



Innovation in research and engineering education:  
key factors for global competitiveness

*Innovación en investigación y educación en ingeniería:  
factores claves para la competitividad global*

# PROGRAMA DE MAESTRÍA PARA PROMOVER LA INNOVACIÓN Y EL EMPRENDIMIENTO EN PROFESIONALES DE LA INGENIERÍA O DE LAS CIENCIAS BÁSICAS

Germán A. Ortiz B.

Universidad de La Sabana  
Bogotá, Colombia

## Resumen

En este trabajo se presenta un programa de maestría para profesionales de la ingeniería o ciencias básicas orientado a desarrollar las competencias técnicas y administrativas necesarias ya sea para estructurar soluciones innovadoras a problemas complejos de negocios o para que sean los gestores y emprendedores de compañías de base tecnológica a partir, principalmente, de proyectos de investigación generadores de nuevo conocimiento. El resultado es el programa de Maestría en Gerencia de Ingeniería implementado en la Universidad de La Sabana que se podría equiparar a un programa de Engineering Management que actualmente operan en otros países pero ajustado a la realidad de Colombia. Este programa de maestría estará operativo a partir del mes de julio del 2013.

**Palabras clave:** maestría en gerencia de ingeniería; maestría en ingeniería administrativa; innovación y emprendimiento; negocios de base tecnológica

## Abstract

*This paper presents a mastering program for professionals graduated from engineering or basic science (Mathematics, physics, Biology, etc.) oriented to develop technical and administrative competences needed either to structure innovative solutions to business complex problems or to be a enterprising and manager of their own Technology-based spin-off company having as a base the knowledge from research projects. The result is the Mastering program of Engineering Management implemented at University of La Sabana. It can be compared with similar programs in other countries but adjusted to Colombia. This program will start in next July.*

**Keywords:** *engineering management, administrative engineering; innovation and entrepreneurship, technology-based spin-off company*

## 1. Introducción

La desbordante generación de nuevo conocimiento, los altos niveles de desarrollo tecnológico actual y las redes de individuos interactuando dinámicamente en tiempo real en pos de intereses personales y comunitarios, producen a nivel organizacional y social una dinámica que obliga a sus miembros a estudiar, evaluar, adquirir, integrar, coordinar y optimizar sus recursos para que respondan con precios razonables, prontitud, variedad y calidad a las exigencias de los individuos y comunidades que demandan más y más valor en cada transacción. El reto no es fácil si se consideran, entre otros, temas tales como la rápida obsolescencia tecnológica, la demanda de soluciones a la medida, los estándares impuestos por los nuevos jugadores en nuevos mercados, la disponibilidad de toda clase de información, la velocidad en que se divulgan los sucesos, el surgimiento de nuevas organizaciones que desafían las pautas establecidas por nuestros negocios; y los riesgos implícitos en la ejecución de cada transacción o la toma de decisiones. Se realizan grandes inversiones que pronto demandaran ajustes o cambios; las decisiones impactan no solo pequeñas áreas sino que afectan organizaciones enteras y comunidades locales e internacionales. Los riesgos deben ser minimizados dadas las grandes inversiones que demandan los proyectos y su impacto.

Se requiere entonces de una visión más amplia e interdisciplinaria; de nuevas herramientas que permitan entender y predecir el comportamiento de múltiples variables; de un “espíritu” innovador y emprendedor que comprometa capacidades allí donde se detectan oportunidades. Las organizaciones requieren ahora diverso capital intelectual que garantice ideas innovadoras y conocimiento para mantener y mejorar la ventaja competitiva, que agreguen valor en cada proceso y generen nuevos productos, procesos o servicios. La creación de un nuevo producto, proceso o servicio empieza, regularmente, como una idea para solucionar un problema o la satisfacción de una necesidad; posteriormente pasará por etapas tales como investigación, diseño, planeación, producción o construcción, evaluación, lanzamiento. Cada etapa regularmente envuelve una o varias disciplinas con conocimientos y tecnologías propias que permiten modelar y simular y que deben armonizar para alcanzar un resultado favorable a la organización. En todo este proceso son imprescindibles las funciones propias de la administración a saber, planeación, organización, liderazgo y control; y la gerencia de proyectos que garanticen los recursos, determinen riesgos y mantenga el control sobre posibles sucesos que afecten el resultado esperado.

En los últimos años Colombia ha experimentado un impulso en los diferentes sectores económicos que ha permitido el ingreso de nuevas organizaciones y el desarrollo de nuevas empresas. Estos negocios demandan el uso de tecnologías, a la vez que desarrollan tecnologías que garantizan su crecimiento y los hace competitivos en el mercado global. Igualmente, siendo las personas los elementos claves dentro de una organización, se demanda de ingenieros con destrezas propias de su área así como también con destrezas administrativas y gerenciales que les permita entender, diseñar, desarrollar y vender soluciones/productos que contribuyan al logro de metas organizacionales y más ampliamente de la sociedad.

Las instituciones de educación superior tienen la responsabilidad de proveer profesionales altamente calificados cuyos antecedentes académicos y destrezas estén orientados a suplir las necesidades actuales y futuras del mercado. Es aquí donde surge la idea de crear una maestría para que ofrezca las competencias a profesionales de la ingeniería o de las ciencias básicas que les permita orquestar recursos organizacionales; generadores de ideas innovadoras; dispuestos a justificar recursos adicionales que permitan generar negocios o unidades nuevas y que finalmente contribuyan al crecimiento económico y social del país.

Desde la perspectiva de la ingeniería, el programa de Maestría en Gerencia de Ingeniería debería permitir afianzar y desarrollar competencias en manejo efectivo de proyectos complejos que involucran tecnologías de punta; liderar y manejar equipos de trabajo y usar sus competencias en ingeniería para el logro de los objetivos organizacionales. Se requiere tener claridad en las ventajas de entender la tecnología en la alta gerencia las cuales enumera Lucy C. Morse (1), o como comenta George H. Heilmeier, Presidente y CEO de Bellcore,: “la competencia es global, y la habilidad de competir exitosamente en esta escala es fomentada por líderes corporativos a través del entendimiento real de los negocios; entender cómo la tecnología guía los negocios actuales y cambiará los negocios del futuro; ver la investigación y el desarrollo como una inversión y no como un gasto; emplear más tiempo en pensamiento estratégico sobre el futuro; resolver problemas de clientes o atender a una necesidad del mercado; enfocarse en innovación” (1)

De otro lado, los procesos formativos propuestos por la Maestría deberían atender a los planes de desarrollo económico y social de la nación, planteados en el documento visión Colombia 2019 (2), y a los lineamientos del programa de productividad y competitividad que pretenden generar mecanismos que aseguren un desarrollo efectivo del sector productivo colombiano para lograr una mejor posición competitiva del País en el mundo. Así mismo el programa de maestría apoya la política de desarrollo productivo para los sectores basados en innovación contemplada en el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 (3), y cuyo objetivo es “impulsar la transformación productiva de la economía hacia sectores intensivos en conocimiento, de tal manera que la oferta productiva y exportable del país se caracterice por su alto valor agregado y su nivel de sofisticación tecnológica.”

## **2. Objetivo General**

Brindar a profesionales graduados de los diferentes campos de la ingeniería o de las ciencias básicas conocimientos y destrezas para liderar iniciativas y programas de gestión tecnológica y de innovación para contribuir a la competitividad empresarial e industrial en entornos cada vez más globalizados, basados en desarrollos de tecnologías de valor agregado y capital intelectual.

## **3. Objetivos Específicos**

- Atender a la necesidad nacional y global, en los diferentes sectores de la economía, de ingenieros interdisciplinarios que entienden tanto los aspectos tecnológicos como de negocios con capacidad de: generar ideas viables y convertirlas en productos exitosos y negocios de base tecnológica rentables; plantear retos técnicos, gerenciales y financieros.
- Despertar y formar a los ingenieros y profesionales de las ciencias básicas en destrezas de innovación y emprendimiento para lograr en forma paramétrica y disciplinada el desarrollo de negocios de base tecnológica que promuevan el desarrollo del país.
- Responder desde el interior de la Universidad, gracias a la integración de diferentes unidades académicas, a la necesidad de profesionales interdisciplinarios en el mercado local e internacional a nivel de conocimiento y productos.

#### 4. Estado actual de la formación en el campo de la profesión

##### - **Ámbito nacional**

En Colombia la formación a nivel de postgrados en el área de la gestión de la ingeniería es muy poca. A nivel de Maestrías, actualmente sólo se referencian los siguientes programas con algunos elementos comunes con el programa propuesto en este documento:

- La Maestría en Ingeniería Administrativa de la Universidad del Norte, Barranquilla, ofrecida por la División de Ingenierías. Este programa es de modalidad profundización con tres posibles énfasis: en gestión organizacional, en ingeniería financiera o en innovación y gestión tecnológica. El único énfasis activo es en gestión organizacional. <http://www.uninorte.edu.co/programas/contenido.asp?ID=287>
- La Maestría en Ingeniería Administrativa de la Universidad Nacional de Colombia – sede Medellín, ofrecida por la Facultad de Minas. Este programa es de doble modalidad (profundización e investigativa). [http://www.unal.edu.co/webprogramas/programa.php@are=2cdbaaab8c38d4773ed5a66cf247ef88&lev=mae&id\\_prog=400.html](http://www.unal.edu.co/webprogramas/programa.php@are=2cdbaaab8c38d4773ed5a66cf247ef88&lev=mae&id_prog=400.html)

##### - **Ámbito Internacional**

Se puede decir que la oferta mundial, particularmente en Estados Unidos (alrededor de 220 programas a nivel de postgrado), es amplia; varias universidades en el mundo están en proceso de implementar esta Maestría.

#### 5. Modelo (5),(6),(7),(8),(9),(10)

De acuerdo con lo anteriormente expuesto, el modelo de formación que más se acerca a lo que se buscó en la Universidad de La Sabana son los programas de Engineering Management que ofrecen diversas universidades en el mundo. Así las cosas, la formación de la Maestría se alineó con las directrices y avances teóricos de importantes asociaciones que influyen en el desarrollo de la profesión y promueven la acreditación de los programas: American Society for Engineering Management – ASEM; Engineering Management Program Consortium, International Association for Management of Technology – IAMOT, entre otras. A nivel de acreditación se consideran los lineamientos de la Accreditation Board for Engineering and Technology – ABET y el “Guide to the Engineering Management Body of Knowledge – EMBK (4), guía desarrollada por la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (American Society of Mechanical Engineers – ASME) que busca introducir los principios y prácticas propias de la gerencia de ingeniería a través de ocho ámbitos de conocimiento. Se garantiza así la calidad del programa y su desarrollo bajo estándares internacionales que demandan alta calidad en las competencias propuestas a través de la evaluación permanente y la actualización. Se decide entonces asignar el nombre de “Gerencia de Ingeniería” como traducción del término en inglés “Engineering Management”.

Para evitar confusiones, se recurre a la siguiente tabla para diferenciar este programa con los programas de maestría en administración – MBA.

Factores	MBA (Maestría en Administración de Negocios)	MGI (Maestría en Gerencia de Ingeniería)
Ubicación institucional	Facultad de Administración	Facultad de Ingeniería
Perfil de ingreso	Profesionales de cualquier disciplina	Profesionales de la ingeniería o ciencias básicas
Perfil del egresado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cargos relacionados con mercadeo y finanzas</li> <li>- Diseño y ejecución de proyectos económicos y comerciales</li> <li>- Ocupación en asuntos netamente gerenciales (ejecutivos)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desempeño en organizaciones de base tecnológica</li> <li>- Dirección de proyectos ingenieriles (tecnológicos)</li> <li>- Evaluación del potencial de innovación en ciencia y tecnología</li> </ul>
Campos de formación	Finanzas, Recursos Humanos, Mercadeo, Servicios	Gerencia de Ingeniería, Gerencia de Proyectos, I&D+i, Ingeniería Financiera, Producción
Modo de operar	Uso de estrategias comerciales y financieras para el logro de los objetivos empresariales	Uso y gestión de tecnologías para conseguir competitividad organizacional
Capacidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestión comercial</li> <li>- Gestión de innovación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestión de proyectos</li> <li>- Liderar equipos técnicos</li> <li>- Innovación</li> </ul>
Énfasis	Más en aspectos cualitativos	Más en aspectos cuantitativos

### Campos de formación y plan de estudios

La estructura del plan de estudios girará en torno de los siguientes ejes temáticos: **Métodos Estadísticos y Financieros** que ofrecen al estudiante los elementos cuantitativos propios para el análisis, simulación y toma de decisiones basada en herramientas tecnológicas de última generación; **Gerencia de Ingeniería** que brindará los elementos cualitativos que integrados con los cuantitativos capacitarán al estudiante para dar respuesta a los retos organizacionales en forma efectiva; **Humanidades**, orientadas a desarrollar en el estudiantes compromiso ético y desarrollo social; **Innovación y Desarrollo** orientados a despertar en el estudiante interés en el desarrollo de nuevos productos o su propio negocio visualizando oportunidades y asumiendo riesgos medibles; **Tecnologías de Información** que lo habilitan para usar las tecnologías de información actuales como herramientas estratégicas para el logro de objetivos corporativos; las materias **Electivas** están propuestas para que el estudiante pueda profundizar en su área de interés; el **Proyecto Final** es un trabajo guiado que desarrollará el estudiante para fortalecer los conceptos que abordó durante la Maestría o, según su interés o necesidad, profundizar en un tema específico.

Tabla 1 Ruta de formación sugerida de la Maestría en Gerencia de Ingeniería

Eje Temático	Semestre			
	I	II	III	IV
<b>Métodos Estadísticos y Financieros</b>	Métodos estadísticos y simulación	Análisis de decisiones económicas	Gerencia financiera para ingenieros	
[9créditos]	[4 créditos]	[3 créditos]	[2 créditos]	
<b>Gerencia de Ingeniería</b>	Gerencia estratégica de tecnologías	Gerencia de proyectos	Gerencia de ingeniería	

[11 créditos]	[3 créditos]	[4 créditos]	[4 créditos]	
<b>Humanidades</b> [2 créditos]	Ética y compromiso social [2 créditos]			
<b>Innovación &amp; Desarrollo</b> [6 créditos]	Innovación y emprendimiento [3 créditos]	Diseño de productos y servicios [3 créditos]		
<b>Tecnologías de Información</b> [2 créditos]		Gerencia de tecnologías de la información [2 créditos]		
<b>Electivas</b> [6 créditos]			Electiva I [2 créditos]	Electiva II [2 créditos]
				Electiva III [2 créditos]
<b>Proyecto Final</b> [10 créditos]			Proyecto final I [4 créditos]	Proyecto final II [6 créditos]
<b>46 créditos</b>	12	12	12	10

La siguiente tabla muestra la relación entre los cursos propuestos para la maestría y el Engineering Management Body of Knowledge (4)

**Tabla 2 Relación cursos –EMBK**

<b>Plan de estudios VS. Engineering Management Body of Knowledge</b>	Métodos estadísticos y simulación	Análisis de decisiones económicas	Gerencia financiera para ingenieros	Gerencia estratégica de tecnologías	Gerencia de proyectos	Gerencia de Ingeniería	Ética y Responsabilidad social/empresarial	Innovación y emprendimiento	Diseño de productos y servicios	Gerencia de tecnologías de la información	Electivas	Proyecto final
<b>Domain 1:</b> Market Research, Assessment And Forecasting	X											X
<b>Domain 2:</b>				X							X	X

Strategic Planning And Change Management												
<b>Domain 3:</b> Product, Service And Process Development							X	X	X			X
<b>Domain 4:</b> Engineering Projects And Process Management				X								X
<b>Domain 5:</b> Financial Resource Management		X	X									X
<b>Domain 6:</b> Marketing, Sales And Communications Management										X		
<b>Domain 7:</b> Leadership And Organizational Management					X					X		
<b>Domain 8:</b> Professional Responsibility, Ethics And Legal Issues						X						X

Finalmente, la siguiente tabla muestra la distribución de horas y créditos por los ejes temáticos considerados en el programa de Maestría en Gerencia de Ingeniería:

**Tabla 3. Distribución de horas y créditos por ejes temáticos en el programa**

Distribución de créditos	HP	HI	CR	% del total de créditos del programa	
	<b>352</b>	<b>1056</b>	<b>22</b>	<b>48%</b>	
Métodos Estadísticos y Financieros	144	432	9	20%	41%
Gerencia, Dirección y Liderazgo	176	528	11	24%	50%
Humanidades	32	96	2	4%	9%
	<b>224</b>	<b>672</b>	<b>14</b>	<b>30%</b>	
Innovación y Diseño	96	288	6	13%	43%
Tecnologías de la Información	32	96	2	4%	14%
Electivas	96	288	6	13%	43%
	<b>160</b>	<b>480</b>	<b>10</b>	<b>22%</b>	
Proyecto Final	160	480	10	22%	
<b>TOTAL</b>	<b>736</b>	<b>2208</b>	<b>46</b>	<b>100%</b>	
HP: horas de trabajo presencial HI: horas de trabajo independiente (autónomo) CR: créditos académicos					

## 6. Referencias

- MORSE Lucy y DANIEL L. *Managing Engineering and Technology*, Balbcock cuarta edición, 2007, pp. 14-15
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. *Visión Colombia II Centenario: 2019. 2005.*
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. *Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014.*
- Guide to the Engineering Management Body of Knowledge (BOK), 2010
- ADNER and LEVINTHAL, 2002 – *The Emergence of Emerging Technologies*, California Management Review. 45(1), pp. 50-66
- BERNAL TORRES, César Augusto, : *Introducción a la administración de las organizaciones : enfoque global e integral / César Augusto Bernal Torres*. México: Pearson Educación de México, 2007.[ISBN 970-261-062-1]
- BOTERO, Sergio and CASTRO, Cesar (2005). “*The experience of engineering management in South America: the cases of Colombia and Peru*”. Engineering Management Journal, Vol. 17, No. 1, PP 9-14.
- KOTNOUR, Timothy and FARR, John V. (2005). “*Engineering management: past, present, and future*”. Engineering Management Journal, Vol. 17, No. 1, 15-26.
- WALSH, 2004 – *Roadmapping a Disruptive Technology: A case study*. The Emerging Microsystems and top-Down Nanosystems Industry, Technology Forecasting and Social Change, 71, pp. 161-185
- WESTBROOK, Jerry D. (2005). “*ASEM’s efforts to recognize quality in engineering management master’s programs*”. Engineering Management Journal, Vol. 17, No. 1, PP 33-38.

### Sobre el Autor

- **Germán Ortiz:** Ingeniero de Sistemas, MBA, Consultor con amplia experiencia en compañías multinacionales, vinculado actualmente con la Universidad de La Sabana como profesor de planta y director de la Maestría en Gerencia de Ingeniería. [germanob@unisabana.edu.co](mailto:germanob@unisabana.edu.co)

---

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería y de la International Federation of Engineering Education Societies

Copyright © 2013 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), International Federation of Engineering Education Societies (IFEES)