

## ENFOQUE METODOLOGICO PARA MEDIR LA CALIDAD DE LOS PROGRAMAS ACADÉMICOS DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

### Methodological Approach to measure the quality of the of the Technological University's academic programs

#### RESUMEN

Este trabajo analiza los factores que enmarcan la medición del direccionamiento estratégico de la Universidad Tecnológica de Pereira, (UTP), cruzándolas con las características del modelo de autoevaluación del Consejo Nacional de Acreditación Colombiano (CNA) lo que permitió determinar un conjunto coherente de variables de entrada y de salida para medir la calidad y eficiencia de 16 diferentes programas académicos de la UTP. Para reducir la dimensión del número de variables se realizó un Análisis Factorial que permitió determinar 4 factores asociados con diferentes aspectos de la calidad de los programas académicos. Para medir la eficiencia se aplicaron modelos de Análisis Envoltente de datos.

**PALABRAS CLAVES:** Análisis envoltente de datos, Análisis multivariado, Eficiencia, Calidad.

#### ABSTRACT

*This project analyzed the factors that measure the Strategic Institutional Plan of the Technological University of Pereira crossing them with the characteristics of the C.N.A Model (National Accreditation Council) in order to measure the quality for 16 different academicals programs in the U.T.P. In order to reduce the number of input and output variables to be analyzed a factorial analysed was made. This procedure yield to set 4 main factors related to several topics on quality matters about academicals programs. The set of variables that formed each factor were analysed by several Data Envelopment Analysis Models to find the relative efficiency for each academical Program.*

**KEYWORDS:** Data Envelopment Analysis, Efficiency, Multivariate analysis, quality.

### 1. INTRODUCCIÓN

Este artículo presenta los resultados de una investigación realizada para medir la calidad de los programas académicos de la UTP.

La calidad de la educación superior es quizás la característica de mayor promoción y exigencia en los últimos tiempos, alcanzarla o mantenerla, ha sido uno de los mayores retos actualmente planteados. La Universidad Tecnológica de Pereira no ha sido ajena al interés de la calidad, por ello, desde 1996 adelanta procesos de autoevaluación de sus programas académicos.

Actualmente la Universidad Tecnológica de Pereira no dispone de un sistema de evaluación de la calidad de los programas académicos que integre de *manera coherente* los lineamientos de su plan estratégico con las características de calidad académica definidas por el Consejo Nacional de Acreditación.

Así se justifica el análisis de los factores que enmarcan la medición del direccionamiento estratégico de la Universidad, cruzándolos con las características del modelo de autoevaluación con fines de acreditación del modelo C.N.A y determinar de manera coherente un sistema de variables de entrada y de salida para medir la calidad de los diferentes programas académicos de la UTP. Siguiendo [2], una vez determinado el sistema de variables de entrada y de salida, se hace necesario plantear modelos matemáticos que permitan evaluar la eficiencia relativa de cada uno de los programas académicos, para lo cual el enfoque propuesto en esta investigación es el uso de las técnicas del Análisis Envoltente de Datos.

### 2. DISEÑO METOLÓGICO

En una primera fase se analizan los factores que enmarcan la medición del direccionamiento estratégico de la Universidad, cruzándolas con las características del

#### JOSÈ SOTO MEJÍA

Ph.D.  
Profesor Titular  
Facultad de Ingeniería Industrial  
Universidad Tecnológica de Pereira  
jomejia@utp.edu.co

#### MARÍA ELENA BERNAL

M.Sc. En Investigación de Operaciones y Estadística.  
Profesor Auxiliar  
Facultad de Ingeniería Industrial  
Universidad Tecnológica de Pereira  
mbernal@utp.edu.co

#### WILSON ARENAS VALENCIA

M.Sc. En Investigación de Operaciones y Estadística.  
Profesor Auxiliar  
Facultad de Ingeniería Industrial  
Universidad Tecnológica de Pereira  
warenas@utp.edu.co

modelo de autoevaluación con fines de acreditación del modelo CNA<sup>1</sup> para determinar un sistema coherente de variables de entrada y de salida para medir la calidad de un programa académico en la UTP.

En una segunda fase se determinan los programas académicos que son comparables, en el sentido de ser unidades de toma de decisiones -DMUs<sup>2</sup> homogéneas.

La tercera fase realiza un Análisis Factorial que permite determinar los factores principales asociados con diferentes aspectos de la calidad de los programas académicos. En una cuarta fase se analizan las variables encontradas en cada factor mediante diferentes modelos del Análisis Envolvente de Datos (DEA) con el objeto de encontrar la eficiencia relativa de cada programa académico evaluado en el factor respectivo. Y finalmente se proponen posibles estrategias de mejoramiento para cada programa académico de la UTP trazándoles lineamientos para que puedan mejorar su eficiencia.

## 2.1 Fase 1. Análisis previo de variables de entrada y de salida

Las variables del direccionamiento estratégico<sup>3</sup> (resultado del análisis al interior de la UTP basado en mesas temáticas) fueron cruzadas contra las características del modelo CNA habiéndose identificado 218 cruces. Un cruce identifica que las variables cruzadas están midiendo el mismo aspecto ó algo similar. La tabla 1 presenta los cruces totales encontrados entre los indicadores que vienen manejando las mesas temáticas vs las características del modelo CNA.

Mesas Temáticas	Total
Desarrollo Institucional	22
Investigación Innovación y Extensión	24
Internacionalización	34
Bienestar Institucional	5
Alianzas Estratégicas	23
Cobertura con Calidad en Formación de Pregrado y Postgrado	110
Impacto Regional	0
Total Cruces	218

Tabla 1. Sumatoria de los cruces de las características de Autoevaluación vs direccionamiento estratégico.

<sup>1</sup> Consejo Nacional de Acreditación. Creado como organismo académico por la Ley 30 de 1992, está compuesto por 7 académicos. Este Consejo orienta el proceso de acreditación, lo organiza, lo fiscaliza, da fe de su calidad y finalmente recomienda al Ministro de Educación Nacional acreditar los programas e instituciones que lo merezcan.

<sup>2</sup> Decision Making Unit

<sup>3</sup> Se tomaron los datos del Boletín Estadístico de la Universidad Tecnológica de Pereira del segundo semestre del 2007 y datos suministrados directamente por la Oficina de Planeación de la Universidad Tecnológica de Pereira.

Tabla 1. Sumatoria de los cruces de las características de Autoevaluación vs. direccionamiento estratégico.

Mediante una comparación se puede observar que el modelo de autoevaluación del CNA y la mesa de cobertura con calidad tienen muchos conceptos en común. Lo anterior se evidencia en el mayor número de cruces entre las características del modelo de Autoevaluación del CNA<sup>4</sup> y las relacionados con las macroacciones de la mesa de cobertura con calidad.<sup>5</sup>

Por medio de todo el análisis previo que se desarrolló en esta primera fase se seleccionaron inicialmente 52 variables para medir la calidad y eficiencia de un programa académico de la UTP. Además se determinó cuales variables podían (a juicio de experticia personal) potencialmente medir calidad, cuales eficiencia, y cuales ambos aspectos. Igualmente se determinó cuales variables podían considerarse como entradas, cuales como salidas, y cuales podían jugar el papel tanto de entradas como de salidas.

Una elección adecuada de las variables mediante un juicioso análisis de la matriz de correlaciones permitió identificar Seis (6) variables de entrada y diez (10) variables de salida.

I1_Número de estudiantes matriculados en cada programa 2007-2
I2_Número de Docentes de planta, transitorios con doctorado 2007-2
I3_Número de docentes de planta y Transitorios equivalente a tiempo completo 2007-2
I4_Número de docentes catedráticos equivalentes a tiempo completo 2007-2
I5_Número horas al semestre de Docencia 2007-2
I6_Número de horas al semestre de Investigación 2007-2
O1_Número de estudiantes becados Matrícula Total (Matrícula de Honor)
O2_Número de estudiantes graduados con promedio Integral ubicados en el nivel superior $\geq 4,3$
O3_Número de estudiantes que pasan a semestre de transición
O4_Promedio integral general de Notas 2007-2
O5_Número de estudiantes que abandonan la universidad (Deserción) 2007-2
O6_Número de estudiantes egresados 2007-2
O7_Situación actual del programa (3 Acreditada, 1 No aplica y Sin proceso)
O8_Número de libros de investigación publicados 2007-2
O9_Número de reportes de investigación del docente publicados por 2007-2
O10_Número de Grupos de investigación reconocidos por Colciencias Tipo A, B y C 2007

Tabla 2. Variables para medir la calidad de los Programas Académicos de la UTP

<sup>4</sup> Características tales como: (Flexibilidad del currículo, Integralidad del Currículo, Interdisciplinariedad, Relaciones nacionales e internacionales del programa, Influencia del programa en el medio, Permanencia y deserción estudiantil, Interacción con las comunidades académicas, Producción de material docente, Compromiso con la investigación, Extensión o proyección social).

<sup>5</sup> Tales como: Educabilidad, aprendibilidad, educatividad y enseñabilidad. Las dos primeras hacen referencia al ser que se educa (podría en principio ser el estudiante). Las dos últimas, residen principalmente en quien ejerce la actividad de educar (podría ser en principio el docente).

## 2.2 Fase 2. Selección de las unidades – DMU (Programas Académicos a Evaluar)

Siguiendo a [3] y [6] las unidades objeto de análisis deben cumplir la hipótesis de homogeneidad, es decir, las unidades deben ser suficientemente homogéneas para que se puedan comparar pero suficientemente heterogéneas para que se pueda extraer, alguna información de esa comparación. Así que sería inapropiado comparar los programas académicos de pregrado con los programas académicos de posgrado, ya que no se estaría cumpliendo con los supuestos de homogeneidad.

Así que, las DMUs, evaluados en esta investigación están dentro del grupo de los programas académicos de pregrado. Un posterior análisis sobre la homogeneidad de los 30 programas académicos de pregrado en la UTP permitió definir un grupo de solo 16 programas académicos.

## 2.3 Fase 3. Aplicación de técnicas de análisis de datos multivariados.

En la fase 1 de esta investigación se determinaron 16 variables (6 de entrada y 10 de salida) a ser usadas para analizar la productividad de 16 programas académicos de la UTP.

Con el objeto de aumentar el poder discriminante de la técnica del Análisis Envolvente de datos el número de programas a analizar ( $n$  en la ecuación 1) debe ser mayor que la combinación del número de *inputs* y de *outputs* dada por la ecuación 1 recomendada por [1].

$$n \geq \max(m * s, 3(m + s))_{(1)}$$

Donde  $n$  = al número de *DMUs*,  $m$  = número de *inputs* y  $s$  = al número de *outputs* de cada una de las *DMUs*.

En este caso el número de programas académicos a ser evaluados por *DEA* debería ser mayor o igual a 60.

Para reducir la dimensión del número de variables de entrada y de salida a analizar simultáneamente por *DEA* se realizó un análisis factorial [4] sobre el conjunto de las 16 variables mencionadas. El análisis factorial adelantado permitió determinar 5 factores principales que explican el 87.616% de la varianza total de los datos.

El primer factor que contiene las variables:

I1: Número de estudiantes matriculados en cada programa 2007-2; I3: Número de docentes de planta y transitorios equivalente a tiempo completo 2007-2; I5: Número de horas de docencia al semestre 2007-2; I6: Número de horas al semestre de Investigación 2007-2; O6: Número de estudiantes egresados 2007-2; O7: Situación actual del programa (3.Accreditada, 1. No aplica y Sin proceso); O10: Número de Grupos de investigación

reconocidos por Colciencias Tipo A, B y C (en el periodo 2007).

Este factor fue denominado Factor “Capacidad Docente e Investigativa”, dada la relación que las variables tienen, en el ámbito docente e investigación.

El segundo factor, compuesto por las variables: I5: Número de horas de docencia al semestre 2007-2; O4: Promedio integral general de Notas 2007-2; O5: Número de estudiantes que abandonan la universidad (Deserción) 2007-2; O3: Número de estudiantes que pasan a semestre de transición 2007-1; O7: Situación actual del programa (3.Accreditada, 1. No aplica y Sin proceso), fue denominado, Factor “Proceso de Deserción” dado que nos proporciona información sobre los estudiantes que tienen mal promedio y abandonan la universidad.

El tercer factor, compuesto por las variables: I4: Número de docentes catedráticos equivalentes a tiempo completo 2007-2; I1: Número de estudiantes matriculados en cada programa 2007-2, O3: Número de estudiantes graduados con promedio Integral ubicados en el nivel superior  $\geq 4.3$ ; O7: Situación actual del programa (3.Accreditada, 1. No aplica y Sin proceso); O4: Promedio integral general de Notas 2007-2; O1: Número de estudiantes becados Matricula Total (Matricula de Honor) 2007-2, fue denominado Factor “Nivel de desempeño alto de estudiantes”, dado que nos proporciona información sobre los estudiantes que obtienen beca y los estudiantes graduados con un promedio superior a 4.3.

El cuarto y quinto factor, compuestos por las variables: I2: Número de Docentes de planta con doctorado 2007-2; I4: Número de docentes catedráticos equivalentes a tiempo completo 2007-2; O7: Situación actual del programa (3.Accreditada, 1. No aplica y Sin proceso); O8: Número de libros de investigación publicados 2007-2; O9: Número de reportes de investigación del docente publicados por la IES<sup>6</sup> 2007-2. Fue agrupado en un solo factor que denominamos “Resultados de Investigación” dado que nos proporciona información sobre el número de libros, número de publicaciones y otros conceptos asociados.

## 2.4 Fase 4. Aplicación de algunos modelos DEA y resultados

Siguiendo a [5], en la fase 4 se muestra la obtención e interpretación de los resultados al aplicar las técnicas de análisis envolvente de datos (*DEA*) a las componentes principales identificadas a partir del análisis factorial aplicado en la fase tres. En la tabla 3 se observan los modelos *DEA* evaluados y en la siguiente figura 1 se muestra la eficiencia alcanzada con respecto a la “capacidad docente e investigativa” obtenida por cada uno de los programas académicos evaluados”.

<sup>6</sup> Institucion de Educación Superior

Componente	Modelo usado para Ranking	Modelo usado para observar las holguras con la misma orientación	Modelo usado para restricciones de límite superior e inferior con la misma orientación
1. Capacidad Docente e Investigativa	CCR-O	SBM-O-C	BND-O-C
2. Proceso de Deserción	BCC-O	SBM-O-V	BND -O-V
3. Nivel de desempeño alto de estudiantes	BCC-O	SBM-O-V	BND -O-V
4. Resultados de Investigación	BCC-O	SBM-O-V	BND -O-V

Tabla 3. Resumen de los modelos usados para medir la eficiencia de los 16 Programas Académicos de Pregrado en todas las componentes.

Componente 1 “Capacidad Docente e Investigativa”

Figura 1. Fragmento de la salida del Modelo CCR-output - usando las variables de la componente 1.

En la figura 1 se observan bajo la columna etiquetada como “Score” que los programas de Administración del Medio Ambiente, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica, Licenciatura en Filosofía, Licenciatura en Pedagogía Infantil, Medicina, Tecnología Eléctrica, Tecnología Industrial, Tecnología Mecánica, Licenciatura en Pedagogía Infantil, Medicina, Tecnología Eléctrica, Tecnología Industrial, Tecnología Mecánica y Tecnología Química se encuentran situados en la frontera de eficiencia, dado que su score de eficiencia es igual a 1.

Se puede observar en la columna rotulada “Reference set”, que el programa de Ingeniería Industrial fue usado como referencia 1 vez, Ingeniería Mecánica fue usado como referencia 2 veces, Licenciatura en filosofía fue usado como referencia una vez, Licenciatura en Pedagogía Infantil fue usada como referencia dos veces, Tecnología Mecánica fue usado como referencia tres veces y Tecnología Química fue usada como referencia dos veces. En este sentido ellas son las que sirven de referencia en las proyecciones para que los otros programas académicos puedan mejorar su eficiencia.

**TABLERO DE MANDO**

El Análisis Envolvente de Datos – DEA-, permite diseñar estrategias de mejoramiento para las unidades de decisión (en nuestro caso programas académicos de la UTP) que no hayan alcanzado la frontera de eficiencia y lo pueden hacer aumentando las salidas, ya que el modelo con el cual fueron evaluados está orientado a las salidas.

Programa Académico	No.	DMU	1/Score	Projection	Difference	%
Licenciatura en Español y Literatura	8	8	1,383517			
Número de estudiantes matriculados en cada programa 2007-2	X1	387		387	0	0,00%
Número de docentes de planta y Transitorios equivalente a tiempo completo 2007-2	X2	15		13,52174	-1,47826	-9,86%
Número horas al semestre de Docencia 2007-2	X3	2256		2256	0	0,00%
Número de horas al semestre de Investigación 2007-2	X4	1219,5		1219,5	0	0,00%
Número de estudiantes egresados 2007-2	Y1	5		14,326553	9,3265526	186,53%
Situación actual del programa (3. Acreditada, 1. No aplica y Sin proceso)	Y2	1		1,660686	0,660686	66,07%
Número de Grupos de investigación reconocidos por Colciencias Tipo A, B y C 2007	Y3	2,5		3,4587914	0,9587914	38,35%

Tabla 4. Proyecciones para las variables de la componente 1 “Capacidad Docente e Investigativa” según el modelo CCR-output

Los resultados establecidos mediante la obtención del tablero de mando para las DMUs ineficientes, permitió trazarles lineamientos para mejorar sus eficiencias. A manera de ejemplo se encontró que la DMU 8 (Licenciatura en Español y Literatura) para ubicarse en la frontera de eficiencia debe (según el modelo CCR-Output). En la variable Y1 (Número de estudiantes egresados 2007-2) pasar de 5 a 14.326553 estudiantes egresados, es decir le esta faltando 9.32 estudiantes egresados. Para la variables Y2 (Situación actual del programa (3. Acreditada, 1. No aplica y Sin proceso) se debe acreditar el programa como lo indica el valor 1,66 en la proyección. La variable Y3 (Número de Grupos de investigación reconocidos por Colciencias Tipo A, B y C en el periodo 2007) debe aumentar de 2.5 a 3.4587914 grupos de Investigación.

En las siguientes figuras 2, 3 y 4 se muestra la eficiencia alcanzada por cada uno de los programas académicos evaluados con respecto a las componentes 2 (“proceso de deserción”), 3 (“Nivel de desempeño alto de estudiantes”) y 4 (Resultados de Investigación”).

Componente 2 “Proceso de Deserción”

Figura 2. Fragmento de la salida del Modelo BCC-output - Pantalla Score- usando las variables de la componente 2 “Proceso de Deserción”

En la figura 2 se observan bajo la columna etiquetada como “Score” que los programas de Administración del Medio Ambiente, Ciencias del Deporte y la Recreación, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica, Licenciatura en Artes Visuales, Licenciatura en Filosofía, Medicina, Tecnología Eléctrica, Tecnología Mecánica y Tecnología Química se encuentran situados en la frontera de eficiencia, dado que su score de eficiencia es igual a 1.

**TABLERO DE MANDO**

Programa Académico	No.	DMU I/O	I/Score Data	Projection	Difference	%
Ingeniería Mecánica	6	6	1			
Número horas al semestre de Docencia 2007-2		X1	3632	3616	15,99999996	-0,44%
Promedio integral general de Notas 2007-2		Y1	3	3,53	0,53	17,67%
Proporción de estudiantes que no abandonan la universidad (Deserción) 2007-2		Y2	0,893961708	0,935236004	4,13E-02	4,62%
Proporción de estudiantes que no pasan a semestre de transición 2007-2		Y3	0,973490427	0,994511526	2,10E-02	2,16%
Situación actual del programa (3.Acreditada, 1. No aplica y Sin proceso)		Y4	3	3	0	0,00%

Tabla 5. Proyecciones para las variables de la componente 2 “proceso de deserción” según el modelo BCC-output.

A manera de ejemplo se encontró que la DMU 6 (Ingeniería Mecánica) para ubicarse en la frontera de eficiencia debe (según el modelo BCC- Output): En la variable Y1 (Promedio integral de notas 2007-2) pasar de 3 a 3.53, es decir le esta faltando 0.53 de promedio integral de notas. Para la variables Y2 (Proporción de estudiantes que no abandonan la universidad (Deserción) 2007-2) pasar de 0,893961708 a 0,935236004, es decir le esta faltando 4,13E-02 de proporción de estudiantes que no abandonan la universidad. La variable Y3 (Proporción de estudiantes que no pasan a semestre de transición 2007-2) pasar de 0,973490427 a 0,994511526, es decir le esta faltando 2,10E-02 proporción de estudiantes que no pasan a semestre de transición y la variable Y4 (Situación actual del programa (3.Acreditada, 1. No aplica y Sin proceso) que esta en 3 quedó proyectado al mismo valor de 3.

**Componente 3 “Nivel de desempeño alto de estudiantes”**

No.	DMU	Programas Académicas	Score	Rank	I/Score	Reference set (lambda)
5	1	Administración del Medio Ambiente	1	1	1	
6	2	Ciencias del Deporte y la Recreación	1	1	1	
7	3	Ingeniería de Sistemas y Computación	0,818609	16	1,22173367	
8	4	Ingeniería Eléctrica	1	1	1	
9	5	Ingeniería Industrial	1	1	1	
10	6	Ingeniería Mecánica	1	1	1	
11	7	Licenciatura en Artes Visuales	0,83385787	15	1,1924514	
12	8	Licenciatura en Español y Literatura	0,80414564	12	1,01610977	
13	9	Licenciatura en Filosofía	1	1	1	
14	10	Licenciatura en Música	0,86977897	14	1,14971751	
15	11	Licenciatura en Pedagogía Infantil	0,86992288	13	1,14962719	
16	12	Medicina	1	1	1	
17	13	Tecnología Eléctrica	1	1	1	
18	14	Tecnología Industrial	1	1	1	
19	15	Tecnología Mecánica	1	1	1	
20	16	Tecnología Química	1	1	1	

Figura 3. Fragmento de la salida del Modelo BCC-output - Pantalla Score- usando las variables de la componente 3 “Nivel de desempeño alto de estudiantes”

En la figura 3 se observan bajo la columna etiquetada como “Score” que los programas de Administración del Medio Ambiente, Ciencias del Deporte y la Recreación, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica, Licenciatura en Filosofía, Medicina, Tecnología Eléctrica, Tecnología Industrial, Tecnología Mecánica y Tecnología Química se encuentran situados en la frontera de eficiencia, dado que su score de eficiencia es igual a 1.

El siguiente es un fragmento del tablero de proyecciones para los programas ineficientes con respecto a la componente 3 “Nivel de desempeño alto de estudiantes”

**TABLERO DE MANDO**

Programa Académico	No.	DMU I/O	I/Score Data	Projection	Difference	%
Ciencias del Deporte y la Recreación	2	2	1			
Número de docentes catedráticos equivalentes a tiempo completo 2007-2		X1	4,34	4,34	0	0,00%
Número de estudiantes matriculados en cada programa 2007-2		X2	678	678	0	0,00%
Número de estudiantes graduados con promedio Integral ubicados en el nivel superior >= 4,3		Y1	0	3,180600997	3,180600997	999,90%
Situación actual del programa (3.Acreditada, 1. No aplica y Sin proceso)		Y2	3	3	0	0,00%
Promedio integral general de Notas 2007-2		Y3	3,17	3,235257362	6,53E-02	2,06%
Número de estudiantes becados Matrícula Total (Matrícula de Honor) 2007-1		Y4	28	193,2594843	165,2594843	590,21%

Tabla 6. Proyecciones para las variables de la componente 3 “Nivel de desempeño alto de estudiantes” según el modelo BCC-output.

En la variable Y1 (Número de estudiantes graduados con promedio Integral ubicados en el nivel superior >= 4,3) pasar de 0 a 3,180600997, es decir le esta faltando 3,180600997 de estudiantes graduados con promedio integral ubicados en el nivel superior >=4.3. Para la variables Y2 (Situación actual del programa (3.Acreditada, 1. No aplica y Sin proceso) que esta en 3 quedó proyectado al mismo valor de 3.

**Componente 4 “Resultados de Investigación”**

No.	DMU	Programas académicas	Score	Rank	I/Score	Reference set (lambda)
5	1	Administración del Medio Ambiente	1	1	1	
6	2	Ciencias del Deporte y la Recreación	1	1	1	
7	3	Ingeniería de Sistemas y Computación	0,41666667	11	2,4	13
8	4	Ingeniería Eléctrica	1	1	1	
9	5	Ingeniería Industrial	1	1	1	
10	6	Ingeniería Mecánica	1	1	1	
11	7	Licenciatura en Artes Visuales	0,33333333	12	3	4
12	8	Licenciatura en Español y Literatura	0,33333333	12	3	4
13	9	Licenciatura en Filosofía	1	1	1	
14	10	Licenciatura en Música	0,33333333	12	3	15
15	11	Licenciatura en Pedagogía	0,33333333	12	3	4
16	12	Medicina	1	1	1	
17	13	Tecnología Eléctrica	1	1	1	
18	14	Tecnología Industrial	0,33333333	12	3	4
19	15	Tecnología Mecánica	1	1	1	
20	16	Tecnología Química	1	1	1	

Figura 4 . Fragmento de la salida del Modelo BCC-output - Pantalla Score- usando las variables de la componente 4 “Resultados de Investigación”

En la figura 4 se observan bajo la columna etiquetada como "Score" que los programas de Administración del Medio Ambiente, Ciencias del Deporte y la Recreación, Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica, Licenciatura en Filosofía, Medicina, Tecnología Eléctrica, Tecnología Mecánica y Tecnología Química se encuentran situados en la frontera de eficiencia, dado que su score de eficiencia es igual a 1.

El siguiente es un fragmento del tablero de proyecciones para los programas ineficientes con respecto a la componente 4 "Resultados de investigación".

### TABLERO DE MANDO

Programa Académico	No.	DMU I/O	1/Score Data	Projection	Difference	%
<b>Tecnología Mecánica</b>	15	15	1			
Número de Docentes de planta con doctorado 2007-2		X1	0	0	0	0,00%
Número de docentes catedráticos equivalentes a tiempo completo 2007-2		X2	1,34	0,96	-0,38	-28,36%
Situación actual del programa (3. Acreditada, 1. No aplica y Sin proceso)		Y1	3	3	0	0,00%
Número de libros de investigación publicados 2007-2		Y2	0	2	2	999,90%
Número de reportes de investigación de 1 docente publicados por la IES 2007-2		Y3	10	12	2	20,00%

Tabla 7. Proyecciones para las variables de la componente 4 "Resultados de investigación" según el modelo BCC-output.

### 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se determinó una metodología para medir la calidad y eficiencia de los programas académicos de la Universidad Tecnológica de Pereira aplicando análisis envolvente de datos y análisis factorial. Metodología estructurable a otras instituciones académicas y otros periodos académicos.

Se determinó un sistema de variables que integró de manera coherente los lineamientos del plan estratégico con las características de calidad definidas por el Consejo Nacional de Acreditación. Este sistema de variables permite evaluar los diferentes aspectos del desempeño de un programa académico.

Se realizó un análisis factorial que permitió determinar 4 factores principales asociados con diferentes aspectos de la calidad de los programas académicos, tales como: Capacidad docente e investigativa, Proceso de deserción, Nivel de desempeño alto de estudiantes, Resultados de investigación.

### 4. TRABAJOS FUTUROS

Dado que esta investigación presenta un primer marco metodológico coherente con el direccionamiento estratégico de la universidad y con las características de calidad académica definidas por el Consejo Nacional de Acreditación (CNA) para evaluar los programas

académicos de la UTP se recomienda como trabajo futuro continuar con su aplicación en el contexto de los indicadores ya completamente definidos por cada mesa temática del plan de desarrollo (PDI 2007-2019).

Se recomienda como trabajo futuro aplicar el marco metodológico de esta investigación y los modelos del análisis envolvente en diferentes periodos académicos para introducir de esta manera elementos dinámicos dentro de la evaluación de cada programa.

Se recomienda como trabajo futuro aplicar Data Envelopment Analysis en los diferentes programas académicos de pregrado de Ingeniería Industrial, acreditados por el Consejo Nacional de Acreditación "CNA" en el País, utilizando el enfoque metodológico de esta investigación.

### 5. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Cooper, W. W., Seiford, L. M., y Tone, K. (2000). Data Envelopment Analysis -a comprehensive text with models, applications, references and DEA-solver software. Boston/Dordrecht/London: Kluwer Academic Publishers.
- [2] Bernal, M. E., y Soto, J. A. (2009) Trabajo de grado Maestría: Enfoque metodológico para medir la calidad de los programas académicos de la UTP aplicando el análisis envolvente de datos y análisis factorial.
- [3] Díez de Castro, E. y Díez Martín, F., (2005), "Un modelo para la medición de la eficiencia en los departamentos universitarios", Revista de Enseñanza Universitaria, Sevilla, nº 25, ISSN: 1131-5245. [online 13 de septiembre de 2008] disponible en internet [http://www.personal.us.es/fdiez/pdf/UN\\_MODELO\\_PARA\\_LA\\_MEDICION\\_DE\\_LA\\_EFICIENCIA\\_EN\\_LOS\\_DEPARTAMENTOS\\_UNIVERSITARIOS.pdf](http://www.personal.us.es/fdiez/pdf/UN_MODELO_PARA_LA_MEDICION_DE_LA_EFICIENCIA_EN_LOS_DEPARTAMENTOS_UNIVERSITARIOS.pdf)
- [4] Jiménez, E. U. y Manzano, J. A. Análisis Multivariante Aplicado, Thomson, 2005, págs. 2 y 408.
- [5] Soto M., J. A. (2008) Fundamentos Teóricos y Prácticos del Análisis Envolvente de Datos, Facultad de Ingeniería Industrial, Maestría en Investigación Operativa y Estadística, Universidad Tecnológica de Pereira, UTP.
- [6] Trillo del P., D. D (2002), Tesis Doctoral: La función de distancia: Una análisis de eficiencia en las Universidades, Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales Universidad Rey Juan Carlos. [online 13 de septiembre de 2008] disponible en internet <http://www.fcjs.urjc.es/departamentos/areas/profesor/es/descarga/rrqrvzqw/TESIS%20FDIST%20UNIVERSIDAD%20TRILLO.pdf>