividad de comercialización.

Adicionalmente un administrador del Sistema de Intercambios Comerciales - SIC, con voz pero sin voto.

Superintendencia de Servicios Públicos Domiciliarios –SSP. Organismo creado para el control, inspección y vigilancia de las empresas que prestan los servicios públicos domiciliarios, con facultades para sancionarlas o intervenirlas cuando incumplan, de manera reiterada, las normas establecidas.

Agentes del sistema Interconectado Nacional. Empresas que realizan por lo menos una de las actividades del sector eléctrico ya sea generación, transmisión, distribución o comercialización.

La descripción de cada una de las actividades del sector eléctrico colombiano se describen a continuación:

Actividad de generación de energía eléctrica. Consiste en la producción de energía eléctrica mediante plantas hidráulicas o térmicas conectadas al Sistema Interconectado Nacional, bien sea que desarrolle esa actividad en forma exclusiva o en forma combinada con otra u otras actividades del sector eléctrico, cualquiera de ellas sea la actividad principal.

Los agentes generadores conectados al SIN se clasifican como: Generadores, Plantas Menores, Autogeneradores y Cogeneradores.

Generadores : Los agentes a los que se les denomina genéricamente “Generadores”, son aquellos que efectúan sus transacciones de energía en el Mercado Mayorista de Electricidad (normalmente generadores con capacidad instalada igual o superior a 20 MW).

Plantas Menores : Son aquellas plantas o unidades de generación con capacidad instalada inferior a 20 MW. La reglamentación aplicable a las transacciones comerciales que efectúan estos agentes, está contenida en la Resolución CREG - 086 de 1996.

Autogenerador : Es aquella persona natural o jurídica que produce energía eléctrica exclusivamente para atender sus propias necesidades. Por lo tanto, no usa la red pública para fines distintos al de obtener respaldo del Sistema Interconectado Nacional y puede o no, ser el propietario del sistema de generación. La reglamentación aplicable a estos agentes, está contenida en la Resolución CREG - 084 de 1996.

Cogenerador : Es aquella persona natural o jurídica que produce energía utilizando un proceso de Cogeneración y que puede ser o no, el propietario de este sistema. Entendiendo como Cogeneración, el proceso de producción combinada de energía eléctrica y energía térmica, que hace parte integrante de una actividad productiva, destinadas ambas al consumo propio o de terceros y destinadas a procesos industriales o comerciales. La reglamentación aplicable a las transacciones comerciales que efectúan estos agentes, está contenida en la resolución CREG - 085 de 1996.

Actividad de transmisión de energía eléctrica. Esta actividad consistente en el transporte de energía por líneas de transmisión, y la operación, mantenimiento y expansión de los sistemas de transmisión, tanto nacionales como regionales. Se entiende como Sistema de Transmisión Nacional (STN), el sistema interconectado de transmisión de energía eléctrica compuesto por el conjunto de líneas, con sus correspondientes módulos de conexión, que operan a tensiones iguales o superiores a 220 kV.

Actividad de distribución de energía eléctrica. Actividad de transportar energía eléctrica a través de un conjunto de líneas y subestaciones, con sus equipos asociados, que operan a tensiones menores de 220 kV que no pertenecen a un sistema de transmisión regional por estar dedicadas al servicio de un sistema de distribución municipal, distrital o local.

La distribución de energía eléctrica esta compuesta por los Sistemas de Transmisión Regionales (STR) y los Sistemas de Distribución Local (SDL).

Sistema de Transmisión Regional (STR). Sistema de transporte de energía eléctrica compuesto por los activos de conexión al Sistema de Transmisión

Nacional y el conjunto de líneas y subestaciones, con sus equipos asociados, que operan en el nivel de tensión nominal mayor o igual a 57,5 kV y menor a 220 kV y que están conectados eléctricamente entre sí a este nivel de tensión, o que han sido definidos como tales por la Comisión. Un STR puede pertenecer a uno o más Operadores de Red

Operador de Red de STR's y/o SDL's (OR). Son las empresas encargadas de la planeación de la expansión y de las inversiones, operación y mantenimiento de todo o parte de un STR o SDL; los activos pueden ser de su propiedad o de terceros. Para todos los propósitos son las empresas que tienen cargos por uso de los STR's y/o SDL's aprobados por la CREG. El OR siempre debe ser una Empresa de Servicios Públicos.

Sistema de Distribución Local (SDL). Sistema de transporte de energía eléctrica compuesto por el conjunto de líneas y subestaciones, con sus equipos asociados, que operan a niveles de tensión menores a 57,5 kV , dedicados a la prestación del servicio en uno o varios mercados de comercialización.

Actividad de comercialización de energía eléctrica. Actividad consistente en la compra de energía eléctrica en el mercado mayorista y su venta a los usuarios finales, regulados o no regulados, bien sea que desarrolle esa actividad en forma exclusiva o combinada con otras actividades del sector eléctrico, cualquiera de ellas sea la actividad principal.