

ISSN: 2322-7672

III Encuentro de Investigación Formativa Ingeniería Industrial Medellín

Memorias

Grupo de Investigación en Sistemas
Aplicados en la Industria (GISAI)



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

© xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

© Editorial Universidad Pontificia Bolivariana

III Encuentro de Investigación Formativa - Memorias

ISSN: 2322-7672

Primera edición, 2013

Escuela de Ingenierías

Facultad de Ingeniería Industrial

Gran Canciller UPB y Arzobispo de Medellín: Mons. Ricardo Tobón Restrepo

Rector General: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Vicerrector Académico: Pbro. Jorge Iván Ramírez Aguirre

Editor: Juan José García Posada

Coordinación de producción: Ana Milena Gómez C.

Diagramación: Geovany Snehider Serna Velásquez

Corrector de estilo: Monica Patricia Ospina Toro

Dirección editorial:

Editorial Universidad Pontificia Bolivariana, 2013

Email: editorial@upb.edu.co

www.upb.edu.co

Telefax: (57) (4) 354 4565

A.A. 56006 - Medellín - Colombia

Radicado: 1117-22-03-13

Prohibida la reproducción total o parcial, en cualquier medio o para cualquier propósito sin la autorización escrita de la Editorial Universidad Pontificia Bolivariana.

Modelo para selección de proyectos de desarrollo tecnológico en la gerencia de transporte de energía de ISA

Ana María Hernández Zapata

Universidad Pontificia Bolivariana Colombia
anahernandez13@hotmail.com

Julián David Ruiz Suaza

Universidad Pontificia Bolivariana
Colombia
jdrsuaza@hotmail.com

Santiago Quintero Ramírez

Universidad Pontificia Bolivariana
Colombia
santiago.quintero@upb.edu.co

Resumen

El proceso *Stage-Gate*®¹ tiene amplia utilización en los proyectos de desarrollo tecnológico; está compuesto por: etapas (*stages*), en las cuales un equipo de trabajo realiza diferentes actividades relacionadas con el proyecto de desarrollo tecnológico y puertas (*gates*), en las cuales un comité de evaluación asigna recursos y toma deci-

siones correspondientes a la continuación del mismo, de esta forma se minimiza su riesgo y se incrementa su probabilidad de éxito.

Este trabajo presenta la aplicación y adaptación del proceso *Stage-Gate*® para desarrollo tecnológico a proyectos de esta área en la Gerencia de Transporte de Energía de Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P. – ISA, permitiéndole a la empresa minimizar los impactos negativos con respecto al alcance, calidad, costo y tiempo en la selección y ejecución de sus proyectos e incrementar sus competencias tecnológicas, patrimonio tecnológico, productividad y competitividad.

Palabras claves

Desarrollo tecnológico, innovación, gestión del portafolio.

Introducción

El desarrollo tecnológico consiste en la aplicación de los resultados de la investigación o de cualquier otro tipo de conocimiento científico, para la fabricación de nuevos materiales, productos, para el diseño de nuevos procesos, sistemas de producción o de prestación de servicios, así como la mejora tecnológica sustancial de materiales, productos, procesos o sistemas preexistentes. (AENOR, 2006, p.5)². Los posibles resultados de los proyectos de desarrollo tecnológico son: reemplazo de productos, nuevos usos para productos existentes, mejora de calidad de bienes y servicios, reducción de consumo de materias primas, reducción de impactos ambientales, cumplimiento de estándares técnicos industriales y requerimientos regulatorios, mejoramiento de condiciones de seguridad y salud ocupacional, entre otros. (Colciencias, 2011, p.11).

Los proyectos de desarrollo tecnológico, conllevan un alto riesgo y poseen gran cantidad de incógnitas, sin embargo, son de gran importancia para las empresas, ya que permiten el desarrollo de tecnologías y la creación de ventajas competitivas sostenibles. Estos proyectos son considerados especiales por tres razones: surgen a partir de ideas no convencionales; en la mayoría de los casos, sus resultados son

nuevos conocimientos y nuevas tecnologías, que pueden ser la base para innovaciones en la empresa; y sus métodos de gestión y evaluación son diferentes de los utilizados en otros tipos de proyectos, por ejemplo, en proyectos de desarrollo de nuevos productos o proyectos de infraestructura (Cooper, 2007).

Actualmente, la mayoría de las empresas realizan proyectos de desarrollo tecnológico que son de corta duración, ya que la falta de visión de mediano y largo plazo de sus directivos exige la generación de resultados en el corto plazo con un nivel bajo de riesgo. Se hace entonces necesaria la formulación de proyectos de desarrollo tecnológico con una visión de mediano y largo plazo, para lo cual se plantea un modelo que abarque la generación, selección y priorización de ideas; la formulación, selección, evaluación y priorización de anteproyectos y proyectos; y la gestión de su ejecución y de sus resultados.

El modelo presentado en este artículo obedece a un proceso de interacción entre el personal del equipo de planeación y evaluación del negocio de ISA y un grupo de estudiantes en práctica de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Pontificia Bolivariana; donde se definió, diseñó, conceptualizó y documentó las herramientas y el modelo de selección de proyectos de desarrollo tecnológico (Edgett & Jones, 2008) para la Gerencia de Transporte de Energía de ISA. Se espera que este modelo ayude en la estructuración, fortalecimiento y consolidación del proceso de gestión tecnológica en la organización.

El artículo inicia con una breve descripción de Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P. y la Gerencia de Transporte de Energía; seguido se conceptualiza y explica el proceso *Stage-Gate*® y el modelo para selección de proyectos de desarrollo tecnológico en la Gerencia de Transporte de Energía de ISA; finalmente, se presentan los resultados obtenidos, conclusiones y recomendaciones.

Interconexión Eléctrica S. A. E.S.P. – ISA

ISA es el grupo empresarial colombiano con presencia en Colombia, Brasil, Perú, Bolivia, Ecuador, Panamá y Centroamérica, que a través, de sus filiales y subsidiarias se dedica al diseño, construcción, administración y operación de sistemas de infraestructura lineal que impulsan el desarrollo en el continente. Para lograrlo

focaliza sus actividades en los negocios de transporte de energía eléctrica, transporte de telecomunicaciones, concesiones viales, operación y administración de mercados y construcción de proyectos de infraestructura.

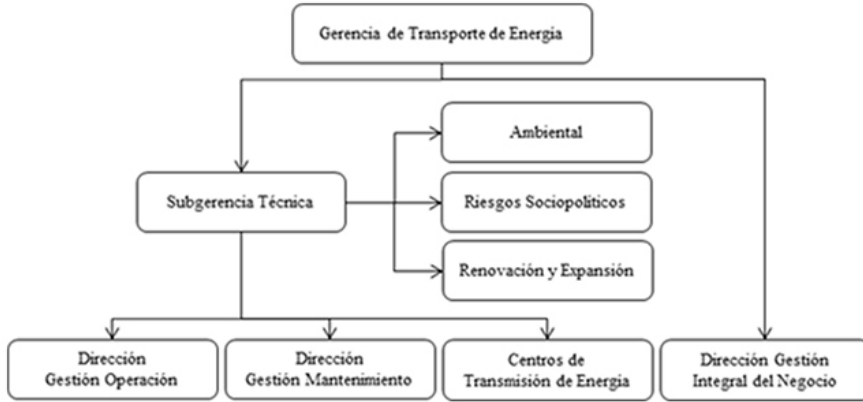
Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P. – ISA, matriz del grupo empresarial, es la mayor empresa de transmisión de energía en Colombia y el único transportador con cubrimiento nacional. Su accionista mayoritario es la Nación con una participación del 52.94%.

El negocio fundamental de ISA es el transporte de energía en alta tensión, con una participación del 71.37% en la propiedad del sistemas de transmisión nacional -STN-, equivalente a 10.000 km. de circuito de transmisión con tensión de 230KV y 500KV, 57 subestaciones, 12.672 MVA de transformación y 4.177 MVAR de compensación reactiva.

Gerencia de transporte de energía

La gerencia de transporte de energía es responsable de la prestación del servicio de transporte de energía en Colombia; cumpliendo con estándares internacionales de confiabilidad y seguridad, y por los resultados operacionales del negocio; como operador estratégico, es responsable de definir, evaluar, estandarizar e implantar el modelo de coordinación técnica, de desarrollar prácticas y procesos homologados y de armonizar la operación y mantenimiento entre las empresas de transporte de energía del Grupo ISA, para tener un desempeño superior conjunto. Está integrada por la subgerencia técnica y la dirección de gestión integral del negocio; la subgerencia técnica está integrada por la dirección de gestión de la operación, la dirección de gestión de mantenimiento y los centros de transmisión de energía (CTE's); y los equipos: ambiental, riesgos sociopolíticos y renovación y expansión (Figura 1).

Figura 2. Organigrama de la gerencia de transporte de energía.



La subgerencia técnica es responsable de garantizar la disponibilidad funcional de los equipos a mínimo costo, mediante la planeación, evaluación y control de las labores de mantenimiento y operación, cumpliendo con los parámetros de oportunidad, calidad y confiabilidad pactados con los clientes y definidos en el programa de optimización de activos; y prestar los servicios de mantenimiento que hayan sido definidos en el portafolio de servicios y que se hayan ofrecido a otras empresas como servicios conexos, para generar valor al negocio de transporte de energía.

La dirección de gestión de la operación es responsable de operar la red de transmisión de energía de ISA y prestar servicios asociados a la planeación y operación, cumpliendo con la regulación y los requerimientos de los clientes, para contribuir a la disponibilidad y continuidad del servicio, agregar valor a los grupos de interés y al ejercicio del rol de operador precalificado. Adicionalmente, cuenta con el centro de supervisión y maniobras (CSM), encargado de realizar remotamente la coordinación, supervisión y el control del sistema eléctrico de propiedad de ISA.

La dirección de gestión de mantenimiento es responsable de preservar la función de los sistemas productivos de transporte de energía, mediante el aseguramiento operativo de sus elementos, para maximizar los valores críticos de compra y la productividad del negocio.

Los centros de transmisión de energía (CTE's) son responsables de garantizar la disponibilidad de la red en el área de influencia mediante la ejecución del mante-

nimiento y maniobras de respaldo e incrementar los ingresos del grupo empresarial mediante la prestación de servicios asociados. Los centros de transmisión de energía son cuatro: Centro, noroccidente, oriente y suroccidente.

La dirección de gestión integral del negocio es responsable de identificar, evaluar y formular iniciativas y propuestas integradas que contribuyan a la toma de decisiones para asegurar la viabilidad, sostenibilidad y permanencia del negocio de transporte de energía, en el marco de las condiciones definidas para la prestación del servicio; y contribuir al crecimiento sostenible y rentable de ISA, desarrollando mercados relacionados con el negocio de transporte de energía y sus servicios asociados, a través de prácticas innovadoras que permitan incrementar la satisfacción y lealtad de los clientes.

Proceso Stage-Gate®

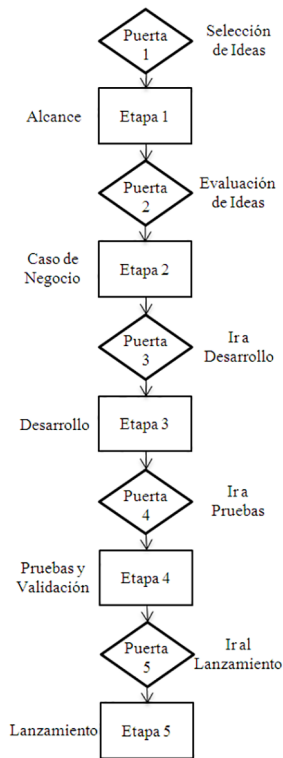
Stage-Gate® para desarrollo de producto

Stage-Gate® para desarrollo de producto es un proceso diseñado y desarrollado por el doctor Robert G. Cooper para el proceso de desarrollo de nuevos productos en las empresas. El proceso general se divide en cinco etapas de ejecución (*stages*) separadas por cinco puertas de decisión (*gates*) (Figura 2) (*Stage-Gate International*, 2000-2012). En cada una de las etapas, las cuales son representadas por rectángulos, un equipo de trabajo realiza múltiples actividades en paralelo relacionadas con el proyecto de desarrollo de nuevos productos, donde se busca y analiza información, que permite disminuir el riesgo de una etapa a otra; en tanto, en cada una de las puertas, representadas por rombos, los comités de evaluación toman decisiones basadas en los entregables de la etapa anterior y los criterios de evaluación de la puerta, relacionadas con la continuación y la asignación de recursos al proyecto, incluyendo la definición de la realización o la no realización de la siguiente etapa (Cooper, 2007).

Es importante resaltar que cada etapa de ejecución tiene un compromiso y un costo mayor que la etapa anterior; es por esto que el proceso *Stage-Gate®* se puede comparar con la elección de una opción de inversión ofrecida por una entidad financiera y el depósito de una cantidad de dinero en la misma; por lo general, al inicio se

invierten bajas cantidades de dinero y a medida que se obtiene rentabilidad, se invierten cantidades de dinero mayores que en las inversiones anteriores. (Cooper, 2008, p.3).

Figura 3. *Stage-Gate*® para desarrollo de producto. Adaptada de (*Stage-Gate International*, 2000-2012).

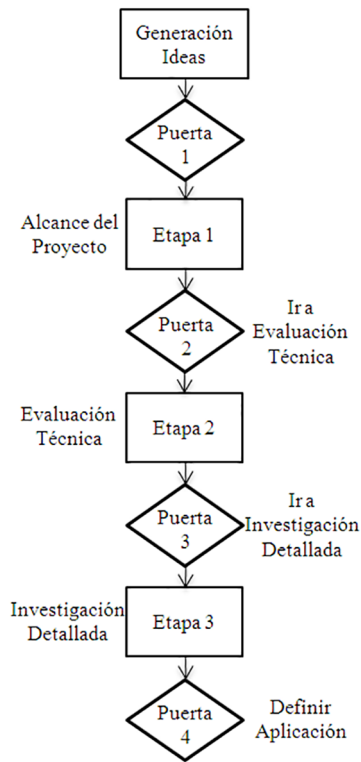


Stage-Gate® para desarrollo tecnológico

Stage-Gate® para desarrollo de producto es un proceso diseñado y desarrollado por el doctor Robert G. Cooper para el proceso de desarrollo tecnológico en las empresas. El proceso general se divide en tres etapas de ejecución (*stages*) separadas por cuatro puertas de decisión (*gates*) (Figura 3) (Cooper, 2007).

“La naturaleza del proceso *Stage-Gate*® para desarrollo tecnológico es muy diferente al proceso *Stage-Gate*® para desarrollo de producto” (Cooper, Edgett & Kleinschmidt, 2002a, p.26), sin embargo, está basado en este. Los resultados inmediatos de los proyectos de desarrollo tecnológico no son nuevos productos o nuevos procesos, pero son nuevas capacidades o conocimiento que pueden generar innovaciones para la empresa (OCDE, 2003).

Figura 4. *Stage-Gate*® para desarrollo tecnológico. Adaptada de (Cooper, 2007, p.70).



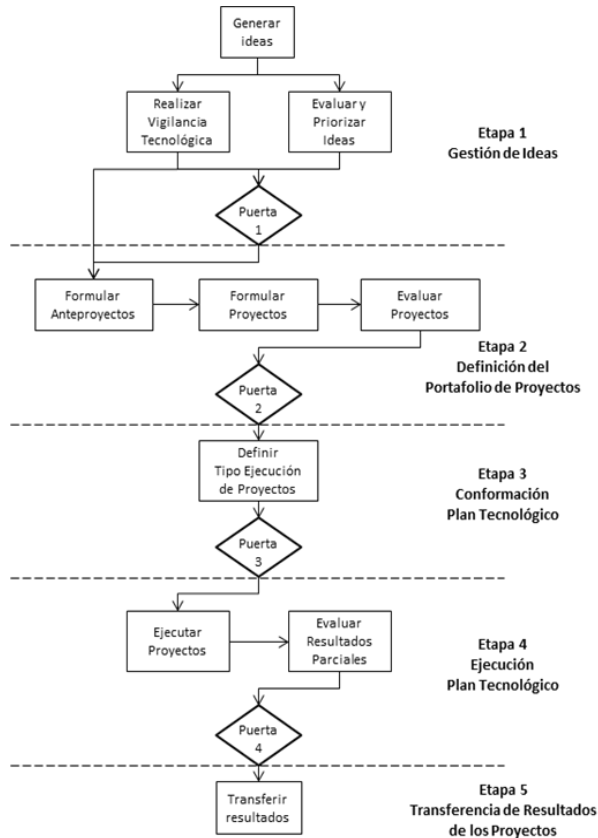
Modelo para selección de proyectos de desarrollo tecnológico en la gerencia de transporte de energía

El modelo propuesto para selección de proyectos de desarrollo tecnológico en la gerencia de transporte de energía de ISA está basado en el proceso *Stage-Gate*® para desarrollo tecnológico.

Al igual que este, se divide en etapas de ejecución (*stages*) separadas por puertas de decisión (*gates*); en cada una de las etapas, las cuales son representadas por rectángulos, un equipo de trabajo realiza múltiples actividades relacionadas con el proyecto de desarrollo tecnológico, disminuyendo su riesgo de una etapa a otra; en tanto, en cada una de las puertas, representadas por rombos, los comités de evaluación toman decisiones relacionadas con la continuación y la asignación de recursos al proyecto, incluyendo la definición de la realización o la no realización de la siguiente etapa (Cooper, 2007).

El modelo propuesto (Figura 4), se divide en cinco etapas de ejecución que abarcan la generación, selección y priorización de ideas; la formulación de anteproyectos y la formulación, selección, evaluación y priorización de proyectos; la definición del tipo de ejecución de proyectos; la ejecución de proyectos y la evaluación de sus resultados parciales; y la transferencia de los resultados de los proyectos.

Figura 5. Modelo para selección de proyectos de desarrollo tecnológico en la gerencia de transporte de energía.



Las etapas de ejecución y las puertas de decisión del modelo se detallan a continuación:

Etapa 1: Gestión de ideas

El objetivo de esta etapa es priorizar las ideas generadas en diferentes áreas del conocimiento relacionadas con el transporte de energía eléctrica.

Las ideas pueden surgir como resultado de las necesidades o problemas identificados en los procesos del negocio y de ejercicios de planeación estratégica, diagnóstico tecnológico, vigilancia tecnológica, prospectiva tecnológica, gestión del conocimiento, entre otros.

Las ideas son propuestas por el personal de las diferentes áreas de la gerencia de transporte de energía a través de un formato de identificación de ideas, el cual debe dar respuesta a cuatro preguntas planteadas: ¿Cuál es la situación no conforme? ¿Por qué la situación es no conforme? ¿Cuál sería la situación conforme? ¿Por qué la situación sería conforme?

Paralelamente, se realiza una vigilancia tecnológica, con el fin de identificar y documentar los diferentes grupos de investigación relacionados con pregrados y posgrados de interés de las principales universidades de Colombia, centros de investigación o centros de desarrollo tecnológico, e información sobre ciencia, tecnología e innovación importante para el proceso de desarrollo tecnológico y de gestión tecnológica en la gerencia. “La vigilancia tecnológica se ha convertido en una herramienta clave para la definición de proyectos de desarrollo tecnológico e innovación en el ámbito académico y empresarial” (ERICA, 2011, p.3).

La vigilancia tecnológica es realizada a través de los sistemas de información del Ministerio de Educación Nacional y del Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación – Colciencias; y de las páginas web de las principales universidades de Colombia, de los diferentes actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y del Sistema Regional de Innovación, de las asociaciones internacionales, de los laboratorios especializados y de los estudios de referenciamiento.

Para identificar las universidades que ofertan los pregrados y posgrados de interés, se utiliza el “Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES)”³, el cual recopila y organiza la información relevante sobre la educación superior en Colombia, permitiendo hacer planeación, monitoreo, evaluación asesoría, inspección y vigilancia del sector.

La identificación y documentación de los grupos de investigación, centros de investigación o centros de desarrollo tecnológico de interés se realiza por medio de la Plataforma ScienTI – Colombia, a través de la herramienta “Ciencia y Tecnología para Todos”⁴, que permite la consulta de información en las bases de datos de Col-

ciencias sobre currículos de investigadores (CvLAC) y hojas de vida de los grupos de investigación (GrupLAC) colombianos; esta herramienta, es de libre acceso y permite consultar información sobre la oferta de Investigación y Desarrollo (I+D) del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Si se requiere información específica sobre los grupos de investigación, centros de investigación o centros de desarrollo tecnológico de interés, se obtiene de sus páginas web.

Por otra parte, la identificación de información sobre ciencia, tecnología e innovación, se obtiene de las páginas web de los diferentes actores del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y del Sistema Regional de Innovación, de las asociaciones internacionales, de los laboratorios especializados y de los estudios de referenciamiento⁵.

Para la evaluación de ideas, se conforman equipos denominados: Comités de evaluación de ideas (CEI), los cuales son integrados por un número determinado de personas elegidas por el Gerente de Transporte de Energía. En la elección de cada uno de los integrantes de los comités, se tienen en cuenta sus competencias técnicas: conocimiento teórico, experiencia y nivel de contribución; esto se realiza para los diferentes temas en que se agrupan las ideas identificadas.

En la evaluación, selección y priorización de ideas, se utiliza la “Herramienta de Evaluación de Ideas de Desarrollo Tecnológico”, en la cual el comité de evaluación de ideas califica el impacto y esfuerzo requerido de las mismas, asignando una de las siguientes calificaciones:

Tabla 1. Niveles de calificación.

Nivel	Calificación
Muy bajo	1
Bajo	3
Alto	7
Muy alto	9

La calificación asignada a cada criterio es la moda de las calificaciones de los evaluadores; en caso de empate, los evaluadores exponen sus argumentos y se realizará una nueva calificación.

La “Matriz Impacto vs Esfuerzo” aplicada en la herramienta, a partir de los puntajes asignados a las ideas evaluadas, le asigna a cada una de ellas una ubicación y un color característico. Los colores permiten priorizar las ideas de acuerdo con la ubicación que ocupen en la matriz; es decir, la idea que tenga impacto muy alto y esfuerzo muy bajo será la más prioritaria, mientras que la idea que tenga impacto muy bajo y esfuerzo muy alto será la menos prioritaria.

Puerta 1: Priorizar ideas

El objetivo de esta puerta es decidir si la idea se convierte en proyecto.

La decisión es tomada por el comité de evaluación de ideas con base en los resultados obtenidos de la evaluación y priorización realizada en la etapa 1, y da respuesta a la pregunta: ¿la idea amerita continuar con la “etapa 2: Definición del portafolio de proyectos”?

En caso de que una idea no es aprobada, es retirada del proceso y almacenada en un Banco de Ideas Postergadas, las cuales son la base de una generación de ideas posterior.

Etapas 2: Definición del portafolio de proyectos

El objetivo de esta etapa es definir el conjunto de proyectos de desarrollo tecnológico a partir de las ideas aprobadas en la puerta 1.

La formulación de los anteproyectos de desarrollo tecnológico se realiza a través de un formato que incluye: identificación de la idea, título, objetivos generales y específicos, descripción del problema, resultados esperados, recursos requeridos (universidad, grupo de investigación, coordinador ISA, otros recursos ISA, costo estimado) y la duración estimada.

Es importante resaltar que los anteproyectos formulados serán el punto de partida para la formulación y conformación del portafolio de proyectos de desarrollo tecnológico de la gerencia de transporte de energía.

Por otra parte, y con base en los resultados de los ejercicios de vigilancia tecnológica, se identifican y contactan los grupos de investigación, centros de investigación o centros de desarrollo tecnológico que de acuerdo a su capacidad científica, pueden aportar soluciones a las ideas aprobadas, es decir, que pueden ejecutar los proyectos de desarrollo tecnológico, y se les presenta el contenido de los anteproyectos.

La formulación de los proyectos de desarrollo tecnológico se realiza en conjunto con los actores considerados como posibles ejecutantes, con el fin de tener claridad especialmente sobre el estado del arte, los resultados esperados y los recursos requeridos; estos actores presentan una propuesta estructurada que incluye: título, objetivos generales y específicos, descripción de la metodología, descripción de los resultados esperados, requerimientos de asesoría y recursos especializados, cronograma detallado de actividades y responsables, presupuesto detallado y posibles fuentes de financiación y posibilidades de protección de la propiedad intelectual.

Con los proyectos formulados, se conforma una versión preliminar del portafolio de proyectos de desarrollo tecnológico de la gerencia de transporte de energía, los cuales serán evaluados con el objetivo de determinar su viabilidad en tres aspectos: técnico, adaptabilidad a la organización y financiero.

Para la evaluación de los proyectos, se conforman equipos denominados: Comités de evaluación de proyectos (CEP), los cuales generalmente son integrados las mismas personas de los comités de evaluación de ideas.

En la evaluación y priorización de proyectos, se utiliza la “Herramienta de Evaluación de Proyectos de Desarrollo Tecnológico”, en la cual el comité de evaluación de proyectos califica diferentes criterios y subcriterios asignando una de las calificaciones presentadas en la tabla 1. Niveles de calificación, los cuales están relacionados con estrategia, fases del proyectos, investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), operación, recursos humanos, entre otros, y corresponden a aspectos técnicos, de adaptabilidad a la organización y financieros (Cooper, Edgett & Kleinschmidt, 2001).

La calificación asignada a cada criterio es la moda de las calificaciones de los evaluadores; en caso de empate, los evaluadores exponen sus argumentos y se realizará una nueva calificación.

Puerta 2: Definir ejecución de proyectos

El objetivo de esta puerta es decidir cuales proyectos se ejecutan en un horizonte de tiempo determinado por el plan de desarrollo del negocio.

La decisión es tomada por el comité de evaluación de proyectos con base en los resultados obtenidos de la evaluación y priorización realizada en la etapa 2, y da respuesta a la pregunta: ¿El proyecto debe ser ejecutado?

Cuando un proyecto no es aprobado, es retirado del proceso, no es incluido en el plan tecnológico de la gerencia de transporte de energía y es almacenado en un banco de proyectos postergados, el cual puede entrar a un proceso de evaluación posterior.

Etapas 3: Conformación plan tecnológico

El objetivo de esta etapa es definir el tipo de ejecución de los proyectos de desarrollo tecnológico aprobados en la puerta 2.

“Para conformar el plan tecnológico, el cual debe estar enmarcado e integrado con el Plan de Desarrollo del Negocio” (Cooper & Edgett, 2010, p.38), se realiza la asignación de recursos humanos, físicos, financieros y técnicos requeridos para la ejecución de cada proyecto, definiendo:

- Requerimientos de participación interna y externa.
- Fuentes de financiación.
- Acuerdos contractuales con el actor ejecutor, incluyendo: condiciones de confidencialidad y distribución de los derechos de propiedad intelectual.
- Acuerdos contractuales con las entidades que financien el proyecto, incluyendo: montos y formas de desembolsos y distribución de derechos de propiedad intelectual.

También, es importante resaltar que se define un coordinador técnico del proyecto perteneciente a la gerencia de transporte de energía, cuya principal responsabilidad es la gerencia técnica del mismo.

La dirección de gestión integral del negocio, apoya la gestión de recursos, la definición de la propiedad intelectual, la contratación de los acuerdos, la efectiva transferencia tecnológica, entre otros; y realiza el seguimiento y control periódico de las etapas de inicio, planificación, ejecución, control y cierre de los proyectos de desarrollo tecnológico.

Puerta 3: Definir y aprobar el plan tecnológico

El objetivo de esta puerta es decidir cuales proyectos pueden ejecutarse, dependiendo de la disponibilidad de recursos humanos, físicos, financieros y técnicos de la empresa; lo anterior es debido a que “las organizaciones tienen demasiados proyectos, pero no tienen suficientes recursos para ejecutarlos” (Cooper, Edgett & Kleinschmidt, 2002b).

La decisión es tomada por el comité de evaluación de proyectos y aprobada por el gerente de transporte de energía con base en los resultados obtenidos en la etapa 3, y da respuesta a la pregunta: ¿la empresa dispone de los recursos humanos, físicos, financieros y técnicos necesarios para la ejecución del proyecto?

Cuando un proyecto no es aprobado, es retirado del proceso, no es incluido en el plan tecnológico de la gerencia de transporte de energía y es almacenado en un banco de proyectos postergados clasificado con prioridad alta, el cual puede entrar a un proceso de evaluación posterior.

Etapas 4: Ejecución plan tecnológico

El objetivo de esta etapa es ejecutar el plan tecnológico que está conformado por los proyectos de desarrollo tecnológico aprobados en la puerta 3.

Esta etapa es la de mayor costo y duración del modelo, ya que incluye la ejecución de los proyectos.

El coordinador técnico realiza y documenta permanentemente el seguimiento y control, desarrollo, resultados y cierre del proyecto, en el caso de este presentar desvia-

ciones significativas, se analizan sus causas y consecuencias, y se define la continuación, reorientación o suspensión del proyecto (Cooper, Edgett & Kleinschmidt, 1999).

Puerta 4: Evaluación de resultados de los proyectos

El objetivo de esta puerta es analizar los resultados parciales o finales para definir el futuro de los proyectos de desarrollo tecnológico dentro de la gerencia.

La decisión es tomada por el comité de evaluación de proyectos, el coordinador técnico de proyectos y personal del área interesada en la aplicación de sus resultados, con base en los resultados obtenidos en la etapa 4, y da respuesta a la pregunta: ¿los resultados parciales o finales obtenidos son satisfactorios para la empresa?

Cuando los resultados obtenidos no son satisfactorios, se analizan sus causas y consecuencias, y se define la continuación, reorientación o suspensión del proyecto y la reasignación de recursos (Cooper, Edgett & Kleinschmidt, 2002c, p.332).

Etapas 5: Transferencia de resultados de los proyectos

El objetivo de esta etapa es transferir los resultados obtenidos de los proyectos de desarrollo tecnológico al personal del área de la gerencia interesada en los mismos.

La transferencia de resultados de los proyectos depende del tipo de ejecución realizada, “incluye tanto la transferencia de equipos físicos, como del conocimiento técnico especializado” (Buitrago, 2004, p.3), y se divide en externa e interna.

La transferencia tecnológica externa se presenta cuando el personal de las áreas de la gerencia interesadas en los proyectos, adquiere del actor, ejecutor del proyecto, todos los elementos y conocimientos que le permitan dominar la tecnología desarrollada.

Después de esto, se presenta la transferencia tecnológica interna, en la cual los grupos de trabajo en donde se aplican los resultados obtenidos de los proyectos adquieren del personal de las áreas de la gerencia interesadas, todos los elementos y conocimientos que le permitan dominar la tecnología desarrollada del actor ejecutor del proyecto.

Después, se presenta la transferencia tecnológica interna, en la cual los grupos de trabajo responsables de los procesos en donde se aplican los resultados obtenidos de los proyectos adquieren todos los elementos y conocimientos que le permitan dominar la tecnología.

Resultados obtenidos

Las herramientas metodológicas que constituyen el modelo de selección de proyectos de desarrollo tecnológico han sido diseñadas y construidas por etapas con trabajos realizados por estudiantes en práctica de la Facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Pontificia Bolivariana con la coordinación del personal de la dirección de gestión integral del negocio, especialmente del equipo de planeación y evaluación del negocio. Las herramientas han tenido aplicación inmediata en la identificación, selección, evaluación y priorización de proyectos de desarrollo tecnológico de la gerencia.

Los resultados obtenidos y las herramientas metodológicas que constituyen el modelo no se presentan en este artículo por un acuerdo de confidencialidad entre sus autores e Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P. – ISA.

Conclusiones y recomendaciones

La tecnología es un factor importante y determinante a nivel empresarial y en el ámbito regional, nacional e internacional, y su adecuada gestión permite incrementar las capacidades tecnológicas, el patrimonio tecnológico, la productividad y la competitividad de las empresas y las naciones.

La gestión de tecnología y sus procesos asociados deben ser retomados y actualizados en la gerencia de transporte de energía de ISA, ya que la mayoría de ellos han sido documentados pero no han sido implantados; lo primero que se debe realizar es la conformación de un equipo de trabajo que lidere este tema y articule las decisiones sobre tecnología con el proceso de planeación y evaluación del negocio; además debe definir una estrategia tecnológica enmarcada e integrada con la estrategia

de competitividad del negocio, se deben definir y asegurar procesos de adquisición, desarrollo, asimilación, transferencia, adaptación e innovación tecnológica.

Por otra parte, para incrementar las capacidades tecnológicas, el patrimonio tecnológico, la productividad y competitividad de la gerencia de transporte de energía de ISA, se debería generar una cultura de la innovación en la empresa; crear espacios para la difusión de temas de ciencia y tecnología, incluir temas relacionados con gestión tecnológica en el “plan educativo”, por ejemplo, capacitaciones en vigilancia tecnológica y gestión de innovación; iniciar el proyecto “escuela técnica”, el cual está directamente relacionado con transferencia tecnológica; crear una red de vigilancia tecnológica que capture, analice y difunda información sobre ciencia y tecnología de asociaciones internacionales, laboratorios especializados y estudios de referenciamiento para convertirla en conocimiento; fomentar las relaciones con los diferentes actores del Sistema Regional de Innovación y del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología; y presentar proyectos de I+D+i enmarcados en el Plan de Ciencia, Tecnología e innovación de Medellín.

La importancia del desarrollo tecnológico radica en que es la primera fase del proceso de innovación; por esto el modelo propuesto para la selección de proyectos de desarrollo tecnológico en la gerencia de transporte de energía de ISA permite incrementar las innovaciones en la empresa; desarrollar competencias en vigilancia tecnológica, formulación, evaluación y gestión de proyectos de desarrollo tecnológico, así como también en la gestión de la propiedad intelectual.

El modelo propuesto para la selección de proyectos de desarrollo tecnológico en la gerencia de transporte de energía de ISA es simple, práctico y de gran utilidad, especialmente cuando el presupuesto de inversión es limitado y el número de ideas a desarrollar es considerable, siendo necesario realizar su priorización.

El modelo desarrollado, incluyendo sus herramientas metodológicas, tienen total aplicación en la definición de proyectos de desarrollo tecnológico en ISA y sus empresas.

Referencias

1. Asociación Española de Normalización y Certificación. (2006). UNE 166000:2006. Gestión de la I+D+i: Terminología y definiciones de las actividades de I+D+i. Madrid, España: AENOR.
2. Buitrago, C. (2004). La transferencia de tecnología en el marco de los acuerdos internacionales de comercio. Medellín, Colombia: Interconexión Eléctrica S.A. E.S.P. – ISA.
3. Cooper, R. (2007). *Managing technology development projects*. *IEEE Engineering Management Review*, 35(1), 67-76.
4. Cooper, R. (2008). Perspective: *The stage-gate idea-to-launch process - update, what's new and NexGen Systems*. *Journal of Product Innovation Management*, 25(3), 213-232.
5. Cooper, R. & Edgett, S. (2010). *Developing a product innovation and technology strategy for your business*. *Research Technology Management*, 53(3), 33-40.
6. Cooper, R., Edgett, S., & Kleinschmidt, E. (1999). *New product portfolio management: Practices and performance*. *Journal of Product Innovation Management*, 16(4), 333-351.
7. Cooper, R., Edgett, S., & Kleinschmidt, E. (2001). *Portfolio management for new product development: results of an industry practices study*. *R&D Management*, 31(4), 361-380.
8. Cooper, R., Edgett, S., & Kleinschmidt, E. (2002a). *Optimizing the stage-gate® process: what best practice companies are doing – part one*. *Research Technology Management*, 45(5), 21-27.
9. Cooper, R., Edgett, S., & Kleinschmidt, E. (2002b). *Optimizing the stage-gate® process: what best practice companies are doing – part two*. *Research Technology Management*, 45(6), 43-49.
10. Cooper, R., Edgett, S., & Kleinschmidt, E. (2002c). *Portfolio management: Fundamental management for new product success*. En: P. Belliveau, A. Griffin & S. Somermeyer (Ed), *The PDMA toolbook for new product development* (pp. 331-364). New York, United States of America: John Wiley & Sons, Inc.
11. Edgett, S., & Jones, M. (2008). *Ten tips for successfully implementing a stage-gate® product innovation process*. <http://www.stage-gate.com/knowledge.php> Recuperado 27 de Abril de 2012.
12. España y sus Regiones Intercambian Conocimiento con Antioquia. Alcaldía de Medellín. (2011). Transferencia y desarrollo de capacidades regionales en vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. http://www.programaerica.org/index.php?option=com_content&view=article&id=27&Itemid=29. Recuperado 15 de Marzo de 2012.

13. Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación. Colciencias. (2011). Tipología de proyectos de carácter científico, tecnológico e innovación. http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reglamentacion/acuerdo_1_de_2011_y_tipologias.pdf. Recuperado el 12 de Marzo de 2012.
14. Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico. OCDE (2003). Manual de Frascati. <http://www.fecyt.es/fecyt/docs/tmp/1810750955.pdf>. Recuperado el 12 de Marzo de 2012.
15. Stage-Gate International. (2000-2012). *Stage-Gate® innovation process: what is the stage-gate® process*. Stage-Gate International. http://www.stage-gate.com/knowledge_pipwhat.php Recuperado el 12 de Febrero de 2012

Notas

¹ *Stage-Gate®* es una marca comercial de R.G *Cooper & Associates Consultants* Inc., en este trabajo se toman las ideas del modelo original y se adaptan a las necesidades y condiciones específicas de la gerencia de transporte de energía de ISA.

² Una definición de mayor nivel de explicación puede encontrarse en el “Capítulo 2. Definiciones y convenciones básicas” del Manual de Frascati.

Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico. (2002). Manual de Frascati. <http://www.fecyt.es/fecyt/docs/tmp/1810750955.pdf>

³ El link para ingresar al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES) es <http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-propertyname-2672.html>.

⁴ El link para ingresar a la Plataforma ScienTI – Colombia, a la herramienta Ciencia y Tecnología para Todos es <http://201.234.78.173:8083/ciencia-war/>.

⁵ Asociaciones internacionales como el *Institute of Electrical and Electronics Engineers* (IEEE) y el *International Council on Large Electric Systems* (CIGRÉ); laboratorios especializados como CESI y el *Electric Power Research Institute* (EPRI); estudios de referenciamiento como el *International Transmission Operations and Maintenance Study* (ITOMS) y la Comisión de Integración Energética Regional (CIER).