

Industrial Engineering Training Status and Challenges of the Profession in Colombia

Freddy Wilson Londoño, Mag.¹, and Fabian Castillo Peña, Mag.¹

¹Universidad Libre Seccional Cali, Colombia, fwlondon@gmail.com, electivauc@gmail.com

Abstract– The insertion of Colombia in the OECD framework has demanded new levels of competitiveness. For Educational purposes, these challenges involve the formation of industrial engineers able to provide productive solutions that integrate people, materials and equipment for the efficient performance of goods and services production and management systems in a globalized economy. In that sense, this paper presents an analysis of the state of national programs in Industrial Engineering and a study on educational needs, challenges and opportunities of the profession in Colombia.

Keywords— Industrial Engineering, Educational Programs, Profession Needs, Opportunities, Colombia.

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2015.1.1.233>

ISBN: 13 978-0-9822896-8-6

ISSN: 2414-6668

13th LACCEI Annual International Conference: “Engineering Education Facing the Grand Challenges, What Are We Doing?”
July 29-31, 2015, Santo Domingo, Dominican Republic

ISBN: 13 978-0-9822896-8-6

ISSN: 2414-6668

DOI: <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2015.1.1.233>

La Ingeniería Industrial: Estado de la Formación y Retos de la Profesión en Colombia

Freddy Wilson Londoño, Magister, Fabian Castillo Peña, Magister,
Universidad Libre Seccional Cali, Colombia, fwlondon@gmail.com, electivaulc@gmail.com

RESUMEN-

La inserción de Colombia en el marco de la OCDE ha demandado nuevos niveles de competitividad del País. Para la Educación, estos retos implican la formación de ingenieros industriales capaces de brindar soluciones productivas que integren personas, materiales y equipos para el desempeño eficiente de sistemas de producción y administración de bienes y servicios en una economía globalizada. En tal sentido, este paper presenta un análisis del estado de la formación nacional en Ingeniería Industrial, así como un estudio sobre las necesidades de formación, retos y oportunidades de la profesión en Colombia.

PALABRAS CLAVES

Ingeniería Industrial, Estado de la Formación, Necesidades de Formación, Oportunidades de Desempeño, Colombia.

ABSTRACT

The insertion of Colombia in the OECD framework has demanded new levels of competitiveness. For Educational purposes, these challenges involve the formation of industrial engineers able to provide productive solutions that integrate people, materials and equipment for the efficient performance of goods and services production and management systems in a globalized economy. In that sense, this paper presents an analysis of the state of national programs in Industrial Engineering and a study on educational needs, challenges and opportunities of the profession in Colombia.

KEYWORDS--

Industrial Engineering, Educational Programs, Profession Needs, Opportunities, Colombia.

I. INTRODUCCION

En temas comerciales, el balance de los primeros 2 años de vigencia del Tratado de Libre Comercio entre Colombia y los Estados Unidos presentado ante el Consejo de Empresas Americanas por el Ministro de Comercio, Industria y Turismo del Colombia, Santiago Rojas, mostró que “*la industria experimentó un crecimiento del 9,8%, {...} de un total de 44 subsectores industriales, 40 alcanzaron un aumento en su producción, al tiempo que el desenvolvimiento de actividades como vehículos (46,0%), ingenios (38,1%), calzado (19%) y textiles (9%). Además, al menos 30 sectores industriales obtuvieron un incremento a tasas superiores al 5%*” [1].

Por tanto, la necesidad de apuntar decididamente a lo expuesto por el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 en torno a: “que el país requiere una transformación productiva; una transformación hacia productos basados en la innovación, especialmente hacia servicios de alto valor agregado que generen empleo calificado. Para este propósito, será necesario concentrar los esfuerzos en algunas cuerdas de botella como: (i) la baja inversión en investigación y desarrollo, (ii) la debilidad de las alianzas universidad-empresa-Estado, (iii) el limitado acceso al financiamiento de nuevos emprendimientos, (iv) la dispersión de los esfuerzos institucionales y de la asignación de recursos, y (v) la baja capacidad de formulación de proyectos de innovación en las regiones”

Frente a los retos de competitividad, Colombia hace una década viene trabajando para mejorar su posicionamiento en el ranking del Foro Económico Mundial –FEM- por ello la Política para la Competitividad y Productividad del país reconoce que “*La educación superior se relaciona con conocimientos específicos, mejores habilidades y mayor productividad agregada, características determinantes en la competitividad de un país*” .

El Plan Estratégico Regional de Ciencia, Tecnología e Innovación reconoce que “En el ámbito competitivo actual, para crear valor, lograr y mantener ventajas competitivas, se deben conjugar simultáneamente: aumentos significativos de productividad (bajos costos), producción de innovación (procesos, productos y negocios nuevos) y flexibilidad (adaptación a los cambios en la demanda de los usuarios y del entorno). Las empresas difícilmente logran conjugar, de manera apropiada y simultánea, estos factores clave – productividad, innovación y flexibilidad- para crear valor, lograr y mantener ventajas competitivas, trabajando de manera aislada e independiente; se precisa de un trabajo en equipo, integral y colectivo alrededor de las cadenas productivas y de la conformación de clústers, con la participación activa del sistema educativo-científico-tecnológico (proveedor de conocimiento y tecnología) y del gobierno (facilitador y regulador de las interacciones entre los dos sistemas)”.

Se pregunta entonces si la nación ¿Cuenta con suficientes ingenieros especializados en la concepción, desarrollo y puesta en marcha de soluciones relacionadas con la producción y administración de bienes y servicios formados para participar en el desarrollo de los sectores productivos, comerciales y de

servicios para la competitividad de las organizaciones de nacionales en marcos de globalización?

II. ESTADO ACTUAL DE LA FORMACION EN INGENIERIA INDUSTRIAL EN LOS AMBITOS INTERNACIONAL Y NACIONAL

Para revisar el estado actual y panorama internacional del programa de Ingeniería Industrial, Se adelanta un estudio, donde se identificaron e indagaron documentos de referencia a nivel internacional, tendencias y planes de estudio en universidades de Estados Unidos y Europa con propuestas en ingeniería tales como:

APICS Operations Management Body of Knowledge Framework 2011

ABET. Criterios para acreditar programas formativos de ingeniería industrial

ANECA. Libro Blanco de Titulaciones de Grado de Ingeniería de la Rama Industrial.

EEES. Declaración de Bolonia y las titulaciones de grado oficiales en Europa.

ENAAE. Framework Standards for the Accreditation of Engineering Programmes.

EUR-ACE programas de ingeniería acreditada Espacio Europeo de Educación Superior.

IIE. El instituto de Ingenieros Industriales.

IEEE. Cuerpo de conocimiento de Ingeniería Industrial en sus disciplinas relacionadas.

INCOSE. SEBOOK de Systems Engineering and Industrial Engineering.

NAE. The engineering 2020: vision of engineering in the new century.

NSPE. Engineering Body of Knowledge 2013

MAYNARD. Maynard's Industrial Engineering Handbook

UNESCO. Informe Mundial de Ingeniería: Issues and Challenges for Development.

2.1 En el ámbito Internacional

Se parte del marco de referencia Europeo, con tres referentes EURYDICE, EUR-ACE y EEES y se complementa con la Comisión del Programa de Convergencia Europea de la ANECA, las cuales en 2004 generaron el Libro Blanco Titulaciones de Ingeniería Rama Industrial[2], que analiza los estudios correspondientes o afines en Europa, sus características, perfiles y las competencias de la titulación.

En este sentido, se aprecia que tras la adaptación a la Declaración de Bolonia, dentro del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) “*El proceso de convergencia con Europa que trata de establecer plantea la ciclicidad de los estudios universitarios, con lo que las ingenierías se convertirán en Ingeniería de primer ciclo y de segundo ciclo*” [3]. La Ingeniería Industrial se transforma en un conjunto de

dos títulos, grado y postgrado,: el Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales o Ingeniería de Organización Industrial (Bachelor de 240 créditos en 3 o 4 años.) y una titulación de segundo ciclo a nivel de Máster en Ingeniería Industrial (de dos años y 140 ECTS).

En los restantes países de la Unión Europea, para el caso de los estudios de Industrial, se realizó una selección de universidades a estudiar con la Base de datos de EUR-ACE y ENAAE, tratando de cubrir la mayor parte de la geografía europea, con el objeto de recabar información sobre la situación de los estudios de industrial en los que las reformas se encuentran implantadas. Se analizan programas en 12 países europeos y las instituciones que lo ofertan. Las titulaciones con contenidos académicos asimilables y con ejercicios profesionales afines, tienen denominaciones muy dispares tales como: Ingeniería Industrial, Producción Industrial, Ingeniería de sistemas de producción, Ingeniería de Planta de Procesos, Ingeniería de Manufactura, Desarrollo de Productos y producción, Logística, Ingeniería Mecánica, Ingeniería de Gestión o Ingeniería de Procesos (Elaboración con base en ENAAE Database of EUR-ACE Labelled Programmes 2014).

Podemos resumir esta diversidad en las siguientes tendencias: La denominación de “Ingeniero de Gestión” que a pesar de la inclusión de la palabra Ingeniero, se imparte de Facultades de Ciencias Económicas o en Escuelas de Negocios en Alemania, Bélgica, Francia, Italia, Reino Unido, En estos estudios desaparecen casi por completo los contenidos de tipo tecnológico y se refuerzan los de economía y de gestión general de la empresa. Por su parte “el Ingeniero en Gestión de la Fabricación, Ingeniero en Gestión de las Operaciones y la Tecnología, Ingeniero de Producción, en las Fachhochschulen o Hogescholes de Alemania, Holanda y en los Departamentos de Ingeniería Mecánica del Reino Unido. En ambos casos se trata de estudios universitarios tanto de grado (Bachelor) como postgrado (Master) pero de orientación profesional. Eso significa que se reducen los contenidos científicos en favor de los tecnológicos y de las estancias en empresas industriales. [4]

Estas dos tendencias muestran entonces que el objetivo de ambas ha sido tradicionalmente la formación de profesionales de la gestión de empresas industriales o de procesos de contenido tecnológico con más énfasis en la formación científica y tecnológica en los Ingenieros Industriales y con más énfasis en la formación en gestión en los Ingenieros de Organización Industrial.

En el ámbito de Norteamérica, los estudios universitarios o de "College" conducen a obtener el título de Bachiller "Bachelor's Degree". El título de Bachelor es conocido como educación subgraduada: ("Undergraduate"); los estudios posteriores a dicho título se conocen como educación postgraduada o graduada: ("Postgraduate").

En Estados Unidos la denominación de Ingeniero Industrial utiliza el Industrial Engineering con un modelo de 4 años. Los estudios allí tienen un enfoque profesional con un peso importante de ciencia básica y contenidos balanceados entre ciencias de la ingeniería, tecnologías de fabricación y técnicas y sistemas de gestión (estos últimos hacia métodos cuantitativos de gestión) y la gestión de la producción.

Para este estudio se han tomado como referencia los programas de formación profesional en las Universidades y College con Ingeniería Industrial definidos por el U.S. Department of Education con la mayor acreditación alcanzada de acuerdo al National Research Council, en Estados Unidos.

A nivel latinoamericano, se carece del Área Común de Educación Superior que integre los sistemas nacionales de información sobre Educación Superior de la región, por ello en 2011 UNESCO-IESALC han impulsado una iniciativa denominada INFOACES coordinada por la Universitat Politècnica de València, que ya cuenta con cerca de 60 instituciones representativas de 22 países de América Latina con el fin de tenerla más completa información con los datos aportados por las IES para consolidar el Mapa de la Educación Superior de América Latina y Caribe (MESALC) [5].

Paralelamente, existe el proyecto Alfa Tuning América Latina 2011-2013 impulsado y coordinado por Universidades de países latinoamericanos y europeos en el que participan más de 230 académicos y responsables de educación superior de Latinoamérica (Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Chile, Ecuador, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Uruguay y Venezuela); conformados en redes de 16 áreas temáticas, quienes buscan afinar las estructuras educativas entre las instituciones de educación superior de América Latina[6]. En la versión de Tuning AL 2011-2013 por primera vez se considera el área temática de ingeniería (por ahora civil e informática).

El estudio de ACOFI de 2011 muestra que en general, los sistemas educativos latinoamericanos establecen la estructura curricular de un programa de formación en Ingeniería en cuatro áreas comunes: *“A.Ciencias básicas: corresponden a 20% a 35% del programa de formación. B.Ciencias de la Ingeniería o tecnologías básicas: varía entre un 20% y un 40% del programa de formación. C.Ingeniería o tecnología aplicada: se encuentra en un rango que va del 35% al 40% del programa de formación y D.Ciencias complementarias: varía entre 5% y 20% del programa de formación”* [7].

Partiendo de este estudio adelantado sobre la carrera, se puede observar que en latinoamérica los programas de pregrado afines a Ingeniería Industrial toman mas de 10

distintas denominaciones; entre las más reconocidas se encuentran: Ingeniería Industrial, Ingeniería Civil Industrial, Ingeniería Industrial y de Sistemas, Ingeniería de la Producción, Ingeniería de la Organización Industrial, Ingeniería industrial y de procesos o Ingeniería de la Producción Industrial. La duración de estos programas oscilan entre 4 y 5 años (salvo ing civil industrial en Chile de 6 años).

A modo de caracterización y descripción –ya que solo en México se encuentran mas de 100 programas, y otros tantos en países como Chile, Argentina y Brasil- se presenta en la Tabla 1, algunos de los programas mas representativos en diez países de Latinoamérica y las instituciones que lo ofertan:

TABLA 1. Algunos Programas Área de Ingeniería Industrial en Latinoamérica

NOMBRE	PROGRAMA	PAÍS
Universidad de Buenos Aires	Ingeniería Industrial	Argentina
Universidad Nacional del Rosario	Ingeniería Industrial	Argentina
Universidad Nacional de La Plata	Ingeniería Industrial	Argentina
Universidad Nacional del Litoral	Ingeniería Industrial	Argentina
Universidad Católica Argentina	Ingeniería Industrial	Argentina
Universidad Tecnológica Nacional de Argentina	Ingeniería Industrial	Argentina
Universidad Mayor de San Andrés	Ingeniería Industrial	Bolivia
Universidad de Brasilia	Engenharia de Produção	Brasil
Universidad de Campiñas	Engenharia de Produção	Brasil
Universidade de São Paulo - ICMC	Engenharia de Produção	Brasil
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	Engenharia de Produção	Brasil
Universidad Católica do Rio de Janeiro	Engenharia de Produção	Brasil
Universidad Católica de Chile	Ingeniería Civil Industrial	Chile
Universidad de Viña del Mar	Ingeniería Civil Industrial	Chile
Universidad de Concepción	Ingeniería Civil Industrial	Chile
Universidad Católica del Norte	Ingeniería Civil Industrial	Chile
Universidad de Chile	Ingeniería Civil Industrial	Chile
Universidad de la Frontera	Ingeniería Civil Industrial	Chile
Universidad de Santiago de Chile	Ingeniería Civil Industrial	Chile
Universidad del Bio-Bio	Ingeniería Civil Industrial	Chile
Universidad de Antofagasta	Ingeniería Civil Industrial	Chile
Universidad Central de Costa Rica	Ingeniería Industrial	Costa Rica
Universidad de Costa Rica	Ingeniería Industrial	Costa Rica
Universidad Latina de Costa Rica	Ingeniería Industrial	Costa Rica
Universidad Nacional de Costa Rica	Ingeniería Industrial	Costa Rica
Escuela Politécnica Nacional	Ingeniería Empresarial	Ecuador
Universidad Central del Ecuador	Ingeniería en Diseño Industrial	Ecuador
Universidad de las Américas	Ingeniería en Producción Industrial	Ecuador
Universidad San Francisco Quito	Ingeniería Industrial	Ecuador
Universidad Autónoma Metropolitana México	Ingeniería Industrial y de Sistemas	México
Instituto Tecnológico Estudios Superiores Monterrey	Ingeniería Industrial y de Sistemas	México
Universidad La Salle	Ingeniería Industrial	México
Universidad Iberoamericana	Ingeniería Industrial	México

Instituto Politécnico Nacional (IPN)	Ingeniería Industrial	México
Universidad Nacional Autónoma México UNAM	Ingeniería Industrial	México
Universidad Latina de Panamá	Ingeniería Industrial	Panamá
Universidad Católica del Perú	Ingeniería Industrial	Perú
Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas	Ingeniería Industrial	Perú
Universidad Nacional de Ingeniería del Perú	Ingeniería Industrial	Perú
Universidad de Lima	Ingeniería Industrial	Perú
Universidad Nacional Mayor de San Marcos	Ingeniería Industrial	Perú
Universidad de Piura	Ingeniería Industrial	Perú
Universidad Católica del Uruguay	Ingeniería Industrial	Uruguay
Universidad de la República	Ingeniería Industrial Mecánica	Uruguay
Universidad de Montevideo	Ingeniería Industrial	Uruguay
Universidad Católica Andrés Bello	Ingeniería Industrial	Venezuela
Universidad Central de Venezuela	Ingeniería Industrial	Venezuela
Universidad Nacional Abierta	Ingeniería Industrial	Venezuela

Fuente: Elaboración con base en estudio de los Colegios Nacionales de Ing. Industrial en Latinoamérica

2.2 Estado de la Formación en el Ámbito Nacional

En el contexto nacional la Ingeniería Industrial, tiene reconocimiento en Instituciones, Universidades, organismos y programas nacionales tales como: el Ministerio de Educación, el Ministerio de Comercio, el ICFES, la Asociación Colombiana de Ingenieros Mecánicos (ACIEM), la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI), El Instituto Colombiano de la Ciencia y la Tecnología F.J.C. (Colciencias), entre otras.

La evolución de la formación en Colombia, de acuerdo con las cifras del Observatorio Laboral para la Educación, muestra que de 1802729 títulos otorgados entre 2001 y 2010, 991328 corresponden a profesionales universitarios (el 55% de dicha población) “las mujeres recibieron el 54,4% y los hombres el 45,6%. De acuerdo al nivel de formación, las mujeres se graduaron en mayor proporción en los niveles universitario y especialización, mientras que los hombres se titularon en los niveles técnico, tecnológico, maestría y doctorado. área de conocimiento, ellas cursaron programas relacionados con Administración, Educación y Contaduría y ellos Formación Militar o Policial e ingenierías” [8].

Si se observa su evolución en la Tabla 2, se aprecia que el número de profesionales universitarios ha crecido en un promedio cercano a los 5000 profesionales por año, aunque su índice de participación ha decrecido del 62% al 45% de los graduados.

TABLA 2. Porcentaje de Graduados por Nivel de Formación en Educación Superior 2001-2010

Títulos por nivel de formación 2001-2010											
NIVEL DE FORMACION	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	TOTAL
TECNICA IES	4.665	8.536	9.738	10.599	12.508	17.939	24.670	48.647	47.243	28.822	213.367
TECNOLOGICA IES	18.423	19.769	19.648	18.919	17.564	18.944	25.131	28.738	35.219	47.480	249.835
UNIVERSITARIA	86.789	86.220	98.534	97.809	91.998	91.078	104.151	109.143	111.889	113.717	991.328
ESPECIALIZACION	26.989	22.077	21.334	23.106	23.820	27.289	35.311	40.311	42.525	52.935	315.697
MAESTRIA	1.811	1.864	1.848	2.281	2.464	3.290	3.543	3.860	4.771	5.861	31.593
DOCTORADO	33	32	46	50	48	91	94	134	173	208	909
TOTAL	138.710	138.498	151.148	152.764	148.402	158.631	192.900	230.833	241.820	249.023	1.802.729

Fuente. Datos del Observatorio de la Universidad Colombiana

Por área de conocimiento la Figura 1. muestra que los egresados de pregrado en Ingeniería, Arquitectura y afines, en esta década (340202), representan cerca del 27% de los graduados en educación superior (1620689), los que a su vez, son una trigésima parte de población del país.

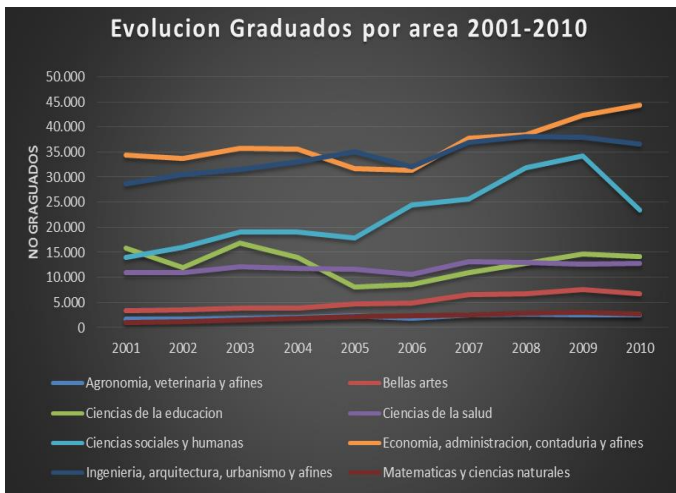
Figura 1. Porcentaje de Graduados por Área de Conocimiento en Educación Superior 2001-2010



Fuente. Datos del Observatorio de la Universidad Colombiana

La evolución en la formación universitaria de ingenieros muestra en la figura 2, una curva estable en cantidad, pero con tendencia a la baja en porcentaje de graduados en ingeniería y afines. Mientras la tendencia es estable en otras áreas como bellas artes, ciencias de la salud, matemática y ciencias naturales y decrece en ciencias sociales y humanas, resulta opuesta al crecimiento en áreas como administración, contaduría y afines.

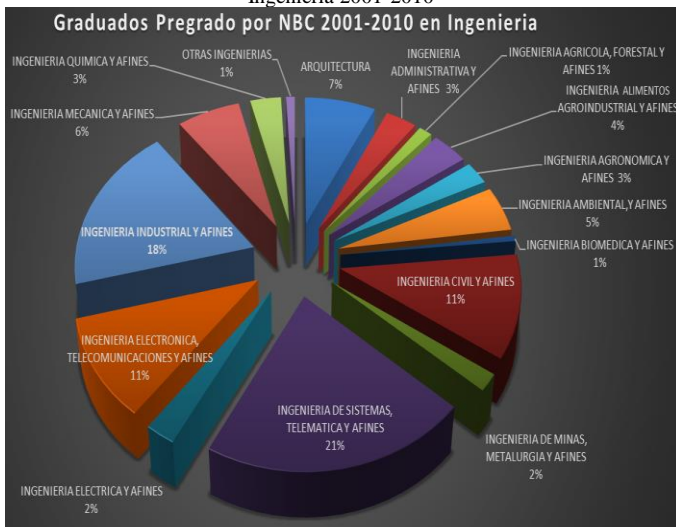
Figura 2. Evolución de la Formación por Área de Conocimiento en Educación Superior 2001-2010



Fuente. Elaboración datos del Observatorio de la Universidad Colombiana

En cuanto a la evolución y la participación el porcentaje de participación de ingenieros y arquitectos ha oscilando entre el 21% y 29% (entre 20 y 28 mil) ingenieros egresados por año. Así en la década 2001-2010 se han graduado 241000 ingenieros, con un promedio de 24000 graduados por año.

Figura 3. Graduados de Pregrado por Núcleo Básico de Conocimiento en Ingeniería 2001-2010

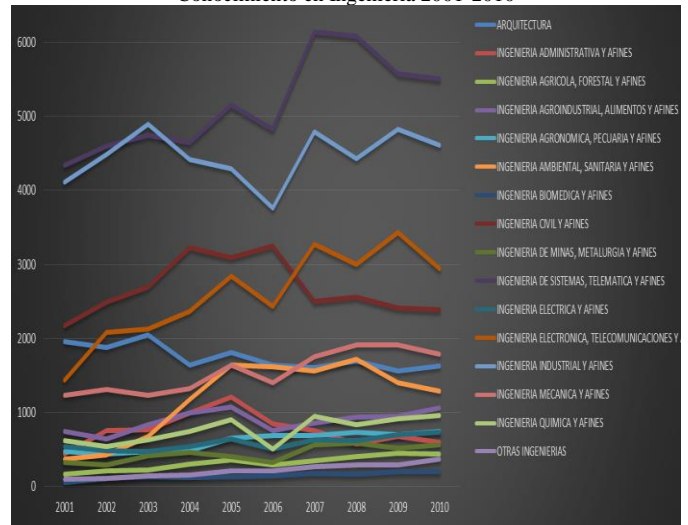


Fuente. Elaboración propia con datos Suministrados por SNIES

La figura 3, muestra que el núcleo básico de conocimiento de Ingeniería Industrial y Afines representa, cuenta con el 18% de los graduados en el área de Ingeniería, Arquitectura y afines para un total de 44597 ingenieros industriales o afines graduados en la década 2001-2010 en el país.

En cuanto a la participación de los ingenieros industriales la figura 4, indica que se ha mantenido estable y representan el 6 % del total de egresados de pregrado universitario en el país y cerca de un 18% del total de ingenieros en Colombia.

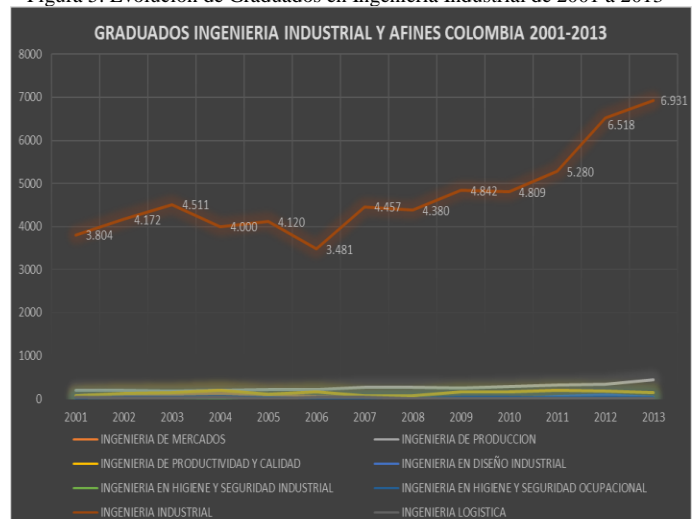
Figura 4. Evolución de Graduados Pregrado por Núcleo Básico de Conocimiento en Ingeniería 2001-2010



Fuente. Gráfica del Observatorio de la Universidad Colombiana

En Colombia de los 67949 ingenieros graduados en el NBC de Ingeniería Industrial y afines graduados entre 2001 y 2013, 61305 son propiamente de ingeniería industrial. La evolución de graduados ha oscilado entre 3800 en 2001 hasta 6931 en 2013, para un promedio 4715 ingenieros industriales graduados anualmente (ver figura 5).

Figura 5. Evolución de Graduados en Ingeniería Industrial de 2001 a 2013



Fuente. Elaboración propia con datos SNIES 2014

Cabe destacar, en los últimos cuatro años, un crecimiento cercano al 10% anual de egresados en ingeniería industrial, (pasando de 4809 en 2010 a 6931 en 2013), estas cifras muestran el desarrollo de la profesión el país, aunque aún representan una cantidad limitada si se considera que son la base para el desarrollo proyectos en el área para 46 millones de habitantes a nivel nacional.

En cuanto a las carreras de pregrado en el 2000 existían 62 programas de ingeniería Industrial; en 2003 ya eran 99; hacia 2007 alcanzaron el tope de 183 programas, año a partir del cual con los procesos de calidad en las IES decaen en 2008 a 132, seguidos desde allí por moderados incrementos hasta los 168 programas registrados en 2012 para ingeniería industrial (ver figura 6).

Figura 6. Número de Programas Universitarios 2001-2013 de Ingeniería Industrial

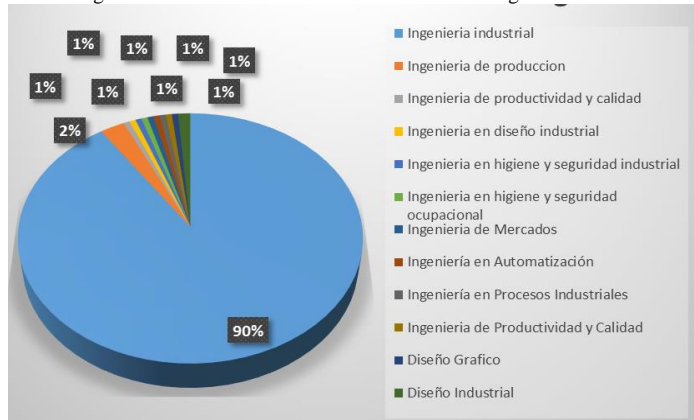


Fuente Elaboración propia con datos SNIES 2014

Para Octubre de 2014, se encuentran 159 programas universitarios de Ingeniería Industrial activos con condición de calidad [13], (si bien aparecen 221 programas registrados, 62 de ellos están inactivos), de los 159, 131 cuentan con registro calificado y 28 con acreditación de alta calidad, para un total de 159 programas activos y con registro. Este panorama muestra un crecimiento anual promedio del 7% en el número de programas activos de Ingeniería Industrial con Registro Calificado, en relación con los 72 programas de 2001.

En relación con su denominación, para el 2014, dentro de los 159 programas activos con Registro Calificado en el NBC de Industrial, según SNIES, aparecen 10 denominaciones, con nombres tan variados, tales como (ver figura 7):

Figura 7. Denominaciones Afines en el NBC de Ing. Industrial



Fuente. Elaboración propia con datos SNIES 2014

En relación con sus énfasis, se evidencia de acuerdo con el estudio “fundamentación conceptual especificaciones de prueba ECAES en Ingeniería Industrial”, realizado por ACOFI en 2006, que las IES del país que “La formación en ingeniería industrial en el país, se encuentra orientada no solamente al desempeño de los egresados en la industria manufacturera, sino también y cada vez con mayor fuerza al desempeño en el sector de servicios y en otros sectores diversos.”

El mismo documento reconoce que a nivel disciplinar los programas de ingeniería industrial “los énfasis encontrados en la formación profesional se pueden citar producción y operaciones, métodos cuantitativos aplicados a la toma de decisiones, administrativa y financiera, para citar sólo los más frecuentes” [9].

Algunos aspectos comunes en las estructuras curriculares son: “Un fuerte componente en la formación en matemáticas y ciencias naturales. En la formación profesional en ingeniería industrial aparecen como componentes comunes: procesos, producción y análisis de operaciones, estudio y análisis del trabajo, optimización e investigación de operaciones, economía, administración, contabilidad y finanzas”. En todos los programas se cuenta con una formación socio-humanística, dentro de un contexto nacional, de soporte a la formación específica en ingeniería.

Actualmente (Enero de 2015), la Reunión del Capítulo de Ingeniería Industrial de ACOFI, plantea adelantar un estudio con los respectivos directores y decanos de Ingeniería Industrial, para la caracterización de sus programas, el cual incluye: Perfil del egresado, áreas de formación y su distribución porcentual, Énfasis y líneas de profundización, estrategias para Investigación. Este estudio que permite ver la evolución y precisar aún más el estudio de 2006, se espera se publique en el año 2016 [10].

2.2. NECESIDADES DE FORMACION EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

2.2.1 Necesidades a Nivel Internacional

“El desarrollo de los países asiáticos va a continuar incidiendo en América Latina y el mundo entre diez y quince años más, continuando con la demanda de materias primas y profesionales.[...] En este contexto, se aspira a que esta situación posibilite un efecto de verdadero desarrollo también en Latinoamérica, no garantizado solamente por el ingreso de divisas, sino por planes específicos donde las ingenierías ocupan un lugar central, como así también la formación de ingenieros para este contexto”

E. Iglesias, OEI Congreso Mundial Ingeniería 2010

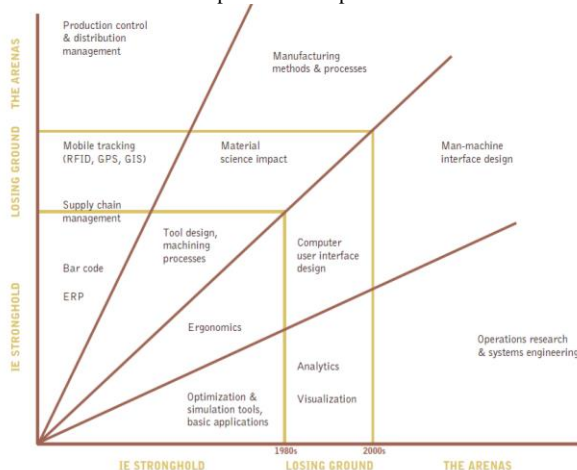
De forma clara y contundente la Directora General de la UNESCO, Irina Bokova, manifiesta que "En momentos en que nos acercamos a 2015, año límite fijado para alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) de las Naciones Unidas, es fundamental ser plenamente conscientes de la importancia decisiva que tiene la capacidad en materia de ingeniería para los países en desarrollo".

El primer informe mundial sobre la ingeniería de la UNESCO [12] (Federación Mundial de Organizaciones de Ingenieros (FMOI), el Consejo Internacional de Academias Ingeniería y de Ciencias Tecnológicas (CAETS), la Federación Internacional de Ingenieros Consultores (FIDIC) e Ingenieros sin Fronteras), señalan que: "en muchos países se observa una escasez de ingenieros considerable. Alemania señala que se da una grave penuria de ingenieros en muchos de sus sectores de producción, mientras que un estudio efectuado en Dinamarca muestra que, para el año 2020, el mercado de trabajo de este país registrará un déficit de 14.000 ingenieros. Aunque el número de estudiantes en especialidades de ingeniería haya aumentado en todo el mundo en cifras absolutas, los porcentajes de matriculados en ellas están disminuyendo con respecto a los observados en otras disciplinas de estudio. En Japón, Noruega, los Países Bajos y la República de Corea, por ejemplo, se han registrado desde finales del decenio de 1990 disminuciones del número de estudiantes de ingeniería que van del 5% al 10%."

El Informe sobre Desarrollo Humano 2013, señala como ejemplo, en Asia el consejo de gobierno manifiesta que "el progreso futuro de Malasia se ve obstaculizado por la investigación y la capacidad de desarrollo inadecuadas, así como por la falta de ingenieros de diseño y proceso, y de trabajadores técnicos y de producción." [13]

Sin embargo a nivel mundial, la demanda de Ingenieros Industriales aumenta a un ritmo superior a la oferta, originando el empleo de otros profesionales en áreas específicas de la Ingeniería Industrial, tal como lo muestra The Global Competitiveness Report 2013–2014 expuesto en la figura 8.

Figura 8. Actividades a Nivel Mundial de Ingenieros Industriales abordadas por otras disciplinas



Así mismo se reconoce desde Europa en donde la AIPE y PMI reconocen que "Los países que más Ingenieros demandan son los conocidos como "BRIC" (acrónimo acuñado por Goldman Sachs en 2003), es decir, Brasil, Rusia, India y China. Además todos los países emergentes, englobados en el grupo de los CIVETS (Colombia, Indonesia, Vietnam, Egipto, Turquía y Sudáfrica) o de Los N-11 (Corea del Sur, México, Indonesia, Turquía, Egipto, Nigeria, Pakistán, Filipinas, Bangladesh y Vietnam)." [14].

En Latinoamérica, por su parte, la CEPAL considera que "Es fundamental la formación de recursos humanos. [...] Cuanto más capacitada esté la población de los países de la región para aportar a la competitividad del sector productivo, mayores serán las opciones de superávit comercial y de crecimiento económico en el mediano y largo plazo" (CEPAL/UNESCO, 2005).

Según el departamento de international mobility de Adecco, los países que más demandan mano de obra en estos momentos son "Alemania, Francia, Países escandinavos (Noruega, Suecia, Finlandia), Países Bajos, Reino Unido, Europa del este (República Checa, Hungría...), Oriente Medio (Emiratos Árabes, Arabia Saudí), Canadá, México y Latinoamérica (Chile, Perú)" [15]. Los sectores profesionales más reclamados son sector sanitario (médicos, enfermeros), sector TI (desarrolladores), sector ingeniería (mecánica, aeronáutica, del petróleo, de minas, civil e industrial).

Como se aprecia la formación de Ingenieros Industriales es una función clave para el logro de los procesos de desarrollo sostenible enmarcados en los objetivos estratégicos de orden mundial como la ONU, UNESCO o UNIDO.

2.3.2. Necesidades de Formación en el Ámbito Nacional

"Una formación de capital humano soportada en la pertinencia, que apunte al desarrollo continuo de las competencias y que genere espacios de articulación, coordinación y diálogo permanente entre el sector educativo y el sector productivo, permitirá a la población ser más competente y competitiva para alcanzar los objetivos de cerrar las brechas e impulsar el desarrollo nacional"

Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 Presidencia de la República

La formación de talento humano es un factor clave para la competitividad del país, "La conexión entre competitividad y formación del capital humano es una de las más ampliamente reconocidas. Diversos estudios muestran que existe una relación fuerte entre el nivel educativo de la fuerza laboral con la productividad y la capacidad para generar valor agregado, entre otras variables fundamentales para el desarrollo" [16].

En tal sentido, Colombia aún tiene notorias brechas en disponibilidad de recurso humano y madurez de la industria, que limitan el desarrollo del sector. La propuesta de política pública para la

excelencia de la educación superior en Colombia a 2034 del CESU, plantea 10 temas con tres objetivos fundamentales para la educación superior en relación con: acceso e inclusión, calidad y pertinencia e investigación (la ciencia, la tecnología y la innovación). En esta última considera que “para estar en capacidad de generar conocimientos que contribuyan a resolver las necesidades del país y sus regiones y a elevar sus niveles de competitividad. Se contará con: [...] carreras técnicas y profesionales estrechamente ligadas a la industria y el sector productivo” [17].

Por ello, el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 reconoce que “En Colombia, La mitad del personal ocupado en la industria manufacturera tiene formación secundaria, el 16,2% primaria, el 9% formación técnica, el 12% educación profesional y el 0,3% formación de maestría y doctorado. Lo anterior se debe, en parte, a que la oferta del país en capital humano altamente calificado es limitada” [18].

Ante tal situación, se hace expresa la necesidad de formar ingenieros industriales para dicha transformación, cuando el Plan Nacional de Desarrollo formula que “este lineamiento promoverá la formación de personal altamente calificado y mecanismos que favorezcan la pertinencia y articulación entre el sector productivo y académico”. Este plan formula lineamientos y acciones estratégicas para lograr un incremento “en población en edad de trabajar calificada –con más de 11 años de educación-, superior en un 20% al nivel actual, concentrado en las áreas de formación que requiera el sector productivo en una prospectiva de 5 años y más” con el fin de lograr “fomentar la articulación entre la oferta de formación y el sector productivo” [18].

La materialización de políticas y lineamientos de los planes y visiones, se adelanta en los documentos CONPES y de manera puntual el CONPES 3527 sobre Política Nacional de Competitividad y Productividad, formula como directriz: “Impulsar un nuevo modelo de Formación Profesional en el país, coherente con los actuales requerimientos de transformación y modernización del aparato productivo colombiano y con los retos de la Sociedad del Conocimiento”.

Como se aprecia, también es claro que las necesidades de formación y la demanda en ingeniería Industrial se mantienen, ya que como lo señala el Observatorio Laboral para la Educación del Ministerio de Educación Nacional al analizar la participación del número de graduados por programas académicos en la última década, considera que: “Los programas más demandados en el país continúan siendo Administración de Empresa (19% en 2010 frente a 22% en 2001), Derecho (15% en 2010 frente a 12% en 2001), Contaduría Pública (15% en 2010 frente a 15% en 2001) e Ingeniería Industrial (8% en 2010 y en 2001)” [19].

Desde el núcleo de la oferta y la demanda de formación de Ingenieros Industriales, se aprecia un porcentaje significativo de demanda insatisfecha, como se aprecia en la Tabla 3, el cual

consolida un comparativo entre inscritos, admitidos, matriculados y graduados de instituciones que ofrecen Ingeniería Industrial en Colombia en el periodo comprendido entre 2001 y 2013 según los datos publicados por el Observatorio Laboral para la Educación y el SNIES-SACES 2014 del Ministerio de Educación Nacional.

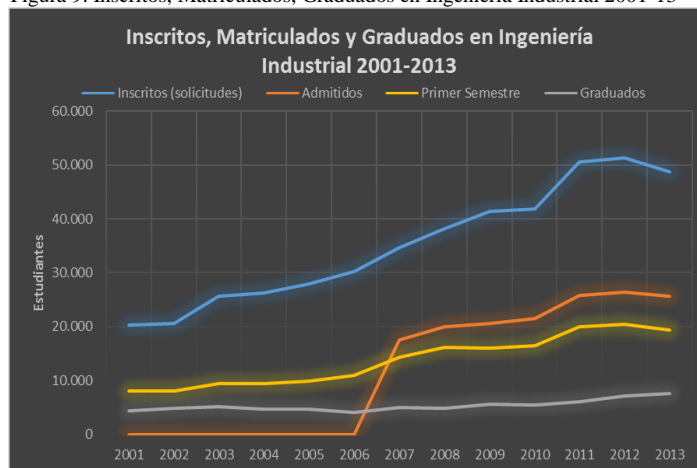
TABLA 3. Demanda y población estudiantil nacional para el programa de ingeniería industrial 2001 a 2013

INGENIERIA INDUSTRIAL	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Nro inscritos (solicitudes)	20329	20632	25688	26232	27865	30174	34617	38157	41396	41843	50488	51252	50893
Admitidos	0	0	0	0	0	0	17501	19970	20577	21428	25924	26380	25948
Matriculados 1er Semestre	8001	7981	9450	9463	9837	10986	14248	16114	16049	16423	19864	20446	19380
Total Estudiantes	70358	69086	72070	72889	75541	79210	86688	94976	103707	103734	123928	133221	141162
Número de graduados	4315	4794	5130	4743	4732	4077	5049	4802	5608	5438	6000	7191	7635
No Programas	72	77	99	98	92	84	183	132	146	152	163	168	163

Fuentes. Observatorio Laboral de la Educación del MEN- SNIES-SACES 2014

Se aprecia que la dinámica económica, política, social e institucional de la Nación en la última década, han incidido positivamente en el interés de los jóvenes por Ingeniería Industrial, ya que luego de iniciar con 20000 inscritos en 2001, la demanda crece a un ritmo promedio anual del 8% hasta alcanzar los 52000 inscritos en 2012.

Figura 9. Inscritos, Matriculados, Graduados en Ingeniería Industrial 2001-13



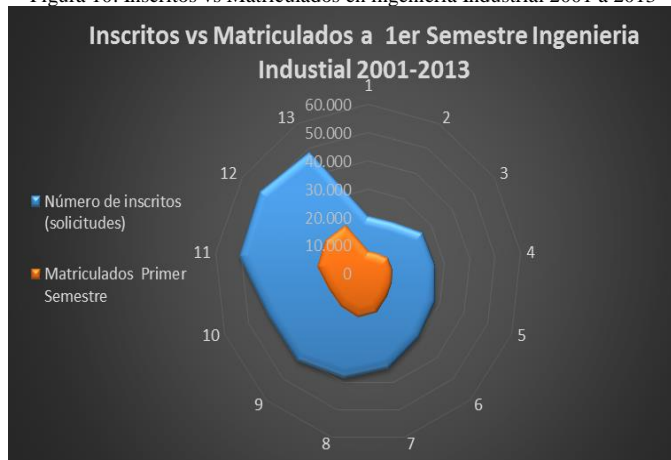
Fuente: Elaboración con datos del SNIES Noviembre de 2014

La población total de estudiantes de ingeniería industrial en el país se ha duplicado, pasando de los 70358 estudiantes en el 2001, a los 141162 estudiantes en 2013 y de igual forma se aprecia el crecimiento de los programas de Ingeniería industrial que han pasado de 72 en el 2001 a 163 en el 2013, mas no así los graduados, que tan solo han crecido el 75%

En Colombia se aprecia que a entre 2010 y 2013 el número de inscritos y de matriculados ha crecido un 20% y los graduados han crecido un 40% en los últimos 4 años (de 5500 ingenieros en 2010 a 7600 en 2013), no sucede lo mismo con la cantidad de programas de

ingeniería industrial que solo han subido un 5% en el mismo periodo (de 152 a 163 programas); lo cual incrementó el promedio de estudiantes por institución.

Figura 10. Inscritos vs Matriculados en ingeniería Industrial 2001 a 2013

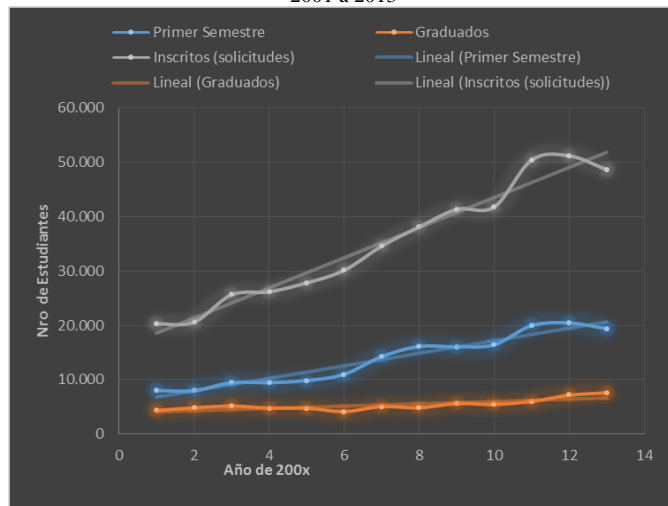


Fuente: Elaboración con Datos SNIES y el Observatorio Laboral MEN a 2014

Por otra parte, de los 51270 inscritos a Ingeniería Industrial en Colombia en 2013, solo un 52% obtuvo un cupo (25648 admitidos) y de ellos solo el 40% llega a matricularse a 1er semestre (20446 estudiantes), lo cual muestra un porcentaje de matrícula inferior al 40% de la demanda. Tal tendencia ha permanecido en estos trece años entre un 36% y un 41% matriculados de los inscritos.

En Ingeniería Industrial, la cantidad de matriculados se reduce a cerca de un tercio al graduarse (7191 de los 20446), lo cual genera un número de egresados limitado para la demanda de profesionales en el área que requieren las organizaciones y el país.

Figura 11. Inscritos, vs matriculados 1er y graduados en ingeniería Industrial 2001 a 2013



Fuente: Elaboración propia con Datos del SNIES y el Observatorio Laboral MEN a Noviembre de 2014

Aun cuando se evidencia un aumento en las cifras 2009-2013; se hace aún más evidente el crecimiento de la brecha desde 2009 entre el 40% más de inscritos, el 25% más de admitidos y el 30% más de matriculados que hoy en 2014 requieren ser atendidos por un 9% más de programas de Ingeniería Industrial en las IES, con cifras que, como se aprecia en la gráfica 16, evidencia una clara tendencia en el incremento de la brecha entre inscritos, matriculados y graduados en Ingeniería Industrial en la nación.

A nivel nacional, los estudios de deserción muestran que a 2010 en promedio el 55% de los estudiantes de Ingeniería deserta [20].

Las Estadísticas a 2013 del SPADIES del MEN muestran que “Para el caso de las áreas de conocimiento de ingenierías, puede aseverarse que las altas tasas de deserción presentadas se relacionan con las debilidades en las competencias académicas básicas de los estudiantes con respecto a las exigencias de los planes de estudios, aspectos que también explican el bajo porcentaje de graduación en el decimocuarto semestre” [21].

TABLA 5. Deserción por Area de formación y cohorte en 2010

	Primer Semestre	Quinto Semestre	Décimo Semestre
INGENIERÍA, ARQUITECTURA, URBANISMO Y AFINES	23,16%	46,13%	55,58%
BELLAS ARTES	19,95%	40,87%	52,50%
ECONOMÍA, ADMINISTRACIÓN, CONTADURÍA Y AFINES	21,37%	41,26%	50,98%
AGRONOMÍA, VETERINARIA Y AFINES	20,00%	41,37%	50,67%
CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN	19,15%	38,23%	47,65%
CIENCIAS BÁSICAS	19,45%	40,22%	46,92%
CIENCIAS SOCIALES Y HUMANAS	18,13%	35,33%	45,41%
CIENCIAS DE LA SALUD	13,92%	29,99%	38,61%

Indagación Técnico Profesional, Tecnológico y Profesional Universitario

Pese al panorama, la ministra de Educación destacó que “el compromiso por parte de las instituciones de educación superior por ofrecer programas académicos pertinentes a las apuestas productivas del país y a los sectores identificados como de talla mundial. En esa medida, se observa que el sector que asocia profesionales en carreras como ingeniería de sistemas y telemática, industrial, electrónica y de telecomunicaciones, mercadeo y publicidad está aumentando el número de graduados, especialmente en las regiones donde se encuentran concentradas gran parte de las empresas del sector. En estas zonas, el número de graduados de pregrado aumentó, entre 2001 y 2009, de 16.044 a 18.391 (14,6% de crecimiento)” [22].

Finalmente, este panorama muestra una nueva oportunidad para las IES que han llevado a cabo procesos de calidad y competitividad, pero que requieren mejorar las condiciones de acceso a ese 52% de estudiantes que no ingresan al sistema y en la retención del 60% de sus estudiantes, que desertan en el proceso de formación, dejando por fuera del sistema a cerca de 25000 aspirantes y a otros 12000 estudiantes anuales que desertan y consideran valiosa la elección de un programa de Ingeniería Industrial.

Conclusiones

Se hace necesario que las Universidades formen Ingenieros Industriales con fundamentación humana, científica y tecnológica para la conceptualización, diseño e implementación de soluciones y la optimización de recursos orientadas al desarrollo sostenible en las empresas e industrias a través de la generación de conocimientos, habilidades y destrezas de sus estudiantes y la aplicación de ellas en el propio sector industrial, comercial y de servicios.

El elevado número de oportunidades para la Ingeniería Industrial plantea exigencias frente al fortalecimiento de los procesos de formación que apunten al mejoramiento de los sistemas de producción y administración de bienes y servicios de las organizaciones, con el fin de mejorar la eficiencia del sector productivo en el marco de la globalización.

La Ingeniería Industrial tradicionalmente vista desde la perspectiva de la productividad de las industrias, requiere ahora ser entendida como una forma de construcción de conocimiento organizado y sistematizado que posibilite la transformación productiva de las organizaciones a través de procesos y acciones que actualicen y hagan competitivas las formas de operación tanto de la industria, como del comercio y los servicios.

La formación en ingeniería no es sólo un asunto tecnológico o productivo, es también un gran desafío educativo, político, cultural, económico y social, que demanda actualizar los programas de formación para alcanzar el nivel de competitividad que demanda el país y la región.

Se hace necesario fortalecer aún más la formación de Ingenieros Industriales para consolidar aspectos organizacionales, humanos y tecnológicos relacionados con la innovación permanente en sistemas de producción, mejoramiento de las operaciones procesos, productos y servicios, así como una gestión de tecnología, talento humano y producción sostenible en las empresas como factor de desarrollo de la sociedad.

REFERENCIAS

- [1] D. D. N. d. Planeación, Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014., Bogota: Presidencia de la República., 2010 Pág. 64. .
- [2] ANECA, «Libro Blanco Titulaciones de Ingeniería Rama Industrial,» <http://www.aneca.es/Documentos-y-publicaciones/Libros-Blancos>, España, 2005.
- [3] EEES, «Espacio Europeo de Educación Superior. Declaración de Bolonia,» En <http://www.eees.es/es/documentacion>, Bolonia, 1999.
- [4] ANECA, «Títulos de Grado en Ingeniería,» Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación., Madrid, 2005 Pág. 83.
- [5] T. AL, «Proyecto TUNING 2011-2013 en América Latina,» <http://www.tuningal.org/>, España, 2006.
- [6] ICFES-ACOFI, «ECAES para Ingeniería 2011-2023,» Convenio 440 , Bogota, 2009.
- [7] MEN, «Perfil Académico y Condiciones de Empleabilidad de los Graduados de Educación Superior 2001 – 2010.,» Ministerio de Educación Nacional, Bogotá, 2011.
- [8] ACOFI, «Marco de fundamentación conceptual. Especificaciones de Prueba. ECAES Ingeniería Industrial.,» Bogotá, 2005. .
- [9] ACOFI, «Reunión Capítulo de Ingeniería Industrial de ACOFI.,» Cartagena, 2014.
- [10] PNUD, «Informe sobre Desarrollo Humano 2013. El ascenso del Sur: Progreso humano en un mundo diverso.,» pnud, 2014.
- [11] UNESCO, «Engineering: Issues Challenges and Opportunities for Development.,» ONU, Francia, 2010.
- [12] SNIES, «Sistema Nacional de Información y Estadística – SNIES-, Módulo Estadísticas.,» MEN, Octubre 25 2014.
- [13] AIPE, «Asociación de Ingenieros Profesionales de España. Reunión PMI.,» Tarrafeta, Ana, España, Octubre 2013.
- [14] D. ABC, «Diario ABC,» [En línea]. Available: <http://www.abc.es/economia/20140526/abci-desajuste-formacion-empleo-201405232114.html>. [Último acceso: 14 10 2014].
- [15] DNP, «CONPES 3439 Institucionalidad y Principios Rectores de Política para la Competitividad y Productividad.,» Bogota, 2006.
- [16] CESU, «Propuesta de Política Pública para la excelencia de la educación superior en Colombia a 2034.,» Bogotá, 2014.
- [17] DNP, «Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014. Departamento Nacional de Planeación-,» Presidencia de la República., Bogotá, 2010.
- [18] MEN, «Perfil Académico y Condiciones de Empleabilidad de los Graduados de Educación Superior 2001 – 2010.,» Bogotá, 2011.
- [19] MEN, «Diagnóstico de la deserción en Colombia.,» *Revista de Educación Superior Ministerio de Educación Nacional.*, vol. 2010, n° No 14, pp. Pag 9-10, 2010.
- [20] SPADIES, «Estudio de Deserción en 2013 con Estadísticas del SACES,» MEN Colombia Aprende, [En línea]. Available: <http://www.colombiaprende.edu.co/html/micrositios/1752/w3-article-343426.html>. [Último acceso: 27 01 2015].
- [21] S. S. d. I. S. A. L. y. E. Caribe, Estado de la Región América Latina y el Caribe Boletín No. 16 Mayo 2014, San Jose: Flacso, 2014.
- [22] MEN, «Foro de seguimiento a graduados y necesidades del sector productivo 2010,» MEN, Bogotá, 2010.