

La Certificación de los Profesionales de Ingeniería: Un análisis multicriterio innovador.

Oscar Alejandro Vásquez Bernal

Universidad nacional de Colombia-Bogotá, ovasquezbernal@gmail.com

Félix cortes

Universidad nacional de Colombia-Bogotá, facortesa@unal.edu.co

Resumen

En la actualidad el profesional de ingeniería colombiano, presenta el desafío en la movilidad profesional a otros países, la cual se ve afectada por el cumplimiento de los requisitos de convalidación de títulos en el exterior; análogamente, los criterios utilizados para la certificación del profesional presentan diferencias entre los organismos de certificación. La adaptación a las condiciones establecidas en cada país para la movilidad profesional es deseable, por ende, analizar los criterios y alternativas de certificación profesional de ingeniería internacionales y proponer el modelo más apropiado que apoye el proceso de certificación profesional en Colombia es fundamental para mejorar la movilidad profesional.

Se plantea aplicar el Proceso Analítico Jerárquico en el contexto de la selección basado en metas para determinar el peso de los criterios (objetivos), los niveles de preferencia para cada alternativa (modelos de certificación) e identificar el modelo más apropiado para certificar profesionales de ingeniería en Colombia. Este proceso coadyuvará a revisar las diferentes alternativas y criterios que las entidades certificadoras profesionales internacionales aplican, con el fin de determinar el modelo más apropiado para Colombia.

Diferentes técnicas han sido utilizadas para analizar alternativas y criterios para la toma de decisiones. Una de las técnicas más utilizadas está dentro del marco de selección basado en metas (Goal Based Choice) y es el análisis de toma de decisiones por el método PROACT (Problema, Objetivos, Alternativas, Consecuencias, Transacciones). Luego de aplicará el Proceso de Análisis Jerárquico con el fin de determinar el peso de los criterios (objetivos), los niveles de preferencia para cada alternativa (modelos de certificación) e identificar el modelo más apropiado para certificar profesionales de ingeniería en Colombia.

El aporte investigativo está en la identificación y análisis los criterios y alternativas de certificación profesional para establecer un modelo de análisis multicriterio, entregará elementos que apoyan el proceso de certificación en Colombia efectuado por los Consejos y Organizaciones profesionales de ingeniería. Los resultados muestran como una evolución en el concepto de la innovación, en el proceso de toma de decisiones, puede ser utilizado para proponer nuevas metodologías asociadas a la toma de decisiones en las organizaciones colombianas.

Palabras claves: Certificación Profesional, Analisis de Decisión Multicriterio, método PROACT, innovación en procesos.

Línea temática: Nuevas perspectivas en la gestión de la innovación. “Innovación en el proceso de toma de decisiones”.

Abstract

Currently the Colombian professional engineering, presents the challenge in job mobility to other countries, which is affected by compliance with the requirements for degrees abroad; similarly, the criteria for professional certification differ between certification bodies. Adapting to the conditions in each country for occupational mobility is desirable, therefore, to analyze the criteria for professional certification and alternative international engineering and propose the most appropriate model to support the professional certification process in Colombia

is key to improving occupational mobility.

It is proposed to apply the Analytic Hierarchy Process in the context of goal-based selection to determine the weight of criteria (objectives), the preference levels for each alternative (certification models) and identify the most appropriate model for certifying professional engineering in Colombia. This process will contribute to review various alternatives and criteria that apply international professional certification bodies, in order to determine the most appropriate model for Colombia.

Different techniques have been used to analyze alternatives and criteria for decision-making. One of the most used techniques is within the framework of selection based on goals (Goal Based Choice) is the analysis and decision-making by the PROACT method (Problem, Objectives, Alternatives, Consequences, Transactions). After apply the Analysis Hierarchy Process in order to determine the weight of criteria (objectives), the preference levels for each alternative (certification models) and to identify the most appropriate to certify professional engineering model in Colombia.

The research contribution is the identification and analysis of alternatives and criteria to establish a professional model certification multicriteria analysis, deliver elements that support the certification process in Colombia made by the Councils and professional engineering organizations. The results show an evolution in the concept of innovation, in the process of decision making, can be used to propose new methodologies associated with decision making in the Colombian organizations.

Keywords: Professional Certification, Multicriteria Decision Analysis, PROACT method, Innovation Process

1 Introducción

La movilidad internacional de los profesionales colombianos presenta un desafío en cuanto al cumplimiento de los requisitos de convalidación de títulos en el exterior. Análogamente, los criterios utilizados para la certificación del profesional presentan diferencias entre los organismos de certificación de los diferentes países.

La adaptación a las condiciones establecidas en cada país para la movilidad profesional es deseable, por ende, analizar los criterios y alternativas de certificación profesional de ingeniería internacionales y proponer el modelo más apropiado que apoye el proceso de certificación profesional en Colombia es fundamental para mejorar la movilidad profesional.

La situación actual del profesional de ingeniería colombiano está enmarcada en que la movilidad profesional a otros países se ve afectada por el cumplimiento de los requisitos de convalidación de títulos en el exterior que los organismos de certificación solicitan y los criterios de cada organismo de certificación son diferentes en cada uno de los países.

La situación deseada estará enmarcada en que para la adaptación a las condiciones establecidas por cada país para la movilidad profesional es necesario identificar y definir los criterios para la certificación de los profesionales de ingeniería tomando como base el análisis de los modelos de certificación de otros países y proponer una metodología de análisis multicriterio que apoye el proceso de certificación de los profesionales de ingeniería en Colombia.

1.1. La importancia en adoptar el método PROACT en el problema de análisis

El objetivo de este documento, es describir el análisis de las alternativas y criterios referentes a la certificación de los profesionales de ingeniería, tomando como base el método PROACT de Hammond, J., Keeney, R., & Raiffa, H. (2002) dentro del marco de selección basado en metas (Goal Based Choice). El aporte principal de este documento, es mostrar el desarrollo del método PROACT aplicado en un tema de gran relevancia para los profesionales de ingeniería en Colombia que es la certificación profesional.

La adopción del método PROACT establece de manera metódica y sistemática el análisis de alternativas y la determinación de criterios. Este método enfatiza el análisis de elementos importantes enmarcados en el análisis del problema, establecer unos objetivos que respondan el problema, analizar las alternativas que soportan las bases para el cumplimiento de los objetivos, analizar las consecuencias de adoptar las alternativas y las transacciones generadas en la interrelación de objetivos, alternativas y la influencia que presenta entre éstas, es el direccionamiento que se busca con el método para el análisis de decisiones dentro del marco de la selección basado en metas.

2 Revisión de Literatura

La literatura revisada en torno a la certificación profesional, la aplicación de la metodología multicriterio y toma de decisiones en el marco de la selección basado en metas es diversa y no están directamente relacionadas. Con respecto a certificación profesional, se han revisado estudios sobre la importancia de al certificación profesional para proceso de el licenciamiento (Kasuba & Vohra, 2004), la unificación de criterios para la certificación de profesionales de ingeniería analizando diferentes normas y reglamentos específicos, como caso de estudio en Colombia, Estados Unidos, Canadá, Guatemala, Honduras, El Salvador (Vasquez O. A. 2011). Por parte, de la literatura revisada en la aplicación de la metodología multicriterio relacionada con certificación profesional, un estudio propone una metodología multicriterio para la evaluación de cualificaciones y competencias concernientes a los candidatos que desean ser acreditados en la profesión o especialización de tecnologías de la información. (Siskos, Grigorourdis, Krassadaki, & Matsatsinis, 2007). Con respecto a la toma de decisiones en el marco de la selección basado en metas, estudios sobre la generación de objetivos y su relación con el decisor (Bond, Carlson, & Keeney, 2008), el marco teórico de la selección basado en metas y un análisis prescriptivo (Carlson, y otros, 2007) la aplicación del método PROACT (Hammond, J., Keeney, R., & Raiffa, H. 2002).

(Kasuba & Vohra, 2004) Indica que el grado de acreditación profesional es parte esencial para el proceso de licenciamiento. Los autores hacen especial énfasis en la importancia del cumplimiento de seis elementos para el licenciamiento internacional:

- 1) Título acreditado en Ingeniería
- 2) Experiencias de ingeniería significativa y exigente;
- 3) Otorgamiento de licencias en el país de origen;
- 4) Compromiso con la educación continua;
- 5) La inclusión en los registros internacionales por la agencia del país de origen como un candidato calificado para su posible concesión de licencias por otros países;
- 6) Satisfacción de las necesidades jurisdiccionales de los países de acogida

El autor indica que el título acreditado en ingeniería debe cumplir con los parámetros internacionales de calidad académica, para lo cual expone a profundidad los procesos desarrollados por los dos más importantes consorcios dedicados a los temas de acreditación y calidad académica. Esos Consorcios son el Washington Accord y el Bologna Process/European Higher Education Area.

Los diferentes países miembros de estas organizaciones participan para que las cualificaciones y acreditaciones sean reconocidas por los diferentes miembros y se generen equivalencias en sus propias jurisdicciones. Para el Washington Accord creado en 1989 los países miembros son: Australia, China - Taipei, Canadá, Hong Kong – China, Irlanda, Japón, Corea, Malasia, Nueva Zelanda, Rusia, Singapur, Sudafrica, Turquía, Reino Unido, Estados Unidos. Otros países que tienen una membresía provisional están Bangladesh, China, India, Pakistán,

Filipinas Sri-Lanka. A este Acuerdo se adicionan otras dos organizaciones miembros como son el Sydney Accord y el Dublin Accord creadas en 2001 y 2002 respectivamente y apoyan en los procesos de acreditación al Washington Accord.¹

Para el Bologna Process/EHEA creado en 1999 por medio de la Declaración de Bologna, tienen congregados a 30 países miembros que comparten y que hoy en día tienen adscritos a cerca de 49 países, los cuales se encuentran: Albania, Andorra, Armenia, Austria Azerbaijan, Bélgica(comunidad Flamenca), Bélgica(comunidad Francesa), Bosnia y Herzegovina, Bulgaria, Croacia, Chipre, República Checa, Dinamarca, Estonia, Comunidad Europea, Finlandia, Francia, Georgia, Alemania, Grecia, Santa Sede, Hungría, Islandia, Irlanda, Italia, Kazajstán, Letonia, Liechtenstein, Lituania, Luxemburgo, Malta, Moldavia, Montenegro, Holanda, Noruega, Polonia, Portugal, Rumania, Federación Rusa, Serbia, República Eslovaca, Eslovenia, España, Suecia, Suiza, la Antigua República Yugoslava de Macedonia, Turquía, Ucrania y Reino Unido.²

(Kasuba & Vohra, 2004) siguiendo con los elementos para el licenciamiento internacional expuesto anteriormente, los siguientes cuatro aspectos hacen parte primordial para la certificación profesional: La experiencia profesional en ingeniería, el otorgamiento de licencias en el país de origen, el compromiso de la educación continua en ingeniería y la actualización e inclusión de registros internacionales en las entidades certificadoras del país de origen para establecer vínculos de concesión con los demás países. El último elemento considerado por el autor es el cumplimiento de la reglamentación profesional en los países de acogida.

Las entidades certificadoras más conocidas son: European Federation of National Engineers Associations (FEANI), federación que reúne a 32 asociaciones europeas que realizan el proceso de verificación de títulos académicos. El resultado es la certificación EUR ING que garantiza la competencia del profesional de ingeniería en los países miembros de FEANI.

En Estados Unidos la NCESS (National Council of Examiners for Engineering and Surveying) es una entidad sin ánimo de lucro dedicada al licenciamiento y evaluación de los profesionales de ingeniería en 50 estados, incluyendo al estado de Columbia, Guam Puerto Rico y las Islas Vírgenes de los Estados Unidos. En Canadá la CCPE (Canadian Council of Professional Engineers) es una entidad que certifica a los profesionales de ingeniería en 10 provincias y 2 territorios en Canadá. (Vásquez Bernal, 2011)

Como se puede observar, el proceso de certificación y licenciamiento no depende solo de las entidades certificadoras sino de los criterios que se manejan de manera uniforme entre los consorcios acreditadores de los programas de ingeniería, las entidades certificadoras y la reglamentación de cada país de acogida.

La certificación del profesional de ingeniería efectuado por un organismo independiente ofrece el respaldo para un área de la profesión específica que cumple con unos criterios

¹ Extractado y adaptado de <http://www.washingtonaccord.org/>

² Extractado y adaptado de <http://www.ehea.info/members.aspx>

establecidos para que el individuo ejerza su profesión en un país determinado. Determinar estos criterios de valoración para la certificación de los profesionales de ingeniería es fundamental para analizar el nivel de competencia que poseen los profesionales de ingeniería en Colombia y poder comparar con los niveles de competencia de los profesionales de ingeniería a nivel internacional.

3 Planteamiento del problema

La profesión de ingeniería ha tomado un papel fundamental de importancia en el riesgo social que puede acaecer en el impacto de sus actividades de ingeniería en la sociedad. Garantizar la competencia y experiencia profesionales es perentorio para los consejos profesionales y de vital importancia para la estructura productiva y desarrollo de infraestructura en el país. Velar por el cumplimiento de los requisitos para la idoneidad del profesional de ingeniería es uno de los deberes principales de los consejos profesionales de ingeniería en Colombia. Por otra parte a nivel externo el dilema presentado para el profesional de ingeniería colombiano está enmarcado en que la movilidad profesional a otros países se ve afectada por el cumplimiento de los requisitos de convalidación de títulos en el exterior que los organismos de certificación solicitan y los criterios de cada organismo de certificación son diferentes en cada uno de los países.

Es importante estar alineados con las nuevas exigencias y requisitos solicitados por las entidades certificadoras de otros países donde el profesional de ingeniería colombiano puede impactar con el desarrollo de sus actividades profesionales. Teniendo en cuenta a Ramírez C. Mendoza L. (2012)³, el perfil migratorio en Colombia frente a los extranjeros que desempeñan sus actividades profesionales en nuestro país pertenecen a Venezuela, Estados Unidos, Ecuador y España en un 82,3% del total analizado por la Organización Internacional de las Migraciones, mientras que la cantidad de profesionales colombianos de altos estudios que están en el exterior ubicados en España, Estados Unidos, Brasil, Argentina, México, Chile, Francia y Canadá en un 84,6% del total de colombianos con alta formación. En tal sentido, es fundamental la adaptación a las condiciones establecidas por cada país para la movilidad profesional, por ende, es necesario identificar y definir los criterios para la certificación de los profesionales de ingeniería tomando como base el análisis de los modelos de certificación de otros países y proponer una metodología de análisis multicriterio que apoye el proceso de certificación de los profesionales de ingeniería en Colombia.

El Análisis de Decisión Multicriterio (Multicriteria Decision Analysis MCDA) es un término amplio que incluye una colección de conceptos, métodos y técnicas que buscan ayudar a los individuos o grupos a tomar decisiones que implican diferentes puntos de vista en conflicto y múltiples agentes interesados (Belton & Stewart, 2002)

A pesar de existir una importante literatura científica multicriterio, las herramientas, los métodos y hasta la propia reflexión multicriterio permanecen casi totalmente desconocidos por los técnicos y directivos de todos los niveles (Barba-Romero & Pomerol, 1997).

Por otra parte, se presentan unas implicaciones importantes a considerar, pues los modelos presentan dependencia en la percepción de los pesos de los criterios provistos por los decisores y la generación de hallazgos basados en los modelos podrían ser limitados para algunas

³ Ramírez C., Mendoza L. (2012) Perfil Migratorio de Colombia 2012. OIM Colombia.
<http://www.oim.org.co/publicaciones-oim/migracion-internacional/2576-perfil-migratorio-de-colombia-2012.html>

organizaciones. En efecto, en la práctica, desarrollar una metodología de análisis multicriterio que dé como resultado un constructo a los Consejos y Organizaciones Profesionales podrá apoyar la certificación profesional de ingeniería con mayor idoneidad.

El análisis de las alternativas para establecer los criterios de decisión más importantes para determinar las cualidades profesionales del ingeniero colombiano requieren de un análisis metódico de información secundaria que soporten con elementos comunes los criterios exigidos por consorcios profesionales y organizaciones de certificación internacionales, el método PROACT facilita ese proceso y orienta al decisor a realizar un mejor análisis de alternativas y criterios.

4 Metodología y perfil del experto

4.1. Metodología utilizada.

Dentro de la metodología de análisis multicriterio distintos autores han aportado métodos que facilitan y simplifican el proceso de análisis de decisiones. Una de las técnicas más utilizadas para iniciar con el análisis de alternativas y criterios es el desarrollado por Carlson, K., Keeney, R. (2007) y Hammond, J., Keeney, R., & Raiffa, H. (2002) del análisis de toma de decisiones por el método PROACT (Problema, Objetivos, Alternativas, Consecuencias, Transacciones).

Dentro del proceso de análisis de decisiones que atañe el propósito de este trabajo, la certificación de los profesionales de ingeniería es un caso para aplicar el análisis por el método PROACT.

4.2. Perfil del Experto

Esta actividad la desarrolló un experto que consultó, investigó y analizó la información secundaria y aplicó el Proceso de análisis Jerárquico. A continuación se indican las características y especificaciones del experto.

Perfil del Experto: Candidato a Doctor en Ingeniería-Industria y Organizaciones, Ingeniero Industrial Especialista en Gestión de Proyectos de Ingeniería y Master of Business Administration MBA. Con amplia experiencia en el sector productivo. Docente investigador

4.3. Análisis de las decisiones por el método PROACT

El experto realizó la revisión de información secundaria tal como la consulta de material bibliográfico, documentos específicos de las entidades certificadoras, normatividad relevante para la certificación profesional y acreditación institucional. A partir de esa consulta, procedió a efectuar el análisis correspondiente a dichos recursos y conbase en la experiencia, habilidades y competencias profesionales y académicas, procedió a aplicar el método PROACT que se describe a continuación.

4.3.1. Reconocimiento del Problema (PR):

La profesión de ingeniería ha tomado la importancia de riesgo social, pues es considerada una actividad que en ejercicio tiene un alto impacto sobre la sociedad, por lo tanto la certificación de los profesionales de ingeniería en Colombia es fundamental para la movilidad profesional internacional

4.3.2. Objetivos (O)

Los objetivos planteados en el proyecto para el análisis de la certificación de los profesionales de ingeniería en Colombia que tuvo en cuenta el experto son los siguientes:

O1. Analizar y comparar los modelos de certificación profesional en ingeniería que existen y son aplicados por los organismos de certificación a nivel internacional

O2. Identificar los criterios para la certificación de los profesionales de ingeniería tomando como base los modelos de certificación existentes.

O3. Definir los criterios para la certificación de los profesionales de ingeniería tomando como base los modelos de certificación existentes.

O4. Priorizar los modelos de certificación en ingeniería existentes según las necesidades de certificación profesional en ingeniería para Colombia.

4.3.3. Crear Alternativas imaginativas (A)

A partir de los recursos bibliográficos, normativos y de información suministrada por los organismos de certificación profesional extranjeros se procedió a realizar una lista completa de alternativas imaginativas.

Alternativas Imaginativas:

A1. Consorcio Washington Accord

A2. Consorcio Bologna Process EHEA

A3. Lineamientos de ABET

A4. Lineamientos del Ministerio de Educación Nacional

A5. Consejos Profesionales de Ingeniería en Colombia

A6. Organizaciones Certificadoras Profesionales Internacionales

A7. Revisión y análisis de lineamientos de investigadores académicos del tema de certificación profesional (kasuba, R.; Vohra, P. 2004)

A8. Lineamientos de Universidades colombianas

A9. No tener en cuenta los lineamientos de los modelos de certificación internacionales y crear lineamientos propios en Colombia

A10. No realizar revisiones ni análisis. Dejar que establezcan reglamentaciones políticas y diplomáticas.

A11. Realizar la comparación de la aplicación algún modelo de certificación en cada uno de los países donde los colombianos están radicados en mayor proporción (España, Estados Unidos, Brasil, Argentina, México, Chile, Francia y Canadá)

A12. Revisión de la cantidad de criterios solicitados en cada uno de los organismos de certificación, consorcio o consejo profesional en los países donde los colombianos están radicados en mayor proporción.

A13. Revisión de los requisitos de convalidación de títulos y solicitud de evaluación de competencias profesionales solicitadas en los países donde los colombianos están radicados en mayor proporción.

Teniendo en cuenta las alternativas imaginativas y efectuando la comparación con los objetivos del problema se determinó tomar las alternativas A1., A2, A5, A6, que son las alternativas que impactan fundamentalmente los objetivos del problema.

4.3.4. Descripción de las alternativas

A1. Consorcio Washington Accord

La International Engineering Alliance (IEA) está constituida por los acuerdos de los Consorcios Washington Accord, Sydney Accord, Dublín Accord, International Professional Engineers Agreement (IPEA), International Engineering Technologist Agreement (IETA), APEC Engineer Agreement, los cuales establecieron un documento titulado “Graduate Attributes and Professional Competencies” Versión 3: 21 de Junio de 2013 en el cual analizan los lineamientos base sobre los criterios de evaluación de programas, desarrollo de estándares con base en competencias para registro profesional, estamentos que las agremiaciones educativas y profesionales han desarrollado para el reconocimiento mutuo de cualificaciones, dando como resultado un documento que determina los atributos del profesional graduado y los perfiles de competencias profesionales de tres ciclos de profesiones: Ingeniero, Tecnólogo en Ingeniería y Técnico en Ingeniería. Washington Accord provee el reconocimiento mutuo de programas de ingeniería, Sídney Accord provee el reconocimiento mutuo de los programas de tecnología en ingeniería y Dublín Accord provee el reconocimiento mutuo de los técnicos en ingeniería.

Para el caso de estudio se tendrá en cuenta los lineamientos asociados al ingeniero (profesional de ingeniería) según Washington Accord.

A2. Consorcio Bologna Process EHEA

El propósito del Marco de Bologna es proveer mecanismos que relacionen los marcos de cualificación de cada uno de los países miembros y el marco general europeo dando como resultado una racionalización de elementos comunes.

El Marco de Bologna presenta tres ciclos que son elementos clave para entender el marco. Estos tres ciclos están compuestos por unos descriptores que determinan las características de

cada ciclo. Los descriptores han sido desarrollados en común acuerdo con los grupos de interés y partes interesadas. (stakeholders) en Europa. Estos descriptores se denominan los Descriptores de Dublín. Estos descriptores son de naturaleza muy generales, no obstante pueden acoplarse a una amplia serie de disciplinas y perfiles, así como las variaciones de cada uno de los criterios a nivel nacional de los países miembros.

Para el caso de los profesionales graduados, se tendrán en cuenta los descriptores del primer ciclo, pues son aplicables para los títulos de licenciados (Bachelor Degree) y de estudios superiores (Higher Diploma). En Europa estas denominaciones pertenecen a los niveles 6 del European Qualification Framework así como 7 y 8 del Irish Framework Levels.

A3. Consejos Profesionales de Ingeniería de Colombia

Los Consejos Profesionales de Ingeniería en Colombia son entidades públicas de inspección, control y vigilancia del ejercicio profesional de los ingenieros, con base en las facultades otorgadas por la Ley 842 de 2003.

El ejercicio profesional de la Ingeniería en todas sus ramas, de sus profesiones afines y sus respectivas profesiones auxiliares, debe ser guiado por criterios, conceptos y elevados fines, que propendan enaltecerlo; por lo tanto deberá estar ajustado a las disposiciones de las normas que constituyen su Código de ética Profesional. (Ley 842 de 2003 art. 29).

En el Código de Ética Profesional (Ley 842 de 2003) se establecen los deberes y obligaciones que el profesional de ingeniería debe cumplir.

A4. Organizaciones Certificadoras Internacionales

Lineamientos National Council of Examiners of Engineering and Surveying NCEES

El Consejo Nacional de Examinadores y Evaluadores de Ingeniería en Estados Unidos contempla el licenciamiento de ingenieros teniendo en cuenta el impacto de la actividad que realiza el profesional.

Lineamientos European Federation of National Engineering Associations (FEANI)

La Federación Europea de las Asociaciones Nacionales de Ingeniería contemplan la certificación de ingenieros dentro del programa EUR-ING Title, establecido para la libre movilidad de los profesionales de ingeniería que tengan dicha certificación para desarrollar sus actividades profesionales en los países miembros de la Federación.

4.3.5. Entender las consecuencias (C)

Con el fin de entender las consecuencias del análisis de decisiones, es pertinente evaluar cada alternativa con respecto a los objetivos planteados. A continuación se expone la siguiente tabla comparativa que mostrará de manera tentativa el impacto entre las alternativas y los objetivos. Cabe anotar que la “escala utilizada” es a manera de ejemplo, es fundamental utilizar métodos actuales de valoración y evaluación que estén en la frontera de la ciencia.

Tabla 1. Impacto entre la comparación entre las alternativas y los objetivos del problema

Objetivos /	A1.	A2.	A5.	A6.
-------------	-----	-----	-----	-----

Alternativas	Consortio Washington Accord	Consortio Bologna Process EHEA	Consejos Profesionales de Ingeniería en Colombia	Organizaciones Certificadoras Profesionales Internacionales
O1. Analizar y comparar los modelos de certificación profesional en ingeniería que existen y son aplicados por los organismos de certificación a nivel internacional	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte
O2. Identificar los criterios para la certificación de los profesionales de ingeniería tomando como base los modelos de certificación existentes.	Fuerte	Fuerte	Medio	Fuerte
O3. Definir los criterios para la certificación de los profesionales de ingeniería tomando como base los modelos de certificación existentes.	Fuerte	Fuerte	Medio	Fuerte
O4. Priorizar los modelos de certificación en ingeniería existentes según las necesidades de certificación profesional en ingeniería para Colombia.	Fuerte	Fuerte	Fuerte	Fuerte

En la tabla 1 se observó una relación fuerte entre los objetivos y las alternativas A1, A2, A6 y una relación media entre los objetivos O2 y O3 con la alternativa A5

El análisis realizado del impacto de la comparación entre las alternativas y los objetivos del problema son resultado de la comparación de la información secundaria de cada una de las alternativas con respecto a los objetivos planteados.

4.3.6. Estudiar las transacciones (T)

Con el fin de determinar la importancia de las alternativas con respecto a los objetivos es necesario contrastarlos y establecer si maximiza o minimiza en importancia de correlación

Tabla 2. Importancia entre la comparación de las alternativas y los objetivos del problema

Objetivos / Alternativas	A1. Consortio Washington Accord	A2. Consortio Bologna Process EHEA	A5. Consejos Profesionales de Ingeniería en	A6. Organizaciones Certificadoras Profesionales

			Colombia	Internacionales
O1. Analizar y comparar los modelos de certificación profesional en ingeniería que existen y son aplicados por los organismos de certificación a nivel internacional	MAX	MAX	MAX	MAX
O2. Identificar los criterios para la certificación de los profesionales de ingeniería tomando como base los modelos de certificación existentes.	MAX	MAX	MIN	MAX
O3. Definir los criterios para la certificación de los profesionales de ingeniería tomando como base los modelos de certificación existentes.	MAX	MAX	MIN	MAX
O4. Priorizar los modelos de certificación en ingeniería existentes según las necesidades de certificación profesional en ingeniería para Colombia.	MAX	MAX	MAX	MAX

Análogamente se efectuó análisis de influencia entre los objetivos del problema de certificación de los profesionales de ingeniería.

Tabla 3. Incidencia entre los objetivos planteados en el problema

	O1	O2	O3	O4
O1. Analizar y comparar los modelos de certificación profesional en ingeniería que existen y son aplicados por los organismos de certificación a nivel internacional		El análisis de los modelos y la comparación ayudará a identificar los criterios que maneja cada modelo	Cada modelo dependiendo del consorcio u organización certificadora que lo aplique establecen sus criterios	Determinar que modelos son más importantes dependiendo de su aplicación y exigencia en Colombia, así como sus beneficios para la movilidad internacional del profesional es el fin de la priorización
O2. Identificar los criterios para la certificación de los	Es importante establecer que modelos se van a		La identificación es previo a la definición de los	Por medio de los criterios para la certificación se



profesionales de ingeniería tomando como base los modelos de certificación existentes.	revisar para determinar los criterios que maneja cada uno o contrastar los establecidos inicialmente		criterios	pueden priorizar que modelos a escoger dependiendo de dichos criterios (cobertura, impacto de la certificación)
O3. Definir los criterios para la certificación de los profesionales de ingeniería tomando como base los modelos de certificación existentes.	Por medio de criterios iniciales (según información secundaria o panel de expertos) se puede analizar los modelos a aplicar	Definir que criterios se van a buscar ayudarán a identificar los criterios en los modelos de certificación		Tener bien definidos los criterios de certificación, ayudarán a priorizar el modelo más apropiado para Colombia
O4. Priorizar los modelos de certificación en ingeniería existentes según las necesidades de certificación profesional en ingeniería para Colombia	Con base en la información secundaria o información del panel de expertos, se podrá priorizar cuales modelos analizar	Conocer que tipo de modelos se van a analizar, se podrán identificar los criterios que generan fuerza en los modelos priorizados	Con base en la priorización de los modelos se podrán depurar los criterios y definirlos más claramente	

4.4. Selección de Criterios

Para la selección de criterios se tuvo en cuenta la información extractada de las alternativas. El análisis, interrelación e interacción de diferentes fuentes de información dieron como resultado los siguientes criterios.

C1. Competencia Profesional: Disponer de los conocimientos necesarios para ejercer una profesión. Puede resolver problemas de su forma autónoma, flexible, y este capacitado para colaborar en su entorno profesional y en la organización del trabajo.

SC1. Conocimiento de Ingeniería: Aplica conocimientos en matemáticas, ciencias naturales, fundamentos de ingeniería y una especialidad en ingeniería

SC2. Análisis de Problemas (complejidad de análisis): Identifica, formula, investiga en literatura relevante y analiza problemas complejos de ingeniería, manteniendo conclusiones sustentadas usando los primeros principios de matemáticas, ciencias naturales, y ciencias de la ingeniería.

SC3. Investigación: La conciencia del cambio técnico continuo y el fomento de una actitud de buscar la innovación y la creatividad dentro de la profesión de ingeniero.

C2. Habilidades Profesionales: Aplicar los conocimientos para la solución de problemas de ingeniería, presentando destrezas en el manejo de información, habilidades comunicativas y de lenguaje, así como la ética profesional

SC4. Diseño de Ingeniería: Diseña soluciones para problemas complejos de ingeniería y diseña sistemas, componentes o procesos que encuentran necesidades específicas con la apropiada consideración del impacto de la seguridad de salud pública y las consideraciones de los impactos culturales, en la sociedad y el ambiente.

SC5. Práctica de Ingeniería: El conocimiento general de la buena práctica de la ingeniería, en su campo de la ingeniería y de las propiedades, el comportamiento, la fabricación y uso de materiales, componentes y software.

SC6. Habilidades Transferibles: La comprensión de la profesión de la ingeniería y la obligación de servir a la sociedad, la profesión y el medio ambiente, a través del compromiso de aplicar el código apropiado de conducta profesional. Una habilidad en la ingeniería económica, garantía de calidad, facilidad de mantenimiento (mantenibilidad), y el uso de información técnica y estadística. La capacidad de trabajar con otros en proyectos multidisciplinarios. La capacidad de ofrecer un liderazgo que abarca consideraciones de gestión, técnicos, financieros y humanos. Habilidades de comunicación y con la obligación de mantener la competencia de un desarrollo profesional continuo. El dominio de idiomas

C3. Impacto de la Certificación: Incidencia de la certificación en la región donde tiene validez, teniendo en cuenta cobertura de países y número de profesionales beneficiados por la certificación

SC7. Cobertura de países que tiene validez la certificación: El otorgamiento de la certificación cubre una cantidad importante de países que promueve la movilidad internacional del profesional de ingeniería

SC8. Cantidad de profesionales colombianos de alta calificación por país: El número de profesionales de alta calificación que está en el país donde ejercerá su actividad profesional

5. Conclusiones

Al realizar el análisis de resultados respectivo desde el análisis de decisiones por el método PROACT, el método de asignación de pesos y el proceso de análisis jerárquico se pueden generar las siguientes discusiones:

Es fundamental tener claras las variables de decisión esto es, las alternativas y los criterios de decisión, los cuales a través de un análisis concienzudo a partir de los decisores generan elementos confiables para la aplicación de métodos de asignación de pesos.

Los métodos de asignación de pesos dependen directamente del direccionamiento dado por los decisores, el método por simple que sea estará marcando la tendencia según la calificación dada por el decisor, esto imprime una gran importancia en cuanto a la escogencia de los decisores y la imparcialidad y objetividad de los mismos.

El agrupamiento de los criterios es fundamental para el caso de tener una cantidad importante de criterios, no obstante es necesario tener en cuenta una buena agrupación en lo referente a la coherencia e impacto frente a cada subcriterio presentado.

6. Bibliografía

- Bond, S. D., Carlson, K. A., & Keeney, R. L. (Enero de 2008). Generating Objectives: Can Decision Makers Articulate What They Want? (Informs®, Ed.) *MANAGEMENT SCIENCE*, 56-70.
- Barba-Romero, S., & Pomerol, J.-C. (1997). *Decisiones Multicriterio. Fundamentos Teóricos y Utilización Práctica*. Alcalá, España: Universidad de Alcalá de Henares.
- Carlson, K. A., Janiszewski, C., Keeney, R. L., Krantz, D. H., Kunreuther, H. C., Luce, M. F., y otros. (2007). *A Theoretical Framework for Goal-Based Choice and for Prescriptive Analysis*. Pennsylvania: The Wharton School, University of Pennsylvania.
- Cortés Aldana, F. A., García Melón, M., & Aragonés Beltrán, P. (Abril de 2007). Selección de una tecnología de banda ancha para la Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá usando una técnica de decisión multicriterio. *Revista de Ingeniería e Investigación*, 27(1), 132-177.
- Kasuba, R., & Vohra, P. (2004). International Mobility and the licensing of professional engineers. *World Transactions on Engineering and Technology Education*, 3(1), 43-46.
- Kasuba, R., Vohra, P., & Vohra, D. (. (2006), , Vol 10, No.2, 2006 UICEE Australia. de 2006). Preparing Engineers for a Global Workforce through Curricular Reform. *Global Journal of Engineering Education* (págs. 141 - 148). Brooklyn, NY: UICEE.
- Molina, J. G., Amaya Cala, J. E., & Cortés Aldana, F. A. (2010). Valoración de Tiesgo Tecnológico; Un análisis multicriterio usando el proceso analítico jerárquico. *II Congreso Internacional de Gestión Tecnológica e Innovación*, (págs. 1-8). Bogotá D.C.
- Siskos, Y., Grigorourdis, E., Krassadaki, E., & Matsatsinis, N. (2007). A multicriteria accreditation system for information technology skills and Qualifications. *European Journal of Operational Research* 182, 867 - 885.
- Vásquez Bernal, O. A. (2011). Unification and certification and recertification criteria to the professional Engineers. Case Study in Colombia, United States, Canada, Guatemala, Honduras, El Salvador. *2011 IEEE International Conference on Quality and Reliability* (págs. 345-349). Bangkok, Thailand: IEEE.
- Vásquez Bernal, O. A., & Cortés Aldana, F. A. (2012). Modelo de Gestión para la Certificación y recertificación de los Profesionales de Ingeniería. *Encuentro Nacional de Investigación y Desarrollo ENID 2012 Universo-Energía* (págs. 1-5). Bogotá D.C.: Universidad Nacional de Colombia.