

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS  
OFICIALES DE BUCARAMANGA MEDIANTE EL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE  
DATOS DEA**

**OLGA MARÍA LÓPEZ MUÑOZ  
ELIANA MARÍA SUÁREZ BAQUERO**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENERÍAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA**

**2011**

**EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS  
OFICIALES DE BUCARAMANGA MEDIANTE EL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE  
DATOS DEA**

**OLGA MARÍA LÓPEZ MUÑOZ  
ELIANA MARÍA SUÁREZ BAQUERO**

**Trabajo de grado para optar al título de Ingeniera Industrial**

**Director  
CARLOS EDUARDO DÍAZ BOHÓRQUEZ  
Msc. Ingeniería Industrial**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS  
ESCUELA DE ESTUDIOS INDUSTRIALES Y EMPRESARIALES  
BUCARAMANGA**

**2011**

***A Dios por ser mi guía y permitirme culminar esta etapa.***

***A mis padres y hermanos por velar por mi bienestar y educación, estando siempre pendientes de mí, apoyándome en cada una de las metas que me propongo.***

***A mis amigas por compartir sonrisas, secretos, deseos, lágrimas y momentos especiales, estando a mi lado a través de los años.***

***A mis amigos y compañeros de universidad por haber llenado gran parte de mi vida de alegría y satisfacción, compartiendo jornadas de estudio y experiencias inolvidables.***

***Olga López Muñoz***

***A Dios por haberme dado salud y darme sabiduría para cumplir esta meta  
A mis Padres y Abuelos por sus consejos, por la motivación constante y amor infinito,  
A mi Hermano por recordarme que siempre debo sonreír,  
A mis familiares y amigos por el apoyo y cariño durante la realización de este gran  
logro.***

***Eliana Suárez Baquero***

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecemos a Dios por ser nuestro guía y permitirnos llegar hasta este momento tan importante de nuestras vidas al lograr esta meta.

A nuestras familias por su incondicional apoyo, cariño y comprensión.

A todo el equipo de trabajo de la Secretaria de Educación de Bucaramanga por el apoyo y la disponibilidad de toda la información necesaria, al igual que la asesoría permanente durante la realización de este proyecto. En particular al Doctor Luis Alfonso Montero Luna, anterior Secretario de Educación Municipal por el respaldo en el recaudo de la información necesaria, solicitando la valiosa colaboración de cada una de las instituciones educativas oficiales de Bucaramanga.

Agradecemos muy especialmente a todos los funcionarios de esta entidad por su confianza y credibilidad en nuestro proyecto, su colaboración incondicional, comentarios y recomendaciones. Algunos de ellos son:

Doctora Alba Navarro	Asesora Jurídica	Alcaldía de B/manga
Doctor Francisco Pinzón	Asesor Jurídico	SED
Elsa Velásquez	Jefe de Presupuesto	SED
Hernando Roa	Jefe de Planeación	SED
Hugo Castellanos	Líder Cobertura	SED
Edwin Rosas	Ingeniero Cobertura	SED
William Pinto	Ingeniero Nómina	SED
Myriam Jaimes	Directora de Núcleo No.1	SED
Leovigilda Durán	Directora de Núcleo No.2	SED
Etilvia Vesga	Directora de Núcleo No.3	SED

Luz del Carmen Ruiz      Directora de Núcleo No.4      SED

A las instituciones educativas oficiales de Bucaramanga principalmente a sus rectores, pagadores y contadores por el suministro de la información requerida.

A la Universidad Industrial de Santander, en especial a la Escuela de Estudios Industriales y Empresariales, al grupo de investigación Ópalo y a cada uno de los docentes a lo largo de nuestra carrera universitaria por la formación tanto académica como personal, convirtiéndonos hoy en día en profesionales integrales.

A nuestro director de proyecto Carlos Díaz por su acompañamiento permanente, asesorías, consejos y enseñanzas durante este proyecto.

A nuestros amigos y compañeros por compartir todos estos años de experiencias y a todas las personas que de una u otra manera contribuyeron en la realización de este proyecto.

OLGA LÓPEZ Y ELIANA SUÁREZ

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INTRODUCCIÓN	20
1. GENERALIDADES DEL PROYECTO	23
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23
1.2 DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN RAIZ	26
1.3 OBJETIVOS	27
1.3.1 Objetivo General	27
1.3.2 Objetivos Específicos	27
2. ASPECTOS GENERALES Y REFERENCIAS TEÓRICAS	29
2.1 SECTOR EDUCATIVO	29
2.1.1 Recursos del Sector Educativo	32
2.1.1.1 Recursos Financieros	32
2.1.1.2 Recursos Humanos	34
2.1.1.3 Recursos Físicos	34
2.2 SECTOR EDUCATIVO BUCARAMANGA	35
2.3 DEFINICIÓN DEL CONCEPTO DE EFICIENCIA	41
2.3.1 Tipos de Eficiencia	42
2.3.1.1 Eficiencia Técnica Global	42
2.3.1.2 Eficiencia de Asignación	43
2.3.1.3 Eficiencia Global	43
2.4 LA FRONTERA DE POSIBILIDADES DE PRODUCCIÓN	44
2.5 MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA	46
2.5.1 Métodos paramétricos	47
2.5.2 Métodos no-paramétricos	48

2.6 ANALISIS ENVOLVENTE DE DATOS	49
2.7 MODELOS UTILIZADOS EN DEA	52
2.7.1 Modelo CCR	53
2.7.2 Modelo BCC	57
2.8 PARÁMETROS PARA LA SELECCIÓN DE VARIABLES	62
2.9 ESTADO DEL ARTE	63
3. IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE APLICACIÓN	67
4. SELECCIÓN DE VARIABLES	71
4.1 REVISIÓN BIBLIOGRAFICA	72
4.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DEL SECTOR EDUCATIVO	73
4.2.1 Documentación del Sector Educativo	73
4.2.2 Sistemas de Información del Sector Educativo	73
4.2.2.1 El Sistema de Información Nacional de Educación Básica y Media- SINEB	74
4.2.2.2 El Sistema de Seguimiento de Educación Básica y Media.	74
4.2.3 Información Estadística del Sector Educativo para la Educación Básica y Media.	75
4.2.3.1 Ministerio de Educación Nacional.	75
4.2.3.2 Sistema Nacional de Indicadores Educativos para la Educación Básica y Media.	75
4.2.3.3 Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).	75
4.3 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN	80
4.4 CONSULTA A EXPERTOS	85
4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	89
4.6 VARIABLES SELECCIONADAS	96
5. SELECCIÓN DE LAS UNIDADES PRODUCTIVAS A EVALUAR	98

6. DEFINICIÓN DEL MODELO DE EVALUACIÓN	101
6.1 ORIENTACIÓN DEL MODELO	101
6.2 EXTENSIÓN DEL MODELO	101
7. APLICACIÓN DEL MODELO	103
7.1 DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA	103
7.2 EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA	105
7.2.1 Conjunto de Referencia	113
7.2.2 Proyecciones de la frontera eficiente	117
8. CONCLUSIONES	119
9. RECOMENDACIONES	123
BIBLIOGRAFIA	124
ANEXOS	130

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Evolución de la Eficiencia Interna en el Sector Oficial de Bucaramanga	38
Figura 2. Tasa de Repetición Sector Oficial	38
Figura 3. Tasa de Deserción Sector Oficial	39
Figura 4. Indicador de Alumnos por Computador	40
Figura 5. Frontera de posibilidades de producción	45
Figura 6. Métodos de Análisis de Frontera	46
Figura 7. Métodos Paramétricos para la evaluación de la eficiencia	48
Figura 8. Representación grafica de DEA	49
Figura 9. Transformación de Recursos en Resultados de una DMU	50
Figura 10. Representación del Proceso Educativo según el Sistema Nacional de Indicadores Educativos para la Educación Básica y Media	68
Figura 11. Representación del Proceso Educativo en las Instituciones Educativas Oficiales de Bucaramanga	70
Figura 12. Representación Gráfica de los Componentes Principales para las Variables de Entrada	94
Figura 13. Representación Gráfica de los Componentes Principales para las Variables de Salida	94
Figura 14. Archivo de Excel para el ingreso de datos	104
Figura 15. Interfaz Gráfica de la Herramienta EMS	105

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Tipología para la Asignación de Recursos por Alumno	33
Tabla 2. Nivel de cobertura de las instituciones educativas oficiales de Bucaramanga por nivel de escolaridad	37
Tabla 3. Nivel de Preparación de los docentes a cargo de las Instituciones Educativas de Bucaramanga 2010	41
Tabla 4. Modelo CCR	59
Tabla 5. Modelo BCC	60
Tabla 6. Información estadística del Ministerio de Educación Nacional	77
Tabla 7. Información estadística del Sistema Nacional de Indicadores Educativos para la Educación Básica y Media.	78
Tabla 8. Información Estadística del DANE	79
Tabla 9. Limitaciones en la Recopilación de Información de Variables	82
Tabla 10. Variables Iniciales de Entrada	84
Tabla 11. Variables Iniciales de Salida	85
Tabla 12. Consulta a Expertos para las Variables de Entrada	86
Tabla 13. Consulta a Expertos para las Variables de Salida	87
Tabla 14. Notación Variables de Entrada	89
Tabla 15. Notación Variables de Salida	89
Tabla 16. Coeficientes del Análisis de Correlación de las Variables de Entrada	90
Tabla 17. Coeficientes del Análisis de Correlación de las Variables de Salida	90
Tabla 18. Análisis de Componentes Principales para las Variables de Entrada	92
Tabla 19. Análisis de Componentes Principales para las Variables de Salida	92
Tabla 20. Matriz de Componentes Principales para las Variables de Entrada	93
Tabla 21. Matriz de Componentes Principales para las variables de Salida	93
Tabla 22. Estadísticos descriptivos de las variables de entrada y salida	97

Tabla 23. Unidades de Evaluación	99
Tabla 24. Índices de Eficiencia Técnica Global (ETG), Eficiencia Técnica Pura (ETP) y Eficiencia de Escala (SE)	107
Tabla 25. Cualificación de las Unidades Eficientes	111
Tabla 26. Conjunto de referencia de las unidades	113

## LISTA DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
ANEXO A. VARIABLES USADAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS EN ESTUDIOS ANTERIORES.	131
ANEXO B. SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA LA EDUCACIÓN BÁSICA Y MEDIA	132
ANEXO C. INFORMACIÓN ESTADÍSTICA DEL SECTOR EDUCATIVO PARA LA EDUCACIÓN BÁSICA Y MEDIA	133
ANEXO D. VARIABLES DE ENTRADA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS OFICIALES DE BUCARAMANGA	136
ANEXO E. VARIABLES DE SALIDA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS OFICIALES DE BUCARAMANGA	140
ANEXO F. EFICIENCIA DE LAS UNIDADES	144
ANEXO G. PROYECCIONES DE LAS SALIDAS	148

## TABLA DE CUMPLIMIENTO DE OBJETIVOS

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	CUMPLIMIENTO
Realizar una revisión bibliográfica acerca de aplicaciones del análisis envolvente de datos (DEA) como técnica de evaluación de eficiencia, para documentar y recopilar conceptos y resultados que contribuyan al estudio de la determinación de la eficiencia de las instituciones educativas del sector oficial de Bucaramanga.	Capítulo 2.  Aspectos generales y referencias teóricas
Definir y recopilar la información de las variables de entrada y salida, en la secretaria de educación de Bucaramanga y en las 42 instituciones educativas del sector oficial de Bucaramanga, describiendo la metodología de levantamiento de información.	Capítulo 4.  Selección de Variables
Filtrar la información recopilada, definiendo y seleccionando las unidades productivas (Instituciones educativas del sector oficial de Bucaramanga) y eliminando las que carezcan de información, tengan datos atípicos o no deban ser incluidas en el análisis por otras razones.	Capítulo 5. Selección de las unidades productivas a evaluar
Definir la formulación del modelo de análisis envolvente de datos más apropiado para la evaluación de la eficiencia de las instituciones educativas del sector oficial de Bucaramanga.	Capítulo 6. Definición del modelo de evaluación
Aplicar el método del Análisis Envolvente de Datos (DEA) y clasificar las unidades evaluadas en eficientes y no eficientes.	Capítulo 7. Aplicación del modelo
Realizar el análisis de los resultados, identificando y caracterizando la eficiencia de las instituciones educativas eficientes del sector oficial de Bucaramanga.	Sección 7.2 Evaluación de la eficiencia

## RESUMEN

**TÍTULO:** EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS OFICIALES DE BUCARAMANGA MEDIANTE EL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA)<sup>\*</sup>

**AUTORES:** OLGA MARÍA LÓPEZ MUÑOZ  
ELIANA MARÍA SUÁREZ BAQUERO<sup>\*\*</sup>

**PALABRAS CLAVES:** Análisis Envolvente de Datos (DEA), Eficiencia, Frontera de Posibilidades de Producción, Instituciones Educativas, Unidad Organizacional Homogénea (DMU), Sector Oficial.

### DESCRIPCIÓN:

Esta investigación presenta la determinación de la eficiencia de las Instituciones Educativas Oficiales de Bucaramanga, mediante la utilización de una técnica de optimización lineal no paramétrica que construye una función frontera de posibilidades de producción, denominada Análisis Envolvente de Datos (DEA).

La aplicación de esta herramienta proporciona indicaciones acerca de la mejor asignación de los recursos empleados en relación con los resultados obtenidos en el proceso educativo en las Instituciones del sector oficial de Bucaramanga al medir su comportamiento relativo como Unidades Organizacionales Homogéneas (DMU) que utilizan los mismos recursos para producir los mismos resultados.

La evaluación de la gestión educativa requiere en primer lugar definir las variables que reflejen la utilización de los recursos financieros, humanos y físicos disponibles para la prestación del servicio educativo, al igual que seleccionar las unidades a considerar, teniendo en cuenta en este estudio 78 unidades correspondientes a 39 Instituciones Educativas de carácter oficial para los años 2009 y 2010.

Posteriormente, se calculan los índices de eficiencia para cada una de las unidades, aplicando los modelos orientados a salidas de Charnes Cooper y Rhodes (1978) y Banker, Charnes y Cooper (1984) definiendo así, las eficiencias técnica y de escala. Finalmente, se presenta la caracterización de las unidades eficientes y la medida de ineficiencia de aquellas que no lograron ubicarse en la frontera eficiente, brindando información sobre los incrementos a realizar en las variables de salida, en donde la institución deberá enfocarse para ser considerada eficiente.

---

\* Proyecto de Grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales.  
Director: Carlos Eduardo Díaz Bohórquez.

## ABSTRACT

**TITLE:** BUCARAMANGA'S PUBLIC EDUCATIONAL INSTITUTIONS  
EFFICIENCY EVALUATION BY DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA)\*

**AUTHORS:** OLGA MARÍA LÓPEZ MUÑOZ  
ELIANA MARÍA SUÁREZ BAQUERO\*\*

**KEYWORDS:** Data Envelopment Analysis (DEA), Efficiency, Production Possibility Frontier, Educational Institutions, Decision Making Unit (DMU), Official Sector.

### DESCRIPTION:

This research is focusing on the efficiency of the Bucaramanga's public educational institutions through the application of a non-parametric optimization technique that builds a production possibility frontier called Data Envelopment Analysis (DEA).

The application of this tool provides indications about the best allocation of resources used in relation of the obtained results in the educational process in the public sector in Bucaramanga to measure their relative performance as Decision Making Units (DMU), which use the same resources to produce the same results.

The evaluation of educational management requires; first, to define the variables that reflect the use of financial, human and infrastructure resources for the provision of educational service, as well as select the units to be considered, taking into account in this study, 78 units in 39 Public Educational Institutions for the years 2009 and 2010.

Subsequently, the efficiency ratios for each of the units are calculated, using output-oriented models of Charnes Cooper and Rhodes (1978) and Banker, Charnes and Cooper (1984) thus defining the technical and scale efficiencies. Finally, the characterization of efficient units and the measure of inefficiency of those who failed to settle on the efficient frontier are presented, providing information on the increases to be made in the output variables, where the institution should focus on to be considered efficient.

---

\* Degree Project

\*\* Physical-Mechanical Engineering Faculty. School of Industrial and Management Studies.  
Professor: Carlos Eduardo Díaz Bohórquez.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la preocupación por mejorar el capital humano y el conocimiento como fuentes fundamentales de innovación y bienestar social, se ha convertido en una necesidad para las organizaciones. De esta manera, la apuesta por el desarrollo, por la paz y la felicidad está estrecha e inevitablemente ligada a lo que se puede hacer en educación.<sup>1</sup>

El estado en su afán por mejorar la calidad del proceso de formación con el que egresan los estudiantes de las instituciones educativas, ha orientado sus esfuerzos en la búsqueda de las condiciones óptimas para el aprendizaje a través de un sistema educativo de calidad permitiéndoles desarrollar las competencias y valores para su posterior desempeño social y productivo, independientemente de la edad, el género, el nivel socio-económico o el grupo étnico del cual provengan.

Este propósito de mejorar la calidad de la educación, hace referencia al proceso de formación, que está conformado por todos los recursos que permiten transmitir conocimiento a los estudiantes. En este punto radica la importancia del uso eficiente de aquellos recursos asignados a las diferentes instituciones educativas, haciendo necesaria la utilización de herramientas apropiadas de evaluación de la eficiencia para contribuir al manejo adecuado de éstos y a su vez al mejoramiento en la toma de decisiones.

Es así, como el presente trabajo tiene como objetivo ser apoyo al sector educativo en sus procesos de mejoramiento continuo, al respaldar la función de medir en forma permanente el manejo adecuado de los recursos al evaluar la eficiencia de

---

<sup>1</sup> VÉLEZ, C. COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Revolución Educativa. Disponible en: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/propertyvalue-40520.html>

las instituciones educativas del sector oficial de Bucaramanga, utilizando la técnica de optimización lineal no paramétrica que construye una función frontera, denominada Análisis Envolvente de Datos (DEA) y se adecua a este tipo de evaluación al involucrar diferentes variables de entrada y salida al igual que su versatilidad y facilidad para el manejo de datos de múltiples recursos/resultados.

La elección de esta técnica radica en la posibilidad de evaluar la eficiencia de la gestión educativa al contemplar todas aquellas variables que competen el proceso de aprendizaje en un único indicador global, a diferencia de los actualmente utilizados, los cuales son exclusivamente indicadores individuales como mecanismos de seguimiento y monitoreo a las metas en los diferentes proyectos correspondientes a cobertura, calidad y asignación de recursos del sector educativo, no permitiendo de esta forma arrojar un análisis en conjunto con otros indicadores con los que tienen alguna relación.

La metodología del estudio comprende en primer lugar, la definición y selección de variables que deben ser consideradas al evaluar la gestión educativa basada en las variables contempladas en estudios realizados previamente, y a su vez apoyada en la información estadística y documentación colombiana del Sector Educativo, posteriormente una consulta a expertos sobre la relevancia de las variables y el análisis estadístico de éstas.

En segundo lugar, se determinarán las unidades a evaluar y el modelo más adecuado a utilizar, aplicando una herramienta informática diseñada para estimar la eficiencia de las instituciones educativas del sector oficial de Bucaramanga, arrojando la caracterización de la eficiencia de éstas y la medida de ineficiencia de aquellas que no se logren ubicar en la frontera eficiente, proporcionando información sobre los aspectos en donde la institución deberá enfocarse, para optimizar ya sea el aprovechamiento de sus recursos o el mejoramiento en los

resultados. Finalmente, se interpretarán los resultados, se presentarán conclusiones y recomendaciones acerca de la investigación.

## 1. GENERALIDADES DEL PROYECTO

### 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La eficiencia en la prestación de los servicios educativos, es decir, la oportunidad y calidad de éstos gracias a la mejor asignación y optimización de los recursos disponibles junto a la ampliación de la cobertura, prevalecen como prioridad del sector educativo.

El Sector Educativo Colombiano en los últimos años ha realizado un esfuerzo enorme en consolidación de toda la información estadística del sector, fruto del diseño y puesta en marcha de reconocidos sistemas de información, consolidando así el Sistema Nacional de Indicadores Educativos para la Educación Básica y Media<sup>2</sup>, contando con indicadores de contexto, oferta educativa (recursos), gestión (proceso), y de resultados, teniendo como finalidad obtener información confiable, que al aproximarse al estado actual de la educación permita tomar decisiones hacia un mejoramiento continuo y progresivo de la calidad de ésta.

Actualmente, el Ministerio de Educación Nacional cuenta con indicadores estadísticos sectoriales para la educación básica y media, entre estos el de la Eficiencia Interna del Sector Oficial<sup>3</sup>, el cual permite evaluar a través de un análisis de las tasas de reprobación, deserción y repitencia, la capacidad demostrada por el sistema educativo para retener la población matriculada hasta que termine con todos sus grados establecidos para el nivel respectivo, y para promover esa

---

<sup>2</sup>COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Sistema Nacional de Indicadores Educativos. Disponible en: [http://menweb.mineducacion.gov.co/seguimiento/estadisticas/principal\\_ind.php?consulta=ind\\_dem\\_pot&nivel=4&id\\_categoria=4](http://menweb.mineducacion.gov.co/seguimiento/estadisticas/principal_ind.php?consulta=ind_dem_pot&nivel=4&id_categoria=4)

<sup>3</sup>COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Eficiencia Interna del Sector Oficial. Disponible en: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-82748.html>

población de un grado a otro con la debida fluidez, evitando así la pérdida de tiempo.

No obstante, este indicador anual contempla únicamente variables de reprobación, deserción y repitencia, siendo discriminadas cada una de éstas individualmente reflejando el desempeño en la gestión orientada más que todo a cobertura del sector, dejando de lado variables relacionadas de asignación de recursos financieros, humanos y físicos pertinentes en la gestión educativa del sector oficial.

De igual forma, pese a que en la última década han mejorado las estadísticas y los indicadores educativos en cuanto a su calidad y disponibilidad, aún persisten diferencias sustanciales entre las diversas fuentes, lo que ha impedido consolidar un sistema confiable para las instituciones educativas. A su vez, la utilización de indicadores individuales como mecanismos de seguimiento y monitoreo a las metas en los diferentes proyectos correspondientes a cobertura, calidad y asignación de recursos del sector educativo, no han permitido arrojar un análisis en conjunto con otros indicadores con los que tienen alguna relación.

Sin embargo, la implementación de un solo indicador que agrupe todas las variables que describen los distintos factores del sector educativo para el análisis de la eficiencia de procesos tan complejos como el de la escolarización, demuestra un carácter subjetivo en la medida en que contempla ponderaciones estipuladas arbitrariamente para la medición de los factores en el cálculo del indicador.

*Conforme al artículo 67 de la Constitución Política, el Ministerio de Educación Nacional, con el fin de velar por la calidad, por el cumplimiento de los fines de la educación y por la mejor formación moral, intelectual y física de los educandos, ordena establecer un Sistema Nacional de Evaluación de la Educación que opere*

*en coordinación con el Servicio Nacional de Pruebas del Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior, ICFES, y con las entidades territoriales y sea base para el establecimiento de programas de mejoramiento del servicio público educativo<sup>4</sup>.*

Debido a esto, es importante aclarar que la eficiencia de una institución educativa no es la misma eficiencia académica. Su diferencia radica en que la primera no sólo se puede evaluar a través de pruebas académicas como lo son el examen de estado SABER 11° y las competencias básicas SABER 5° Y 9°, ya que a pesar de ser uno de los objetivos más importantes, también busca el crecimiento en cobertura y el mejoramiento de los recursos humanos, físicos y financieros. Es por esta diferencia, que el estudio busca evaluar a las instituciones como planteles donde los objetivos son tanto académicos como administrativos, abarcando de esta forma, otras variables que tienen un efecto importante sobre la eficiencia de éstos.

Por sus características específicas y por las particularidades de la función de producción de la educación básica y media, la técnica seleccionada es el Análisis Envolvente de Datos (DEA), ya que gracias a la generación endógena de los pesos de cada variable utilizada en el modelo, es posible consolidar los diversos indicadores educativos para la educación básica y media en un único índice, sin recurrir a ponderaciones estipuladas subjetivamente o de suposiciones necesarias acerca de las formas funcionales, tan comunes en la regresión estadística.

Mediante este proyecto de investigación, se realizará una aplicación de DEA para evaluar las instituciones educativas del sector oficial de la ciudad de Bucaramanga, ya que es una metodología que permite incorporar todos los

---

<sup>4</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 115 de febrero 8 de 1994. Ley General de Educación. Título IV, Capítulo 3, Artículo 80. Bogotá, Colombia.1994.

recursos, no solo financieros, sino también humanos y físicos. Logrando de esta manera, analizar la eficiencia de las instituciones con medidas que no son subjetivas y de este modo obtener información que permita desarrollar un proceso de mejora continua para las instituciones.

## **1.2 DESCRIPCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN RAIZ**

El Grupo de Optimización y Organización de sistemas Productivos, Administrativos y Logísticos OPALO, en el marco de una de sus líneas generales de investigación denominada Optimización de Sistemas Administrativos - Decisiones Empresariales con Múltiples Criterios, desarrolla investigaciones que buscan apoyar los procesos de toma de decisiones en los sistemas administrativos y de este modo mejorar la eficiencia en el manejo de los recursos en las organizaciones.

A nivel mundial los estudios sobre el mejoramiento de la eficiencia en diferentes sectores tanto privados como públicos, se ha convertido en una prioridad, buscando así las apropiadas herramientas y metodologías que ayuden a una correcta medición de la eficiencia en las organizaciones.

La eficiencia en el sector público no radica en el aumento de utilidades como lo es para el sector privado, sino en mejorar la calidad del servicio prestado, trabajando en el perfeccionamiento de los diferentes procesos que lo conforman.

Es por esto que se han encontrado diferentes herramientas para la medición de la eficiencia en el sector público. Una de estas herramientas es la técnica de análisis mediante una función frontera denominada Análisis Envolvente de Datos DEA, la cual permite confrontar las unidades que están en el estudio e identificar las que hacen un buen uso de sus recursos. Estas unidades son las que forman la frontera

eficiente, y la distancia que las separa de las que no se encuentran en la frontera debería ser el incremento de sus resultados o la reducción de sus recursos para llegar a los resultados esperados.

Esta investigación se enfocará en la aplicación del DEA para la evaluación de la eficiencia de las instituciones educativas del sector oficial de Bucaramanga, teniendo en cuenta los recursos humanos, físicos y financieros de cada plantel.

### **1.3 OBJETIVOS**

#### **1.3.1 Objetivo General**

Evaluar la eficiencia de las instituciones educativas del sector oficial de Bucaramanga mediante la aplicación del análisis envolvente de datos (DEA).

#### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Realizar una revisión bibliográfica acerca de aplicaciones del análisis envolvente de datos (DEA) como técnica de evaluación de eficiencia, para documentar y recopilar conceptos y resultados que contribuyan al estudio de la determinación de la eficiencia de las instituciones educativas del sector oficial de Bucaramanga.
- Definir y recopilar la información de las variables de entrada y salida, en la secretaria de educación de Bucaramanga y en las 42 instituciones educativas del sector oficial de Bucaramanga, describiendo la metodología de levantamiento de información.
- Filtrar la información recopilada, definiendo y seleccionando las unidades productivas (Instituciones educativas del sector oficial de Bucaramanga) y

eliminando las que carezcan de información, tengan datos atípicos o no deban ser incluidas en el análisis por otras razones.

- Definir la formulación del modelo de análisis envolvente de datos más apropiado para la evaluación de la eficiencia de las instituciones educativas del sector oficial de Bucaramanga.
- Aplicar el método del Análisis Envolvente de Datos (DEA) y clasificar las unidades evaluadas en eficientes y no eficientes.
- Realizar el análisis de los resultados, identificando y caracterizando la eficiencia de las instituciones educativas eficientes del sector oficial de Bucaramanga.

## 2. ASPECTOS GENERALES Y REFERENCIAS TEÓRICAS

### 2.1 SECTOR EDUCATIVO

Según la Constitución política de Colombia, la educación es un derecho fundamental pues *“El Estado garantiza las libertades de enseñanza, aprendizaje, investigación y cátedra”*<sup>5</sup>. Conforme a la ley 115 de 1994, se plantea que *“La educación es un proceso de formación permanente, personal, cultural y social que se fundamenta en una concepción integral de la persona humana, de su dignidad, de sus derechos y de sus deberes”*<sup>6</sup>.

En efecto en Colombia, la educación ha sido estipulada en los planes de desarrollo y de gobierno, como uno de los factores más importantes para lograr reducir la desigualdad social, la pobreza y la brecha existente en la distribución del ingreso colombiano, convirtiéndola de esta manera en una salida viable y consistente a la problemática actual de país y en la mejor inversión en materia de competitividad.

En el entorno empresarial colombiano se vincula fuertemente a la educación en el proceso de formación productiva y social al referir que, *“si queremos una sociedad donde todos tengamos oportunidades para aprovechar las potencialidades y convivir en armonía, una sociedad insertada en un mundo globalizado, con políticas de competitividad que le permitan generar riqueza, desarrollo y bienestar*

---

<sup>5</sup>CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE COLOMBIA.1991, Título II. De los derechos, las garantías y los deberes. Capítulo I. De los derechos fundamentales, Artículo 27.

<sup>6</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 115 (8, febrero, 1994), Título I. Disposiciones preliminares. Artículo 1º. Objeto de la ley.

*para todos; necesitamos un sistema educativo en el que todos los estamentos participen activa y coordinadamente”<sup>7</sup>.*

En los últimos años, Colombia ha mejorado progresivamente en los indicadores de asistencia y cobertura. Entre 1993 y 2005, la asistencia de los niños entre 7 y 11 años pasó de 85% a 92% y para los niños y jóvenes entre 12 y los 17 años se incrementó de 68% a 78%. Uno de los aspectos más relevantes a destacar ha sido el cambio de la metodología de enseñanza, al pasar de un modelo basado en la repetición de conocimientos a uno basado en el desarrollo de competencias y capacidades, al igual que una comprometida vinculación de los padres en el proceso educativo de sus hijos.

En el año 1996, fueron aplicadas las primeras pruebas de competencias básicas en las instituciones educativas que ofrecían educación primaria, generando una transformación en la educación, en la medida en que se paso de medir conocimientos y memoria a medir las habilidades para resolver problemas. A partir de este año los resultados de estas pruebas de competencias tienen como propósito real, ser un apoyo a las instituciones educativas en su gestión ya que “si la medición sirve para que los colegios enfoquen sus energías y mejoren su calidad, y si ese aprendizaje se puede distribuir en la sociedad, las deficiencias en educación que condenan a tantos colombianos a la pobreza deberían comenzar a superarse”<sup>8</sup>.

Otro gran avance se dio en el año 2000 en el examen anteriormente denominado ICFES, y hoy en día pruebas SABER 11°, realizado a los estudiantes de undécimo grado en el cual fueron incluidas las competencias. Las pruebas SABER son aplicadas en los grados 5, 9, 11 y al finalizar la universidad, ya que éstas son

---

<sup>7</sup> ESPINOSA LÓPEZ, A. Artículo Revista Dinero. De dónde viene y para dónde va la educación en Colombia, Septiembre, 2008, Edición 310.

<sup>8</sup> LOS MEJORES COLEGIOS, Edición 176 Marzo 2003, Revista Dinero. Bogotá. D.C. disponible en: <http://www.dinero.com/caratula/edicion-impreso/articulo/los-mejores-colegios/787>

cuatro etapas diferenciadoras en la educación de una persona. “La idea es mirar el desarrollo de las competencias básicas a lo largo de todo el ciclo del estudiante, desde que está en primaria hasta su salida de la universidad”<sup>9</sup>, explica Cecilia María Vélez, ministra de Educación en el año 2003.

A su vez, "El sistema de pruebas permitirá seguirle el rastro a cada estudiante, ver sus altibajos y hacerle el seguimiento"<sup>10</sup> afirma Daniel Bogoya, director en el año 2003 del ICFES, entidad que maneja toda la estructura de evaluación.

Por otra parte, dos variables importantes para lograr unos excelentes resultados en la educación son: el tipo de modelo en que se basa la enseñanza y la calidad profesional y humana de quienes están a cargo de esta labor. Según Hopcroft (2011)<sup>11</sup>, *“el papel que tienen los profesores en la educación de los jóvenes en cualquier sociedad, resulta ser el más importante en la cadena y resulta básico para que las personas alcancen el éxito, los educadores son la base de una sociedad más desarrollada y productiva, son ellos los llamados a crear y diseñar las estrategias que forman los verdaderos líderes y quienes deben despertar el interés de los jóvenes por la ciencia”*.

De acuerdo al último informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) en el 2010 sobre el desarrollo humano, un colombiano promedio estudia 7.4 años, siendo los años esperados de instrucción de 13.3, situándose muy por debajo del promedio de la región equivalente a 8.52 años.

El informe sobre Desarrollo Humano arrojado por la UNESCO publicó para el año 2010 el Índice de Desarrollo Humano (IDH), el cual es una medida sinóptica del

---

<sup>9</sup> Ibid

<sup>10</sup> Ibid

<sup>11</sup> HOPCROFT, J.E. Artículo Revista Dinero. La verdadera importancia de los profesores. Mayo, 2011.

desarrollo humano, al medir el progreso medio conseguido por un país en tres dimensiones básicas del desarrollo humano: salud, educación e ingresos. Entre 1980 y 2010 el índice de desarrollo humano (IDH) <sup>12</sup> de Colombia creció en un 0.8% anual, pasando desde el 0.537 hasta el 0.689 de la actualidad, ubicando al país en la posición 79 de los 169 países para los que se disponían datos comparables. El IDH de América Latina y el Caribe (OR) como región paso del 0.578 de 1980 al 0.706 de la actualidad, situando a Colombia por debajo de la media regional.

Si bien en los últimos años el gobierno ha hecho esfuerzos por mejorar los indicadores de cobertura, el país continúa con niveles bajos comparado con los demás países de América Latina, haciendo necesarias grandes inversiones en infraestructura y talento humano, además de un acompañamiento de la familia hacia los niños y jóvenes inculcándoles lo necesario e indispensable de la educación en la formación integral de una persona.

### **2.1.1 Recursos del Sector Educativo**

Para hacer efectivo el derecho a la educación las entidades territoriales encargadas del sector educativo cuentan con recursos financieros, humanos y físicos<sup>13</sup>.

**2.1.1.1 Recursos Financieros:** La nación mediante el Sistema General de Participación (SGP) transfiere los recursos necesarios para la financiación del servicio de la educación, estas transferencias son el principal ingreso de la entidad. La Ley 715 de 2001 establece que para financiar la prestación del servicio

---

<sup>12</sup>UNESCO. Informe del índice de desarrollo humano de Colombia. 2010.  
<http://hdrstats.undp.org/es/paises/perfiles/COL.html>

<sup>13</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Codesocial. Organización del Sistema Educativo. Conceptos generales de la educación preescolar, básica y media. Guía No.33. Edición No.1. 2009.

educativo el gobierno debe distribuir cada año entre departamentos, municipios y distritos los recursos para alimentación escolar y la participación para educación. Así mismo, establece que los criterios que deben regir la distribución de la participación en educación son:

- Población atendida: La nación deberá tener en cuenta el número de alumnos matriculados en el sistema educativo y definir cada año el valor que reconocerá para cada uno de ellos. Este valor se calculará con base en una tipología establecida por el Ministerio de Educación Nacional. A continuación se muestran las tipologías para los años 2009 y 2010.

**Tabla 1. Tipología para la Asignación de Recursos por Alumno.**

Entidades	URBANA				RURAL			
	Preescolar y Primaria		Secundaria y Media		Preescolar y Primaria		Secundaria y Media	
	2009	2010	2009	2010	2009	2010	2009	2010
Departamentos, Distritos y Municipios	1.000.000	1.020.000	1.300.000	1.310.000	1.070.000	1.140.000	1.400.000	1.480.000

Fuente: Adaptado de: Sistema General de Participaciones. CONPES 122 del 2009 y 131 de 2010.

- Población por atender en condiciones de equidad: el sistema deberá tener en cuenta la cantidad de población en edad que no está asistiendo a la escuela.
- Equidad: Se deberá tener en cuenta el nivel de pobreza de cada entidad territorial reconociendo mayores recursos a aquellas con altos niveles de pobreza.

Los recursos de la participación para educación se desagregan así:

- Prestación del servicio: Éstos cubren los gastos de personal docente y gastos administrativos dentro de los límites legales, financiamiento de contratos de prestación de servicio, costos de ascensos de escalafón, cubrir gastos de infraestructura y de calidad, financiación de ampliación de cobertura.

- Calidad educativa: Estos recursos son destinados a cubrir todos los costos diferentes al personal de los establecimientos educativos, como lo son: dotación pedagógica, construcción, ampliación, mantenimiento y adecuación de la infraestructura, servicios públicos y funcionamiento de los establecimientos.
- Alimentación escolar: El 95% de acuerdo a la matrícula del año anterior ponderada por las necesidades básicas insatisfechas y el 5% por eficiencia, entendida como el incentivo a cada entidad territorial que reduzca la deserción escolar de un año a otro.

Si bien es cierto que la principal fuente de recursos para financiar la educación corresponde a las transferencias del SGP, existen también otras fuentes como lo son: Recursos propios de las entidades territoriales, Recursos de Regalías indirectas, Recursos del Ministerio de Educación Nacional y de otras entidades del Estado con programas nacionales orientados al mejoramiento del sector educativo, Recursos de cooperación y Recursos de crédito interno o externo.

Además de las fuentes mencionadas anteriormente existen los fondos de Servicios Educativos que son un mecanismo presupuestal de los establecimientos educativos para administrar sus rentas e ingresos y para atender sus gastos de funcionamiento e inversión, distintos a los de personal. A los Fondos Educativos podrán ser girados recursos de la Nación, de las entidades territoriales y de donaciones privadas, así como los recursos recaudados tales como los derechos académicos o por la venta de servicios.

**2.1.1.2 Recursos Humanos:** Se cuenta con docentes, directivos y administrativos (planta de personal) que son los aliados estratégicos para lograr las metas de acceso, cobertura y calidad del servicio educativo.

**2.1.1.3 Recursos Físicos:** Se componen del inventario, a cargo de la Secretaria de Educación, de bienes muebles e inmuebles (establecimientos educativos y sus espacios físicos como aulas, laboratorios, bibliotecas, talleres y espacios para la

recreación y el deporte) y de sus respectivas dotaciones (mobiliario, textos y material bibliográfico, recursos tecnológicos, medios y recursos didácticos, materiales de laboratorio, entre otros.

## **2.2 SECTOR EDUCATIVO BUCARAMANGA**

La Secretaria de Educación de Bucaramanga es la entidad territorial responsable de asegurar la adecuada prestación del servicio educativo en la ciudad de Bucaramanga, coordinando todas las acciones encaminadas a garantizar y responder por un servicio educativo óptimo, al alcance de todos con igual calidad. Cuenta de esta manera, con un equipo de trabajo del que forman parte, en el ámbito local, los directivos docentes y los docentes, pero además de los recursos humanos la disponibilidad de unos recursos físicos y financieros que con una eficiente gestión permitirán potencializar dichos recursos y obtener así mejores resultados.

El Ministerio de Educación Nacional y la Secretaria de Educación de Bucaramanga comprometidas con la calidad de la educación, y con el objetivo misional de fortalecer la gestión del sector educativo para ser modelo de eficiencia y transparencia<sup>14</sup>, tienen la función de evaluar en forma permanente, el manejo adecuado de los recursos y la prestación de los servicios orientados al mejoramiento de la cobertura, calidad, eficiencia y pertinencia de la educación basándose en estudios que permitan establecer un mejor uso de estos en la consecución de óptimos resultados para lograr y garantizar un educación competitiva y de calidad.

---

<sup>14</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Objetivos Misionales. Actualizado 20 Enero 2011, Disponible en: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-85244.html>

*“Proveer a la comunidad de Bucaramanga de un servicio educativo pertinente, universal y equitativo, a través de sus instituciones educativas”<sup>15</sup>* es la misión de la Secretaria de Educación de Bucaramanga, concretando sus esfuerzos en los establecimientos educativos, para lograr las metas en cobertura, calidad y eficiencia educativa, dado que éstos constituyen los espacios en los que se efectúan los procesos educativos y que responden por la calidad educativa.

Según lo establece el artículo 138 de la ley 115, se entiende por establecimiento educativo a toda institución de carácter estatal, privada o de economía solidaria organizada con el fin de prestar el servicio público educativo en los términos fijados por esta ley. Los establecimientos educativos por niveles y grados, deben contar con la infraestructura administrativa y soportes de la actividad pedagógica para ofrecer al menos un grado de preescolar y los nueve grados de educación básica. Un establecimiento educativo puede estar conformado por una o más sedes educativas.<sup>16</sup>

Los Establecimientos Educativos Oficiales son los establecimientos de propiedad del Estado y que son financiados con recursos públicos. Dentro de los establecimientos educativos públicos se consideran también aquellos financiados con recursos públicos provenientes de entes estatales diferentes del Ministerio de Educación como por ejemplo la Contraloría General de la República, el Ministerio de Hacienda, la Policía Nacional, la Armada, el Ejército, y algunos establecimientos públicos del orden nacional o universidades públicas.

Actualmente, Bucaramanga cuenta con 266 establecimientos educativos, de los cuales 53 pertenecen al sector oficial siendo 42 instituciones educativas y 11 centros educativos. Para el desarrollo de esta investigación, se tendrán en cuenta

---

<sup>15</sup> COLOMBIA, SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DE BUCARAMANGA. Misión. Disponible en: <http://www.seb.gov.co/mivi.html>

<sup>16</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 115 (8, febrero, 1994). Ley General de Educación. Título VII. Capítulo 1. Artículo 138.

exclusivamente a las instituciones educativas, debido a que el centro educativo es un establecimiento educativo rural que ofrece menos de nueve grados de educación.

Conforme a la información estadística del sector educativo, Bucaramanga atendió en el año 2009 a 104.919 niños y jóvenes, y en el año 2010 a 106.456, de los cuales fueron atendidos con recursos del estado 81.437 en el año 2009 y 79.124 en el año 2010. Por niveles educativos dicha matrícula fue distribuida de la siguiente forma:

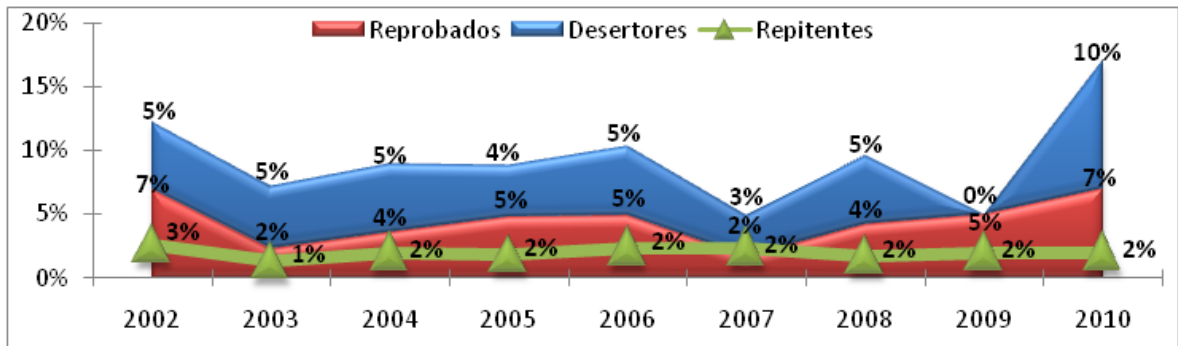
**Tabla 2. Nivel de cobertura de las instituciones educativas oficiales de Bucaramanga por nivel de escolaridad**

<b>NIVEL</b>	<b>2009</b>	<b>2010</b>
<b>Transición</b>	5.558	5.347
<b>Primaria</b>	33.846	32.602
<b>Secundaria</b>	30.077	29.307
<b>Media</b>	11.956	11.868
<b>TOTAL</b>	81.437	79.124

Fuente: Indicadores Cobertura. SECRETARIA DE EDUCACIÓN BUCARAMANGA.

En materia de eficiencia interna del sector oficial de Bucaramanga se evidenció un decrecimiento en la capacidad para retener la población matriculada en el año 2010, manteniendo el índice de repitencia mostrado en años anteriores pero aumentando la reprobación escolar a un 7% como respuesta a la vigencia del nuevo Decreto 1290 para el año 2010 por el cual se reglamenta la evaluación del aprendizaje y promoción de los estudiantes de los niveles de la educación básica y media, estableciendo la reprobación escolar al perder más de una asignatura en el año, contrario al anterior decreto para el año 2009, el cual consideraba la reprobación en el sistema escolar colombiano al perder más de tres asignaturas en el año, con la posibilidad de nivelación o recuperación en los meses de diciembre o enero.

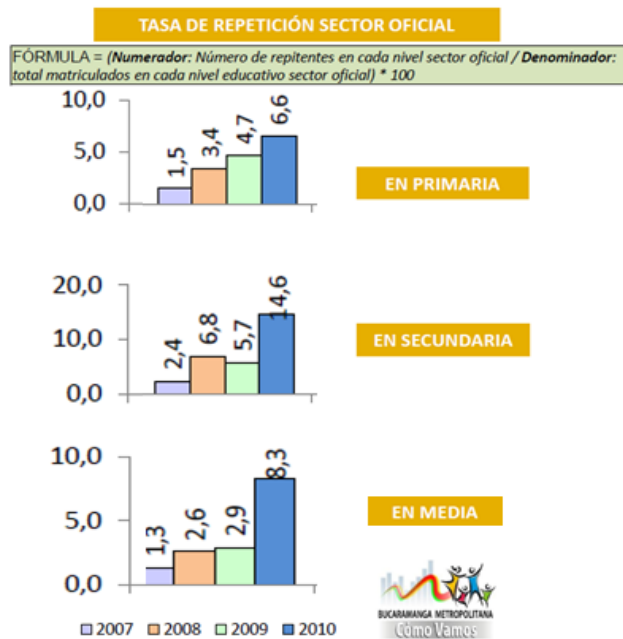
**Figura 1. Evolución de la Eficiencia Interna en el Sector Oficial de Bucaramanga**



Fuente: Estadísticas Sectoriales para la Educación Básica y Media. Área de Cobertura. SECRETARIA DE EDUCACIÓN BUCARAMANGA.

Discriminando de esta manera para el año 2010 la tasa de repetición en cada nivel del sector oficial, en primaria alcanzó un valor del 6.6%, en secundaria del 14.6% y 8.3% en la media.

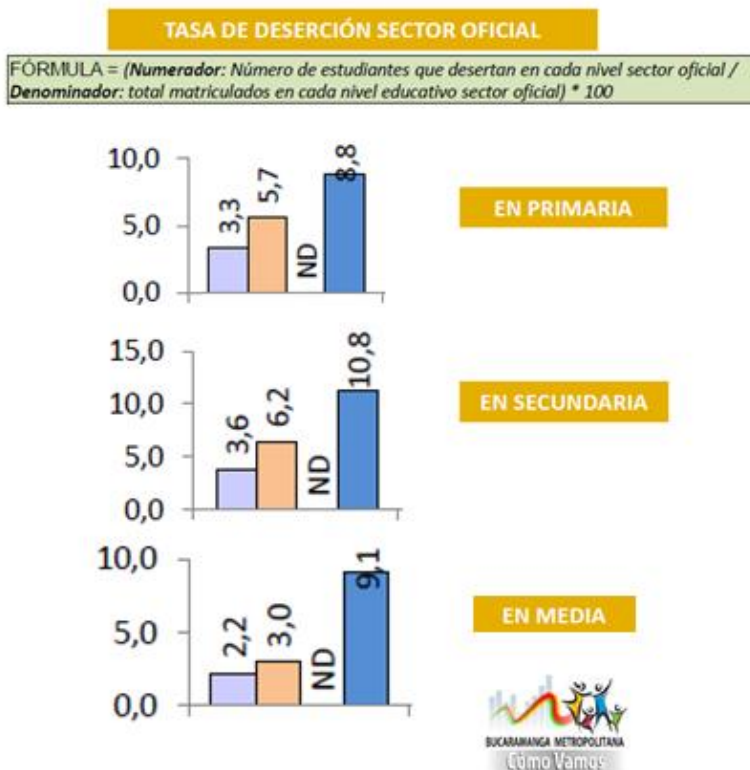
**Figura 2. Tasa de Repetición Sector Oficial**



Fuente: Adaptado de: Resultados Bucaramanga Cómo Vamos. SECRETARIA DE EDUCACIÓN BUCARAMANGA. Mayo 31 de 2011

En cuanto a la tasa de deserción por nivel del sector oficial, el valor reflejado en primaria fue de 8.8%, 10.8% en secundaria y 9.1% en la media.

**Figura 3. Tasa de Deserción Sector Oficial**

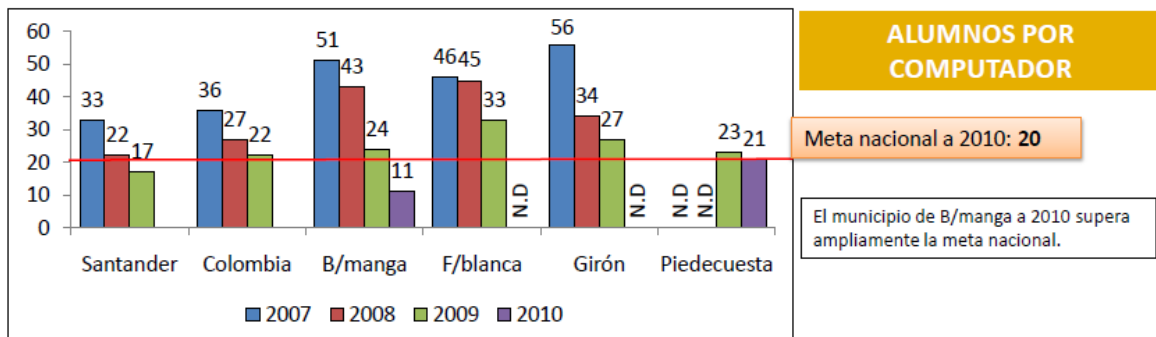


Fuente: Adaptado de: Resultados Bucaramanga Cómo Vamos. SECRETARIA DE EDUCACIÓN BUCARAMANGA. Mayo 31 de 2011

Según el estado de la infraestructura educativa, Bucaramanga presentó en el año 2010 una distribución de sedes de las instituciones educativas en la que se evidenció una pertinente adecuación para el desarrollo de las actividades académicas y deportivas al ubicar el 52.5% en condiciones adecuadas y el 34.4% en condiciones buenas, mientras que un 10.7% en deficientes y un 2.5% en las mínimas condiciones.

De igual forma, el municipio de Bucaramanga respecto a la dotación de computadores presentó una amplia superioridad en la meta nacional concerniente a 11 alumnos por computador para el año 2010.

**Figura 4. Indicador de Alumnos por Computador**



**Fuente:** Adaptado de: Resultados Bucaramanga Cómo Vamos. SECRETARIA DE EDUCACIÓN BUCARAMANGA. Mayo 31 de 2011

Mediante el Sistema General de Participaciones (SGP) la Nación transfirió recursos a la Secretaria de Educación de Bucaramanga para la financiación del servicio educativo contando en el año 2010 con un Programa Anual de Caja (PAC) de Ingresos distribuidos en \$122.194 millones para la prestación del servicio, \$5.720 millones a calidad y \$524 millones para alimentación escolar, dentro de los cuales también existe una asignación hecha por aportes propios.

La Secretaria de Educación Municipal con el propósito de lograr las metas de acceso, cobertura y calidad del servicio educativo contó con aliados estratégicos como los docentes y directivos docentes en su mayoría especializados en el año 2010 al encontrarse ubicados en el escalafón docente grado 14 del Ministerio de Educación Nacional. En la tabla 3 se discrimina el nivel de preparación de los docentes de las instituciones educativas oficiales de Bucaramanga.

**Tabla 3. Nivel de Preparación de los docentes a cargo de las Instituciones Educativas de Bucaramanga 2010**

<b>NIVEL DE PREPARACIÓN</b>	<b>CANTIDAD</b>
<b>Docentes Especializados</b>	1.749
<b>Docentes Licenciados</b>	768
<b>Docentes Profesionales</b>	137
<b>Docentes Normalistas</b>	21
<b>Docentes Bachiller Pedagógico</b>	16
<b>TOTAL</b>	2.685

Fuente: Informe Nómina 2010. Departamento Nómina. SECRETARIA DE EDUCACIÓN BUCARAMANGA.

### **2.3 DEFINICIÓN DEL CONCEPTO DE EFICIENCIA**

La eficiencia consiste en asegurar una correcta distribución de los insumos o recursos empleados en relación con los resultados obtenidos. Las organizaciones con la finalidad de incrementar sus utilidades buscan generalmente producir tanto les sea posible con la menor cantidad de recursos a su alcance, medido por medio de un índice de producción.

Según Thanassoulis (2001)<sup>17</sup> la eficiencia implica una relación entre entradas y salidas, de modo que se busca llegar al punto en el que no hay forma de obtener más resultados con la misma cantidad de entradas, o en el que no se pueden disminuir los recursos para obtener la misma cantidad de salidas. De tal forma que un conjunto de entradas y salidas resultaría ineficiente si la cantidad de resultados puede ser aumentada, así como si la cantidad de recursos necesarios pueden ser disminuidos.

<sup>17</sup> THANASSOULIS, E. Introduction to the theory and application of Data Envelopment Analysis: A foundation text with integrated software. Kluwer Academic Publishers, Boston, 2001, p. 21-25

La medición de la eficiencia se define bajo la comparación del desempeño real de las organizaciones a evaluar respecto a un óptimo. Según Álvarez (2001)<sup>18</sup>, en este orden de ideas sería ideal comparar la organización con lo que debería haber hecho para alcanzar su máximo beneficio, pero para esto se debería conocer a cabalidad el entorno en el que la organización se desenvuelve, no siendo posible entonces al no tenerse un conocimiento exacto ni de las tecnologías ni de las restricciones que pueden afectar a la obtención del máximo beneficio.

Por lo cual, tal como lo señala Farrell (1957)<sup>19</sup>, lo más indicado para casos como éste es la comparación de la actuación de la organización con lo que hacen otras similares a ésta. Se determina empíricamente a través de cálculos algebraicos, una frontera eficiente definida por las mejores organizaciones observadas, convirtiéndose en referencia para medir la eficiencia relativa de cada organización que lo desee al compararse con dicha frontera.

### **2.3.1 Tipos de Eficiencia**

Una vez definido el concepto de eficiencia, cabe distinguir entre las tipologías de eficiencia. Tradicionalmente se identifican dos tipos de eficiencia: la técnica y la de asignación de recursos.

**2.3.1.1 Eficiencia Técnica Global.** Consiste en obtener la máxima cantidad de resultados dada una combinación específica de recursos o en el empleo de los recursos estrictamente necesarios para un nivel de producción. En este tipo de eficiencia se concreta el presente estudio.

---

<sup>18</sup> ÁLVAREZ, A. Concepto y medición de la eficiencia productiva. Capítulo 1 en Álvarez, A. La medición de la eficiencia y la productividad. Pirámide. Madrid. 2001.

<sup>19</sup> FARRELL, M.J. The Measurement of Productive Efficiency. Journal of the Royal Statistical Society. 1957, Series A, vol. 120, Part 3, p. 253-290.

La Eficiencia Técnica Global está compuesta por la **eficiencia técnica pura y la eficiencia técnica de escala**. La primera hace referencia a la utilización óptima de factores productivos mientras que la segunda mide el grado en que una unidad productiva opera en la dimensión óptima, es decir, considera el tamaño o capacidad de la unidad y está asociada a la existencia de rendimientos variables a escala.<sup>20</sup>

De esta manera la Eficiencia Técnica Global se puede descomponer como:

$$[Eficiencia\ Técnica\ Global] = [Eficiencia\ Técnica\ Pura] \times [Eficiencia\ de\ Escala]$$

Esta descomposición permite describir las fuentes de ineficiencias, es decir, si ésta es ocasionada por una operación ineficiente (Eficiencia Técnica Pura) o por condiciones desfavorables evidenciadas por la eficiencia de escala, o por ambas.

**2.3.1.2 Eficiencia de Asignación.** Se define como la habilidad de combinar recursos y productos en proporciones óptimas teniendo en cuenta sus precios y productividades marginales.

Resulta difícil tener una estimación exacta de los precios de las variables debido a que en el sector público se desconocen o son inadecuados, lo cual afectaría la medición de la eficiencia asignativa. Por esta razón, el análisis de la eficiencia que nos ocupa se centrará en la eficiencia técnica.

**2.3.1.3 Eficiencia Global.** Es producto de la eficiencia técnica y la eficiencia asignativa. Es utilizada si la eficiencia se mide en términos de objetivos económicos como la minimización de costos o maximización de beneficios.

---

<sup>20</sup> BANKER, R. Estimating most productive scale size using data envelopment analysis. Citado por: COOPER, W., SEIFORD, L., ZHU, J. Data Envelopment Analysis: History, Models and Interpretations. Red McCombs School of Business, University of Texas at Austin, Austin, Texas. 2003, p. 13.

Estas definiciones de eficiencia se basan en el conocimiento de la función de producción, que constituye un punto de referencia para estimar las medidas de eficiencia. Los modelos de frontera utilizan las funciones de producción, donde la eficiencia se mide como la distancia entre una observación y el valor óptimo que predice un modelo teórico.

Con base en las funciones de producción se puede estimar la eficiencia técnica, que surge de la distancia entre el resultado observado y el límite de la frontera que representa el máximo resultado que se puede obtener con un vector dado de recursos. En particular, la eficiencia técnica se puede obtener a partir de una frontera de posibilidades de producción.

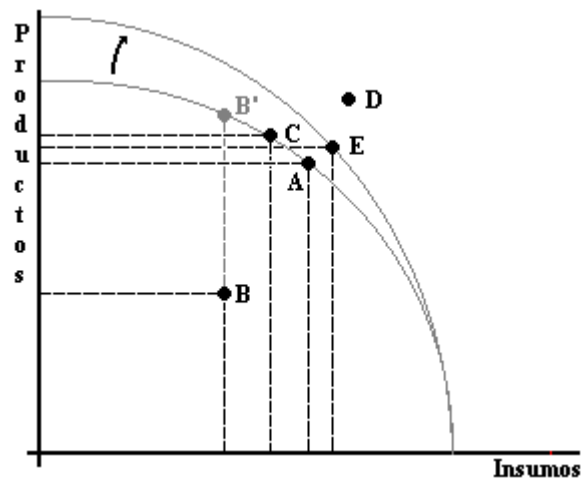
## **2.4 LA FRONTERA DE POSIBILIDADES DE PRODUCCIÓN**

Es configurada como un modelo económico representado mediante un gráfico (figura 5) que puede ser definido en términos generales según Mankiw (1998)<sup>21</sup>, como la combinación de insumos (representado como las entradas o recursos necesarios de un proceso productivo) que permiten producir ciertas cantidades establecidas de producto (resultados).

---

<sup>21</sup> MANKIW, G.N. Principios de economía. Mc Graw Hill Interamericana de España. 1998, p. 22.

**Figura 5. Frontera de posibilidades de producción**



Fuente: Principios de Economía, GREGORY MANKIOW

Se afirma que el resultado es eficiente si la organización saca el mayor provecho de los insumos que tiene disponibles. Los puntos situados en la frontera de posibilidades de producción representan niveles eficientes de producción. De acuerdo a la gráfica, si una organización se ubica en el nivel de producción A, no existe la posibilidad de producir una mayor cantidad de productos (resultados) con los insumos (recursos) existentes. Por otra parte, si la organización se encuentra en el punto B, por alguna razón se está produciendo menos de lo que se podría llegar a producir con los insumos (recursos) disponibles. Es decir, este punto representa un resultado ineficiente. Dado el caso que se pudiese eliminar la causa de la ineficiencia en este punto, éste podría ser reubicado al nivel de eficiencia deseado, para la presente gráfica B'.

La frontera de posibilidades de producción evidencia las diversas alternativas entre la producción de diferentes organizaciones de un mismo bien o servicio en un determinado momento. Sin embargo, esta frontera puede presentar variación con el transcurso del tiempo, lo cual puede ser percibido en la gráfica en el desplazamiento de ésta hacia afuera.

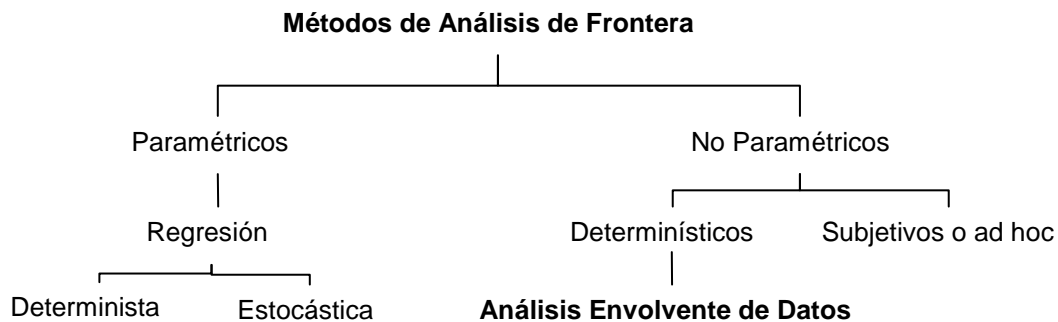
La concepción de la eficiencia relacionada a la frontera de posibilidades de producción se ve reflejada en el mejor aprovechamiento de los recursos escasos que presentan las organizaciones. De manera que en la búsqueda de la eficiencia organizacional, se debe considerar a partir del empleo adecuado de los recursos, producir una mayor cantidad de resultados. En esta instancia, se definen aquellas organizaciones eficientes en la frontera de producción y en caso de estar bajo ésta, la posibilidad de planear acciones de mejoramiento continuo al compararse con mejores desempeños de organizaciones similares.

## 2.5 MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA

El enfoque de modelos para medir la eficiencia es mediante un modelo de producción evaluado por las unidades que se están estudiando, en lugar de calcular simplemente índices de desempeños de eficiencia.

La metodología para medir la eficiencia puede clasificarse en aquellas técnicas que no emplean función de producción frontera y las que si realizan el análisis de ésta. Las que emplean el estudio del análisis de la frontera son las más utilizadas, ya que permite comparar las unidades menos eficientes con las que alcanzan la máxima producción.

**Figura 6. Métodos de Análisis de Frontera**



Fuente: ALBI, E.; GONZÁLEZ-PÁRAMO, J.M. Y LÓPEZ CASASNOVAS, G. (1997, pág. 297)

Según Thanassoulis (2001)<sup>22</sup> hay dos tipos de métodos de análisis de frontera, estos son los paramétricos y los no paramétricos. Los primeros utilizan programación matemática o técnicas econométricas para estimar los parámetros de la frontera, dándole a ésta previamente una forma funcional concreta. Este método requiere determinar una forma funcional a la frontera, y por otra parte, es posible realizar análisis con múltiples salidas. Los métodos no paramétricos también conocidos como métodos de distribución libre, al no encontrarse sujetos a una forma funcional concreta a la frontera, presentan pocas restricciones y permiten reconstruir la función de clasificación en todo tipo de situaciones.

### **2.5.1 Métodos paramétricos**

Los métodos paramétricos más utilizados son los modelos de mínimos cuadrados ordinarios (OLS) y los métodos de las fronteras estocásticas (SFA) representados en la figura 7. La diferencia entre estos dos métodos consiste en que el método OLS atribuye todas las desviaciones a la ineficiencia de las unidades, mientras que los modelos SFA atribuyen parte de las desviaciones a la ineficiencia y parte de ellas al ruido aleatorio. En el modelo OLS se pueden predecir los niveles de producción que se encuentran en la línea AB, estos puntos se adoptan para medir el rendimiento. Es de esperar que el nivel de entrada de la unidad K debe entregar en promedio el nivel de salida en el punto K1 para alcanzar el rendimiento adecuado al ubicarse en la frontera eficiente.

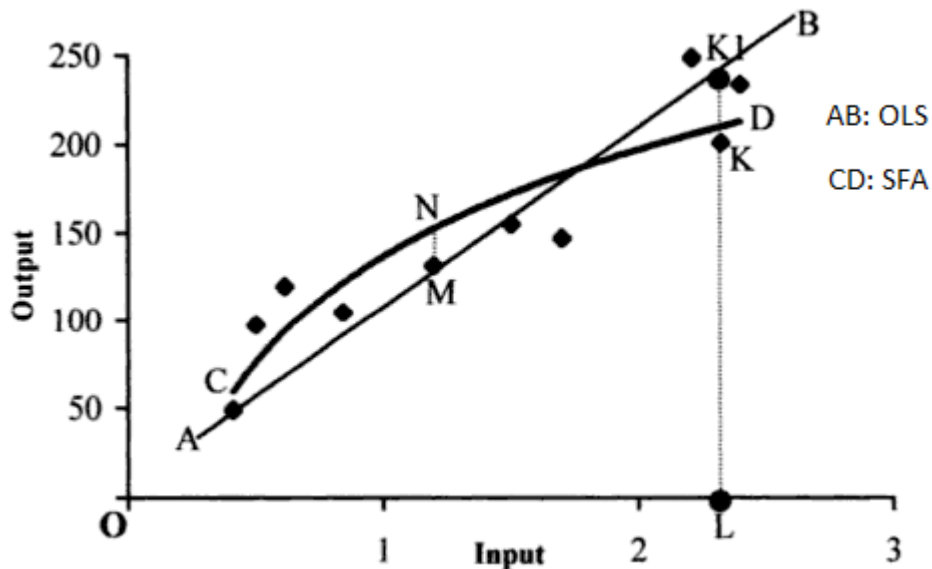
En el modelo SFA se estima un nivel máximo de salida esperado por cada nivel de entrada. Para algunas unidades que se evalúan, el nivel máximo de salida esperado podría estar por debajo de sus niveles de producción real, porque en el método SFA se supone que hay un error aleatorio dentro de la producción observada. Este error al principio puede elevar el nivel de producción observado

---

<sup>22</sup> THANASSOULIS, E. Introduction to the theory and application of Data Envelopment Analysis: A foundation text with integrated software. Kluwer Academic Publishers, Boston, 2001, p. 6-9

por un monto superior a aquella, por la que la ineficiencia se reduce. El nivel máximo de salida podría estar en la curva CD. La eficiencia de la variable de salida estimada de una unidad como la M, refleja la diferencia entre el punto M y N que son respectivamente la salida observada y la potencia máxima estimada que debería alcanzar para convertirse de esta manera en una unidad eficiente.

**Figura 7. Métodos Paramétricos para la evaluación de la eficiencia**



Fuente: Thanassoulis Emmanuel (2001, pág. 8)

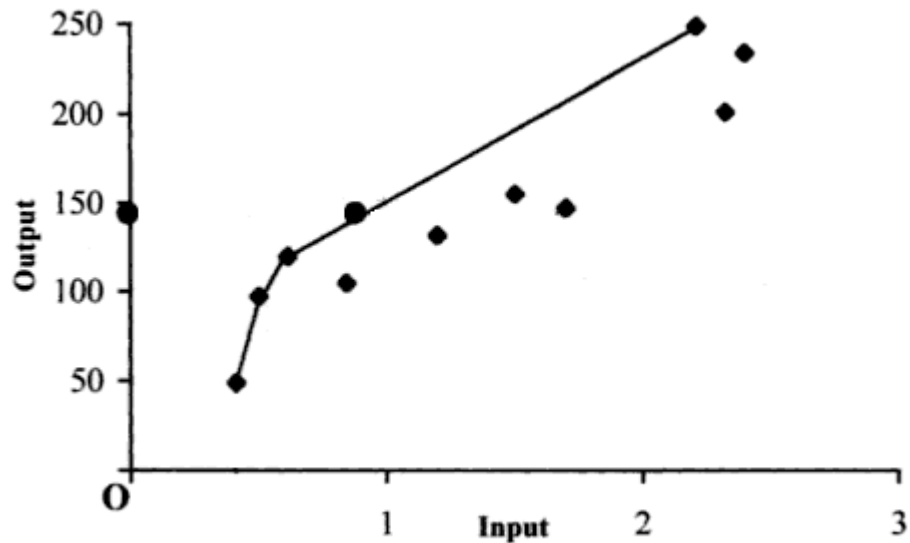
### 2.5.2 Métodos no-paramétricos

El método que se aplica en el trabajo es el del Análisis Envoltante de Datos (DEA), en donde se trata de construir una frontera de producción utilizando combinaciones lineales entre unidades eficientes, en donde se observan las entradas-salidas correspondientes. En la figura 8, se muestra la representación gráfica del modelo.

Por el contrario a los métodos paramétricos, en estos la frontera de producción no se construye con alguna hipótesis de una forma funcional que una las entradas y

las salidas, son los mismos datos que construyen y determinan la forma y ubicación de la frontera.

**Figura 8. Representación grafica de DEA**



Fuente: Thanassoulis Emmanuel (2001, pág. 10)

## 2.6 ANALISIS ENVOLVENTE DE DATOS

El modelo DEA, Charnes, Cooper y Rhodes (1978)<sup>23</sup> consiste en una técnica de optimización lineal no paramétrica, construida para medir el comportamiento relativo de diferentes organizaciones multiproducto. DEA calcula la eficiencia de unidades organizacionales homogéneas denominadas DMU (Decision Making Units) que utilizan los mismos recursos para producir los mismos resultados. Toma los valores observados de entradas (recursos) y salidas (resultados) para formar

<sup>23</sup> CHARNES, A.; CLARK, T.; COOPER, W., y GOLANY, B. A Developmental Study of Data Envelopment Analysis for Measuring the Efficiency of Maintenance Units in the U.S. Air Force. Annals of operations Research. 1985, n. 2, p. 95-112.

un espacio de posibilidades de producción. Este espacio será referencia para comparar las unidades individuales con la finalidad de determinar su eficiencia relativa.

DEA es comúnmente utilizado para evaluar la eficiencia de un cierto número de unidades, comparando cada una de ellas únicamente con las que mejor producen resultados. Se hace referencia a una unidad como cualquier entidad, organización, o área objeto de análisis, técnicamente denominadas DMU<sup>24</sup>.

Por tanto, es posible afirmar que una DMU transforma recursos en resultados en un proceso que puede ser representado (ver Figura 9).

**Figura 9. Transformación de Recursos en Resultados de una DMU**



Fuente: Thanassoulis Emmanuel (2001, pág. 22)

El uso de DEA<sup>25</sup> no se limita al buen funcionamiento eficiente de una unidad, en algunas aplicaciones se puede establecer el tamaño en escala más productivo en la que una unidad puede funcionar, y la medida en la que ha mejorado con el tiempo, arrojando información sobre la mezcla de recursos y el tipo de actividades, logrando así que las unidades mejoren su desempeño.

---

<sup>24</sup> BARBOSA GÓMEZ, S. Evaluación de la eficiencia de las Escuelas de la Universidad Industrial de Santander aplicando Análisis Envolvente de Datos (DEA). Tesis Pregrado. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. 2010. p.27-28.

<sup>25</sup> THANASSOULIS, E. Introduction to the theory and application of Data Envelopment Analysis: A foundation text with integrated software. Kluwer Academic Publishers, Boston, 2001, p. 10-20

El Análisis Envolvente de Datos unifica los diversos recursos y resultados respectivamente, mediante la asignación de pesos con respecto a la importancia relativa de cada uno de dichos recursos o resultados, que son determinados internamente por cada unidad organizacional.

Se le denomina envolvente debido a que se puede definir un conjunto de posibilidades de producción que contiene a todas las DMU que se comparen. Por consecuente, cualquier combinación lineal de DMU eficientes puede tomarse de base para la medida de ineficiencia relativa de cualquier otra DMU<sub>k</sub> ineficiente.

Para medir la eficiencia de varias DMU se usa la razón máxima de la suma de los resultados (*salidas*) ponderados con respecto a la suma de los recursos (*entradas*) ponderados.

$$\text{Razón de Eficiencia} = \frac{\sum_{r=1}^S u_r y_r}{\sum_{i=1}^m v_i x_i}$$

Donde:

$y_r$ : Cantidad de resultado  $r$

$u_r$ : Peso ponderado para el resultado  $r$

$x_i$ : Cantidad de recurso  $i$

$v_i$ : Peso ponderado del recurso  $i$

$s$ : Número de resultados

$m$ : Número de recursos

La consideración anterior manifiesta un inconveniente en el método de obtención de las ponderaciones de los pesos para los recursos y resultados, debido a la complejidad en la definición de estos valores asignados subjetivamente por un evaluador. Debido a esto, esta medida de eficiencia no resulta la más apropiada. El procedimiento más conveniente para solucionar este problema es dejar que

cada unidad que se está evaluando establezca su propio conjunto de ponderaciones más favorables a las diferentes variables, las cuales varían para cada unidad.

## 2.7 MODELOS UTILIZADOS EN DEA

Desde el punto de vista de su formulación, DEA plantea un problema de programación matemática para cada unidad observada o DMU, cuya resolución permite asignarle un índice de eficiencia. La formulación estándar de este problema puede adoptar varias formas en función de la orientación a la reducción de entradas o incremento de salidas, se presente con una formulación fraccional, lineal o dual, o se permitan rendimientos constantes o variables a escala. En general, todas estas formulaciones comparten el mismo enfoque en el que la eficiencia de cada unidad depende de la capacidad para mejorar sus resultados o reducir el consumo de recursos, estando sujeto a unas restricciones que reflejan la actividad del resto de unidades.

Los modelos utilizados en DEA tienen de esta manera, dos enfoques de acuerdo al tipo de variables sobre las que se tenga un mayor control, estos dos enfoques son:

- **Orientado a las entradas:** Aquí se estima la ineficiencia de las unidades por la posible reducción de recursos de la unidad ineficiente, hasta lograr nivelarse con la unidad eficiente, en un mismo nivel de producción.
- **Orientado a las salidas:** Aquí se estima la ineficiencia de las unidades por el posible aumento de los resultados de la unidad ineficiente, hasta lograr nivelarse con la unidad eficiente, utilizando los mismos recursos.

A continuación se tratarán los dos principales modelos del Análisis Envolvente de Datos adecuados para la aplicación al sector educativo y sus características principales.

### 2.7.1 Modelo CCR

El modelo basado en el supuesto de retornos constantes a escala, es el denominado CCR propuesto por Charnes, Cooper y Rhodes en (1978)<sup>26</sup>, en donde el objetivo es maximizar la suma de los resultados (salidas) de cada DMU, manteniendo la suma ponderada de los recursos (entradas) igual a uno, obligando a que la razón de eficiencia sea menor que uno. Esto busca que no exista pérdida en los recursos para obtener los resultados. A continuación se explicará el modelo orientado a las entradas (CCR Input oriented):

$$Max k_0 = \frac{\sum_{r=1}^S u_r y_{rj_0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}} \quad (1)$$

Sujeto a:

$$\frac{\sum_{r=1}^S u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 \quad (2)$$

$$u_r \geq \varepsilon \quad v_i \geq \varepsilon \quad (3)$$

$$r = 1 \dots s \quad i = 1 \dots m \quad j = 1 \dots j_0 \dots N \quad (4)$$

Donde:

$y_{rj_0}$  : Resultados de la unidad analizada  $j_0$

$x_{ij_0}$  : Recursos de la unidad analizada  $j_0$

$y_{rj}$  : Resultados de la unidad  $j$

$x_{ij}$  : Recursos unidad  $j$

$u_r, v_r$  : Conjunto de pesos (Variables de decisión del problema)

<sup>26</sup> CHARNES, COOPER y RHODES, Op. cit., p. 429-444.

$\varepsilon$ : Cantidad positiva pequeña

La solución del problema arroja un valor para  $k_0$  entre 0 y 1 que constituye una medida de la eficiencia relativa de la unidad  $j_0$ . Si  $k_0 = 1$  entonces la unidad  $j_0$  es eficiente en relación con las otras unidades, y si  $k_0 < 1$  existen otras unidades más eficientes que  $j_0$ .

Los pesos (3), los cuales son las variables de decisión del problema se supondrán más grandes o iguales a una cierta cantidad positiva, con el objetivo de evitar que algún recurso o resultado sea totalmente ignorado en la determinación de la eficiencia.

El modelo de optimización bajo la formulación fraccional (1), se puede transformar mediante una formulación lineal. El nuevo problema puede ser resuelto por las técnicas de programación lineal; la función objetivo sería maximizar el numerador de la función objetivo manteniendo constante el denominador.

$$\text{Max } k_0 = \sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0} \quad (5)$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0} = 1 \quad (6)$$

$$\sum_{r=1}^s y_{rj} u_r - \sum_{i=1}^m x_{ij} v_i \leq 0 \quad (7)$$

$$u_r \geq \varepsilon \quad v_i \geq \varepsilon \quad (8)$$

$$r = 1 \dots s \quad i = 1 \dots m \quad j = 1 \dots j_0 \dots N \quad (9)$$

En este modelo la unidad será eficiente si su resultado es unitario. En la práctica es mucho más sencillo el cálculo de los índices de eficiencia si se utiliza la formulación dual de este problema, que permite tomar la decisión sobre el potencial de una reducción proporcional de todos los recursos de la DMU<sub>o</sub>, que busca garantizar como mínimo su nivel de actividad y minimizar lo más posible el valor de los recursos. Por lo tanto el modelo dual permite identificar los excesos de los recursos y la carencia de productos. Por lo tanto una DMU<sub>o</sub> es eficiente si  $k_o = 1$ , y si los vectores de excesos de recursos y carencia de resultados son iguales a cero. Por consiguiente la DMU<sub>o</sub> es totalmente eficiente si y solo si no es posible mejorar ningún recurso o resultado sin desmejorar algún otro.

Si la condición del índice unitario de eficiencia para la unidad evaluada no se cumple, representa que todos los recursos pueden ser reducidos sin alterar las proporciones en las que son utilizados. Esta condición se le conoce como *eficiencia técnica pura o eficiencia radial* (técnica débil o de Farrell). Por otra parte, cuando no se cumple la condición de que las holguras tanto en las entradas como salidas sean nulas se le llama *ineficiencia de mezcla*, que es, aquella que está representada por los excesos de recursos o carencia de resultados.

La formulación dual para este modelo es la siguiente:

$$\text{Min } h_0 \tag{10}$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1} \lambda_j X_{ij} \leq h_0 X_{ij0} \tag{11}$$

$$\sum_{j=1} \lambda_j Y_{rj} \geq Y_{rj0} \tag{12}$$

$$\lambda_j \geq 0 \tag{13}$$

$$r = 1 \dots s \quad i = 1 \dots m \quad j = 1 \dots j_0 \dots N \tag{14}$$

En este caso, si  $h_0=1$ , la unidad evaluada se considera eficiente, pues no existe otra que produzca más o que consiga el mismo nivel de producción con menores recursos que ella.

Para hallar un índice que muestre el porcentaje de incremento de salidas o reducción de recursos necesario para que la unidad sea eficiente, existe una formulación dual de variables de holgura que representan la cantidad que se podría ahorrar cada productor en la utilización de los mismos en caso de ser eficiente, mientras que para los resultados representa cuanto podría incrementar la producción si se alcanzara un comportamiento eficiente.

El modelo dual de maximización del resultado es el siguiente:

$$\text{Min } h_0 - \mathcal{E}[\sum_{j=1} S_i^- + \sum_{r=1} S_r^+] \quad (15)$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1} \lambda_j X_{ij} + S_i^- = h_0 X_{ij0} \quad (16)$$

$$\sum_{j=1} \lambda_j Y_{rj} - S_r^+ = Y_{rj0} \quad (17)$$

$$\lambda_j \geq 0 \quad (18)$$

$$S_r^+ \geq 0; \quad S_i^- \geq 0 \quad (19)$$

$$r = 1 \dots s \quad i = 1 \dots m \quad j = 1 \dots j_0 \dots N \quad (20)$$

Donde:

$h_0$  = índice de eficiencia

$\lambda_j$  = Ponderaciones

$S_i^-$  = Variable de holgura de los recursos

$S_r^+$  = Variable de holgura de los resultados

La unidad es eficiente si su índice de eficiencia es 1, y si todas las variables de holguras son nulas. Con este modelamiento, se tiene un índice de eficiencia para cada unidad y un valor que muestra la ineficiencia del productor en el uso de cada recurso, o en la obtención de cada resultado, permitiendo identificar el origen de posibles ineficiencias por parte del productor.

### **Extensiones del modelo CCR**

A partir de este modelo orientado a las entradas se desarrolló el orientado a las salidas (CCR Output Oriented). En la tabla 4 se presentan las formulaciones lineal y dual de holguras para el modelo CCR con sus orientaciones a entradas y salidas.

#### **2.7.2 Modelo BCC**

Los modelos *CCR* anteriores *orientados a entradas y salidas*, suponen retornos constantes a escala, lo cual a nivel práctico no siempre se cumple. Es por eso que surge el modelo *BCC* desarrollado por Banker, Charnes y Cooper (1984)<sup>27</sup>, aquí se introduce el supuesto de que la escala de rendimiento no es constante, es decir, que cualquier incremento en los recursos no representa un aumento proporcional en los resultados. Además, el modelo construye una frontera más flexible adaptada a las distintas escalas de producción de cada *DMU* mientras que simultáneamente identifica su ineficiencia técnica, por lo que adiciona una restricción a los requerimientos, esto implica que el punto de referencia para la *DMUo* debe ser una combinación convexa de las *DMU'S* eficientes observadas. La restricción que Banker incluye es la siguiente:

---

<sup>27</sup> BANKER, R. Estimating most productive scale size using data envelopment analysis. Citado por: COOPER, W., SEIFORD, L., ZHU, J. Data Envelopment Analysis: History, Models and Interpretations. Red McCombs School of Business, University of Texas at Austin, Austin, Texas. 2003, p. 13.

$$\sum_{j=1}^N \lambda_j = 1 \quad (21)$$

Lo que hace esta restricción es que hace que las unidades ineficientes son comparadas únicamente con otras que están en la misma escala. En la tabla 5 se presentan las formulaciones lineal y dual de holguras para el modelo BCC con sus orientaciones a entradas y salidas.

Tabla 4. Modelo CCR

Tipo de Formulación	Lineal	Dual
<p style="text-align: center;"><b>CCR Orientado a entradas</b></p>	$\text{Max} \sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0}$ <p>Sujeto a:</p> $\sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0} = 1$ $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$ $v_i \geq \varepsilon, u_r \geq \varepsilon$ $i = 1 \dots m$ $r = 1 \dots s$ $j = 1 \dots j_0 \dots N$	$\text{Min} h_0 - \varepsilon \left[ \sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right]$ <p>Sujeto a:</p> $\sum_{j=1}^N \lambda_j x_{ij} = h_0 x_{ij_0} - S_i^-; i = 1 \dots m$ $\sum_{j=1}^N \lambda_j y_{rj} = y_{rj_0} + S_r^+; r = 1 \dots s$ $\lambda_j \geq 0, j = 1 \dots N$ $S_i^- \geq 0, S_r^+ \geq 0 \forall i, r$ <p><math>h_0</math> no controlada</p> <p><math>\varepsilon</math> no presenta la Propiedad infinitesimal Arquimediana</p>
<p style="text-align: center;"><b>CCR Orientado a salidas</b></p>	$\text{Min} \sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0}$ <p>Sujeto a:</p> $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0} = 1$ $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 0$ $u_r \geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon$ $i = 1 \dots m$ $r = 1 \dots s$ $j = 1 \dots j_0 \dots N$	$\text{Max} k_0 + \varepsilon \left[ \sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right]$ <p>Sujeto:</p> $\sum_{j=1}^N \alpha_j x_{ij} = x_{ij} - S_i^-; i = 1 \dots m$ $\sum_{j=1}^N \alpha_j y_{rj} = k_0 y_{rj_0} + S_r^+; r = 1 \dots s$ $\alpha_j \geq 0, j = 1 \dots N$ $S_i^- \geq 0, S_r^+ \geq 0 \forall i, r$ <p><math>k_0</math> no controlada</p> <p><math>\varepsilon</math> no presenta la Propiedad infinitesimal Arquimediana</p>

Fuente. Thanassoulis Emmanuel (2001)

Tabla 5. Modelo BCC

Tipo de Formulación	Lineal	Dual
<p>BCC Orientado a entradas</p>	$\text{Max} \sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0} + \omega$ <p>Sujeto a:</p> $\sum_{r=1}^s v_i x_{ij_0} = 1$ $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} + \omega \leq 0$ <p> <math>v_j \geq \varepsilon, u_r \geq \varepsilon</math>  <math>\omega</math> no controlada  <math>i = 1 \dots m</math>  <math>r = 1 \dots s</math>  <math>j = 1 \dots j_0 \dots N</math> </p>	$\text{Min} k_0 - \varepsilon \left[ \sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right]$ <p>Sujeto a:</p> $\sum_{j=1}^N \lambda_j x_{ij} = h_0 x_{ij_0} - S_i^-; i = 1 \dots m$ $\sum_{j=1}^N \lambda_j y_{rj} = y_{rj_0} + S_r^+; r = 1 \dots s$ $\sum_{j=1}^N \lambda_j = 1$ <p> <math>\lambda_j \geq 0, j = 1 \dots N</math>  <math>S_i^- \geq 0, S_r^+ \geq 0 \forall i, r</math>  <math>k_0</math> no controlada  <math>\varepsilon</math> no presenta la Propiedad infinitesimal Arquimediana         </p>
<p>BCC Orientado a salidas</p>	$\text{Min} \sum_{i=1}^m v_i x_{ij_0} + \omega$ <p>Sujeto a:</p> $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj_0} = 1$ $\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} - \omega \leq 0$ <p> <math>u_r \geq \varepsilon, v_i \geq \varepsilon</math>  <math>\omega</math> no controlada  <math>i = 1 \dots m</math>  <math>r = 1 \dots s</math>  <math>j = 1 \dots j_0 \dots N</math> </p>	$\text{Max} h_0 + \varepsilon \left[ \sum_{i=1}^m S_i^- + \sum_{r=1}^s S_r^+ \right]$ <p>Sujeto:</p> $\sum_{j=1}^N \alpha_j x_{ij} = x_{ij} - S_i^-; i = 1 \dots m$ $\sum_{j=1}^N \alpha_j y_{rj} = k_0 y_{rj_0} + S_r^+; r = 1 \dots s$ $\sum_{j=1}^N \alpha_j = 1$ <p> <math>\alpha_j \geq 0, j = 1 \dots N</math>  <math>S_i^- \geq 0, S_r^+ \geq 0 \forall i, r</math>  <math>h_0</math> no controlada  <math>\varepsilon</math> no presenta la Propiedad infinitesimal Arquimediana         </p>

Fuente. Thanassoulis Emmanuel (2001)

La eficiencia en el modelo BCC se obtienen cuando para una DMU la función objetivo es igual a 1 y el exceso de sus holguras obtenidas son igual a cero.

Los resultados de eficiencia BCC siempre resultan mayores o iguales que la eficiencia obtenida por el modelo CCR, debido a que la referencia de la frontera BCC es mayor o igual que la distancia de referencia a la frontera del modelo CCR. La elección del modelo depende solo del contexto y los objetivos del análisis.

Sin embargo, para que una DMU particular sea realmente eficiente, es decir que presente un índice unitario de eficiencia, es necesario que en los modelos CCR y BCC sea calificada como tal, es decir, que se encuentre en la frontera eficiente. Si existe una diferencia entre las dos mediciones para una unidad particular, significa entonces que dicha unidad posee ineficiencia de escala, y su valor corresponde al cociente entre la Eficiencia Técnica Global obtenida por el modelo CCR y la Eficiencia Técnica Pura derivada del modelo BCC.

$$SE = \frac{h_{O\ CCR}}{h_{O\ BCC}} \quad \text{Donde,} \quad SE \leq 1$$
$$h_{O\ CCR} = \textit{Eficiencia Técnica Global}$$
$$h_{O\ BCC} = \textit{Eficiencia Técnica Pura}$$

Este tipo de eficiencia es denominada Eficiencia de Escala (SE), y permite demostrar la ineficiencia de las unidades al producir en un nivel de escala que no es óptimo. Según Visbal (2005)<sup>28</sup>, la eficiencia de escala mide la divergencia entre los puntajes de eficiencia de una DMU bajo CRS (Retornos Constantes a Escala) y VRS (Retornos Variables a Escala) respectivamente. A mayor divergencia entre los puntajes de eficiencia BCC y CCR es menor el valor de la eficiencia de escala

---

<sup>28</sup> VISBAL, D. Evaluación de la Eficiencia Relativa en el Uso de Recursos de las Universidades Públicas Colombianas mediante la metodología Data Envelopment Analysis. Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad de los Andes. Bogotá, D.C. 2005.

por lo tanto es más adverso el impacto de la escala de operación sobre la productividad.

## 2.8 PARÁMETROS PARA LA SELECCIÓN DE VARIABLES

Para la correcta implementación del DEA, las variables y las DMU'S deben cumplir con los siguientes parámetros nombrados a continuación:

- Todas las variables deben tener la propiedad de la no negatividad, es decir todas las variables tanto de entrada como de salida deben ser iguales o mayores a cero.
- Otra propiedad de las variables que fue nombrada por Charnes<sup>29</sup>, la cual dice que un incremento en cualquiera de las entradas debe verse reflejado en el aumento proporcional al de una salida y no viceversa, esto es, define un mínimo nivel de correlación entre las entradas y salidas.
- Otra propiedad es la de independencia entre las variables, es decir todas las variables de entrada y de salida deben mostrar independencia entre sí, ya que si varias variables representan lo mismo se estará dando una mayor importancia a estas variables y se alteraría el estudio afectando los resultados.
- El criterio propuesto por Banker<sup>30</sup> es que el número de observaciones analizadas debe ser mayor al número total de variables multiplicado por tres, este criterio no tienen una justificación teórica, pero ha sido utilizado en muchos estudios para garantizar los resultados obtenidos.

---

<sup>29</sup> CHARNES, A.; CLARK, T.; COOPER, W. W.; GOLANY, B. (1985) "A Developmental Study of Data Envelopment Analysis for Measuring the Efficiency of Maintenance Units in the U.S. Air Force," *Annals of Operations Research* 2, p. 95–112.

<sup>30</sup> BANKER, R., CHARNES, A., COOPER, W., SWARTS, J., THOMAS, D. An introduction to data envelopment analysis with some of its models. Citado por: CORDERO, Op. cit., p. 48.

- La recomendación de Dyson<sup>31</sup> es tener un número de DMU'S de por lo menos dos veces el producto del número de entradas y salidas a tener en cuenta, ya que si no es así se tiene el riesgo de tener DMU'S ineficientes en la frontera eficiente.
- Todas las DMU'S deben ser homogéneas<sup>32</sup> en cuanto al funcionamiento de cada una de ellas, ya que siendo así permiten que se puedan comparar en igualdad de condiciones, en caso de que esto no ocurra se podría estar evaluando negativamente a una unidad por factores con los cuales no cuenta.

## 2.9 ESTADO DEL ARTE

El primer estudio de la técnica DEA fue propuesto por Farrell (1957)<sup>33</sup>. Él propuso medir la eficiencia cuantitativamente desde una perspectiva real y no ideal, logrando que el concepto de la eficiencia sea relativa más no absoluta. Pero es Edward Rhodes en la Universidad de Carnegie Mellon, bajo la supervisión de W. W. Cooper, quien realiza su tesis doctoral haciendo una evaluación del "Program Follow Through"<sup>34</sup>, que consiste en un programa educativo para personas con desventajas, principalmente para negros e hispanos, llevado a cabo en colegios públicos de Estados Unidos y con el apoyo del Gobierno Federal Estadunidense. Esta tesis se hace acerca de la eficiencia relativa de los procesos educativos. De esta manera se formuló el primer estudio que luego fue llamado DEA, así como la primera publicación que introducía el DEA "Measuring the efficiency of decision making units" Charnes, Cooper y Rhodes (1978)<sup>35</sup>. De esta manera Charnes, Cooper y Rhodes establecieron una metodología de optimización de programación

---

<sup>31</sup> DYSON, R.G. ALLEN, R. CAMANHO, A.S. PODINOVSKI, V. SARRICO, C.S. SHALE, E.A. Pitfalls and protocols in DEA. European Journal of Operational Research, Vol. 132. 2001. pp. 3-17.

<sup>32</sup> CORDERO. Op. cit., p. 44.

<sup>33</sup> FARRELL, M. The Measurement of Productive Efficiency. Citado por: RAY, Op. cit., p. 6.

<sup>34</sup> DIEZ MARTIN, F. Análisis de eficiencia de los departamentos universitarios. El caso de la Universidad de Sevilla. p. 7 – 30.

<sup>35</sup> CHARNES, COOPER y RHODES, Op.cit. p. 429-444.

matemática para generalizar la medida de eficiencia técnica, en convertir múltiples variables de entradas y salidas en una única entrada y generar una sola variable de salida, propuesta por Farrell. Hubo otros autores que contribuyeron con los aportes necesarios para que DEA pudiera surgir y ser utilizado, entre éstos se encuentran:

- Aigner y Chu (1968)<sup>36</sup> que continuaron con el estudio de Farrell estudiando los diferentes conceptos acerca de la función de producción, ellos especificaron una función de producción frontera Cobb-Douglas, que requería que todas las observaciones estuvieran en o bajo la frontera.
- Afriat (1972)<sup>37</sup> el cual proponía la construcción de una familia de funciones de costos para, posteriormente estimar los valores concretos de sus parámetros.
- Charnes y Cooper (1978)<sup>38</sup> proporcionaron un método de transformación lineal para la conversión de programas genéricos de optimización caracterizados por una función objetivo en forma fraccional con restricciones lineales en un conjunto de soluciones acotado y no vacío.

Las aplicaciones de los modelos DEA inicialmente se aplicaron en el sector público, donde el desempeño de sus unidades no está sujeto a una estructura basada en los precios del mercado y su objetivo no es el incremento en las utilidades. Pero a lo largo del tiempo se han desarrollado aplicaciones del DEA para aplicarlas en los diferentes tipos de organizaciones y entidades pertenecientes a diferentes sectores y diferentes países.

---

<sup>36</sup>FUENTES PASCUAL, R. Eficiencia de los Centros Públicos de Educación Secundaria de la provincia de Alicante. Tesis Doctoral. Departamento de Análisis Económico Aplicado. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Alicante. Alicante, España. 2000. p. 16-18.

<sup>37</sup> AFRIAT, S. Efficiency estimation of production functions. *International Economic Review* 13(3), 1972, p. 568 – 598.

<sup>38</sup> CHARNES, A.; COOPER W.W; RHODES. E. Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operation Research* 2, 1978, p. 429 – 444.

En el caso del sector de la educación se han destacado varios estudios que se han realizado en diferentes colegios y universidades en todo el mundo, principalmente se han realizado en Estados Unidos, España e Inglaterra.

Una aplicación del DEA fue desarrollada por John Robst (2001)<sup>39</sup>, en la que plantea una metodología para evaluar la eficiencia de los costos en las instituciones públicas de educación superior de Carolina del Sur. Como resultado se propone una curva de costo “eficiente” para el manejo del presupuesto asignado a cada institución en función de sus logros.

Se realizó una investigación en Estados Unidos para medir la eficiencia técnica en la educación pública en Utah por Klyan chakraborty, Basudeb bidwas y W. Cris Lewis (2001)<sup>40</sup>. En las especificaciones estocásticas utilizaron distribuciones normal y exponencial para determinar la eficiencia técnica, mientras que en las especificaciones no estocásticas se realizaron dos etapas en cada una de ellas se utilizó el análisis envolvente de datos (DEA).

Otro estudio es el caso de Fuentes Pascual (2000)<sup>41</sup> el cual tuvo como objetivo delimitar los factores fundamentales que influyeran sobre el modo de gestión de los centros públicos de educación secundaria de la provincia de Alicante, España y que fueran susceptibles de ser empleados para mejorar la eficiencia.

En Colombia se han realizado varios estudios mediante el análisis envolvente de datos, entre los más destacados referentes a la educación pública se encuentran:

---

<sup>39</sup> ROBST, J. Cost efficiency in public higher education institutions. The Journal of Higher Education, Nov/Dec 2001 Vol. 72, p. 730-750.

<sup>40</sup> CHAKRABORTY, K; BISWAS; LEWIS, W.C. Measurement of Technical Efficiency in Public Education: A Stochastic and Nonstochastic Production Function Approach. Southern Economic Journal. Vol. 67, No. 4 (Apr., 2001), pp. 889-905.

<sup>41</sup> FUENTES PASCUAL, R. Eficiencia de los Centros Públicos de Educación Secundaria de la provincia de Alicante. Tesis Doctoral. Departamento de Análisis Económico Aplicado. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Alicante. Alicante, España. 2000.

Pérez Alemán, Araque Quijano y Lancheros (2003)<sup>42</sup> los cuales determinaron la eficiencia relativa de los colegios distritales de educación básica secundaria y media en la ciudad de Bogotá obteniendo resultados validos bajo los supuestos de los modelos empleados garantizando la robustez de la técnica DEA.

En el contexto local, Barbosa Gómez (2010)<sup>43</sup>, seleccionó 54 unidades a evaluar correspondientes a 27 escuelas correspondientes a la Universidad Industrial de Santander en cada uno de los periodos académicos del año 2009, permitiendo identificar aquellas escuelas eficientes y dando a conocer el grado de ineficiencia de las que no hacen un uso adecuado de los recursos, teniendo en cuenta previamente una serie de cuestiones que podían afectar seriamente a los resultados como la selección de variables, unidades y la definición del modelo de evaluación, mediante un análisis exhaustivo de las bases conceptuales de DEA.

Además de los estudios realizados en el sector público y específicamente en el sector educativo, a nivel mundial se han hecho aplicaciones de DEA en sectores como el financiero, salud, agrario, turismo, lácteo, y exportaciones, entre otros.

---

<sup>42</sup> PEREZ ALEMAN, Y., ARAQUE QUIJANO, R., LANCHEROS, J. La Eficiencia Relativa en los Colegios Distritales de Bogotá: Una aplicación del Análisis envolvente de Datos. Departamento de Procesos Productivos de la Facultad de Ingeniería. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 2003.

<sup>43</sup> BARBOSA GÓMEZ, S. Evaluación de la eficiencia de las Escuelas de la Universidad Industrial de Santander aplicando Análisis Envolvente de Datos (DEA). Tesis Pregrado. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. 2010.

### **3. IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE APLICACIÓN**

El área de aplicación de la metodología de evaluación de la eficiencia mediante un Análisis Envoltante de Datos, DEA, son las instituciones educativas del sector oficial de Bucaramanga.

La Secretaria de Educación de Bucaramanga es la entidad territorial responsable de asegurar la adecuada prestación del servicio educativo en éste tipo de instituciones reportando para el año 2010, 52 establecimientos educativos de los cuales 42 son instituciones educativas, 8 son centros educativos, 1 es un instituto de problemas de aprendizaje y otro es un jardín infantil. Para el desarrollo de esta investigación se tendrán en cuenta exclusivamente a las instituciones debido a que éstas constituyen los espacios en los que se efectúan los procesos educativos ofreciendo al menos un grado de preescolar, nueve grados de básica y dos grados de educación media.

Para llevar a cabo la aplicación de DEA, se tiene en cuenta la documentación Colombiana del Sector Educativo, las estadísticas sectoriales a cargo del Ministerio de Educación Nacional (MEN), el Departamento Nacional de Estadística (DANE), el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES) y la Secretaría de Educación de Bucaramanga.

El Ministerio de Educación Nacional a través del Sistema Nacional de Indicadores Educativos para la Educación Básica y Media cuenta con una estructura de agrupación de indicadores en las categorías de contexto, oferta educativa (recursos), gestión (proceso) y resultados, la cual permite relacionar, explicar e interpretar los distintos hechos involucrados en las mediciones de las variables que competen el sector educativo.

Conforme al Sistema Nacional de Indicadores Educativos para la Educación Básica y Media<sup>44</sup>, los indicadores de contexto pretenden mostrar una visión general del contexto en donde se desenvuelve la educación. Variables económicas, sociales y demográficas del país, que tienen una relación directa con los indicadores educativos. Los indicadores de oferta educativa permiten caracterizar la disponibilidad y distribución de los recursos financieros, físicos y humanos, que condicionan la prestación del servicio educativo del país. Posteriormente los indicadores que reflejan la gestión realizada para alcanzar los objetivos y los resultados de política, y finalmente, los indicadores de resultados educativos los cuales muestran los resultados en la educación a nivel nacional.

**Figura 10. Representación del Proceso Educativo según el Sistema Nacional de Indicadores Educativos para la Educación Básica y Media.**



Fuente: Autoras

De esta manera, el servicio público educativo enmarcado bajo los criterios de calidad, continuidad y eficiencia deberá garantizar la cobertura universal, esto es, además del acceso de todos los niños, niñas y jóvenes de manera gratuita, su permanencia en éste y la culminación de todos los niveles educativos.

La entidad territorial para hacer esta gestión cuenta con recursos financieros (transferencias de la nación mediante el Sistema General de Participaciones SGP,

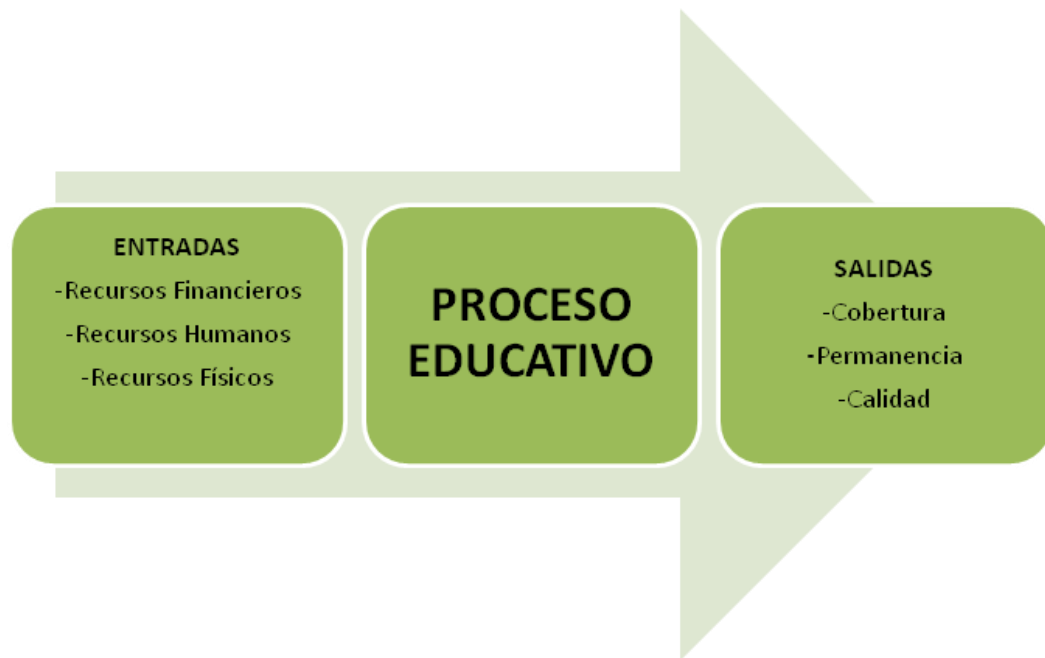
<sup>44</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Sistema Nacional de Indicadores Educativos. Disponible en: [http://menweb.mineducacion.gov.co/seguimiento/estadisticas/principal\\_ind.php?consulta=ind\\_dem\\_pot&nivel=4&id\\_categoria=4](http://menweb.mineducacion.gov.co/seguimiento/estadisticas/principal_ind.php?consulta=ind_dem_pot&nivel=4&id_categoria=4)

ingresos propios de las entidades territoriales, de Regalías indirectas, del Ministerio de Educación Nacional, de otras entidades del Estado con programas nacionales orientados al mejoramiento del sector educativo, ingresos de cooperación e ingresos de crédito interno o externo, además de los Fondos de Servicios Educativos), recursos humanos (docentes, directivos docentes, y administrativos), y recursos físicos (establecimientos educativos y sus espacios físicos como aulas, laboratorios, bibliotecas, talleres y espacios para la recreación y el deporte) y de sus respectivas dotaciones (mobiliario, textos y material bibliográfico, recursos tecnológicos, medios y recursos didácticos, materiales de laboratorio, entre otros).

El análisis de los resultados de evaluación a estudiantes, docentes, directivos docentes y a los mismos establecimientos educativos, ha orientado la toma de decisiones de las políticas de calidad educativa, con miras a alcanzar las metas establecidas o a proponer nuevas políticas que reformulen las existentes. En consecuencia, los agentes educativos cuentan con elementos que les permiten apreciar, estimar y emitir juicios sobre cómo van y qué decisiones pueden tomar, es decir, cuentan con información para formular estrategias y asignar recursos.

La prestación del servicio educativo bien podría ser definida bajo el esquema (ver figura 11) abordando parámetros de acceso, permanencia, calidad y evaluación del sector educativo estipulados por el Ministerio de Educación Nacional para las instituciones educativas, representando al proceso gestionado mediante unas entradas de recursos (Financieros, humanos y físicos) arrojando salidas en materia de resultados en cuanto a (Cobertura, permanencia y calidad educativa).

**Figura 11. Representación del Proceso Educativo en las Instituciones Educativas Oficiales de Bucaramanga.**



Fuente: Autoras

En la figura 11 se muestra un esquema el cual define claramente el proceso educativo en el que una Institución educativa transforma unos recursos (financieros, humanos y físicos) en unos resultados de cobertura, permanencia y calidad educativa.

#### **4. SELECCIÓN DE VARIABLES**

La definición y determinación de variables que deben ser consideradas al evaluar la eficiencia de las instituciones educativas del sector oficial de Bucaramanga se realizará en 5 etapas.

En primera instancia se realizará una revisión bibliográfica de trabajos de investigación aplicando el análisis envolvente de datos (DEA) en el sector educativo para evaluar la eficiencia y lograr identificar la metodología a usar, las herramientas requeridas y las recomendaciones a tener en cuenta. La segunda etapa tendrá en cuenta un análisis de la información estadística y documentación colombiana del Sector Educativo respecto a la medición de la gestión educativa a cargo de entidades como el Ministerio de Educación Nacional (MEN), el Departamento Nacional de Estadística (DANE), el Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES) y la Secretaría de Educación de Bucaramanga.

En la tercera etapa se procederá a recopilar la información correspondiente a las variables utilizadas y a las que según el análisis de la información del sector educativo podrían ser pertinentes en el estudio, consultando a expertos su relevancia en la cuarta etapa; y finalmente realizando el análisis estadístico de éstas para seleccionar las variables a establecer en el estudio.

El desarrollo de este capítulo ha requerido de un tiempo considerable debido a los procedimientos necesarios para el suministro de la información mediante mecanismos formales para el acceso a ésta tanto a nivel presencial como virtual, y de la valiosa participación en el apoyo y respaldo en la asesoría de los

funcionarios de las entidades involucradas al proceso de análisis de las variables de mayor relevancia y discusión de resultados.

#### **4.1 REVISIÓN BIBLIOGRAFICA**

La primera etapa busca identificar variables utilizadas en estudios realizados con la metodología DEA en el sector educativo, específicamente en educación básica y media. Se presentaron tres estudios entre los cuales dos fueron realizados en Colombia, donde se consideraron las variables de entrada y salida mostradas en el anexo A.

En estos estudios se consideran como variables de entrada el valor de la nómina del personal docente y administrativo, ingresos, gastos de funcionamiento, infraestructura, cantidad de estudiantes y docentes. Las variables de salida se definen como la permanencia educativa y los resultados de calidad académica.

De acuerdo con las variables identificadas en estas aplicaciones de DEA, a continuación se describen cada una de las variables señaladas en el párrafo anterior y cuáles se deben recopilar para construir las variables de entrada:

- I1. Nómina docente
- I2. Nómina Administrativa
- I3. Cantidad de Estudiantes
- I4. Cantidad de Docentes
- I5. Cantidad de Personal Administrativo
- I6. Áreas disponibles en aulas de clase
- I7. Áreas disponibles en espacios deportivos
- I8. Inventario
- I9. Ingresos

- I10. Gastos

La información que se debe recopilar para construir las variables de salida es la siguiente:

- O1. Pruebas de competencias SABER 5° y SABER 9°
- O2. SABER 11°
- O3. Intraedad

## **4.2 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN DEL SECTOR EDUCATIVO**

### **4.2.1 Documentación del Sector Educativo**

En la segunda etapa de la selección de variables, se tuvo en cuenta para realizar su identificación, la documentación existente en el sector educativo nombrada a continuación:

- Ley 115 de 1994
- Decreto 4791 referente al Fondo de Servicios Educativos
- CONPES 131 y 134
- Guía No. 33. Organización del Sistema Educativo. Conceptos Generales de la Educación Preescolar, Básica y Media. Ministerio de Educación Nacional.
- Formulario C600A y C600B

### **4.2.2 Sistemas de Información del Sector Educativo**

De igual forma, fueron considerados los sistemas de información del sector educativo para la Educación Básica y Media mostrados en el anexo B, a cargo del Ministerio de Educación Nacional como entidad que promueve el fortalecimiento de los flujos de la información (recolección y oferta de información en tiempo real en cada uno de los procesos) y en el desarrollo de la cultura de gestión y análisis

de la misma, de manera que a mediano plazo ésta pueda ser utilizada para la asignación de recursos y evaluación de la gestión educativa.

**4.2.2.1 El Sistema de Información Nacional de Educación Básica y Media-SINEB.** El Sistema de Información Nacional de Educación Básica y Media-SINEB facilita los datos necesarios para determinar la cobertura, la calidad y la eficiencia del servicio. Este sistema brinda a la Nación, los departamentos, distritos y municipios la información requerida para la planeación del servicio educativo y para la evaluación de sus resultados en cuanto a su cobertura, calidad y eficiencia sirviendo como base para la consolidación de estadísticas educativas y construcción de indicadores.

El sistema recoge los datos que reportan los establecimientos educativos oficiales y no oficiales a los municipios y/o departamentos. Los reportes incluyen la información de los establecimientos educativos, la situación académica de los estudiantes al finalizar el año anterior, los resultados de calidad, entre otros. La información de los establecimientos del sector respecto a matriculas, planta, nómina, recursos financieros e infraestructura tecnológica permite la centralización.

**4.2.2.2 El Sistema de Seguimiento de Educación Básica y Media.** El Sistema de Seguimiento de Educación Básica y Media de igual forma, permite ejercer una trazabilidad al reporte de la planta docente y la matrícula de la educación básica y media, permitiéndole a los gobernadores, alcaldes, directivos de establecimientos educativos y demás interesados hacer un seguimiento al cumplimiento de sus objetivos, a la cobertura y calidad de educación que ofrecen en las instituciones. La información que brinda este sistema, se apoya y facilita la toma de decisiones que tienen en cuenta la planta docente y la matrícula.

Es así como el Ministerio de Educación Nacional logra consolidar la información anteriormente mencionada reportada por los establecimientos educativos a través de los formatos y estructuras requeridas en las fechas y periodos oportunos.

#### **4.2.3 Información Estadística del Sector Educativo para la Educación Básica y Media.**

La información estadística sectorial contempla al proceso educativo mediante tasas e indicadores de variables del sector evidenciados en el anexo C, la cual sirvió de soporte para el proceso de definición de variables a recopilar de acuerdo a la disponibilidad de información de las entidades competentes.

**4.2.3.1 Ministerio de Educación Nacional.** Las estadísticas del sector educativo para la educación básica y media cuenta de esta manera con información asociada a los establecimientos educativos, matrícula, docentes, calidad e indicadores consecuentes.

**4.2.3.2 Sistema Nacional de Indicadores Educativos para la Educación Básica y Media.** El Ministerio de Educación Nacional mediante una estructura de agrupación de indicadores en categorías de contexto, oferta educativa (recursos), gestión (proceso) y resultados, permite relacionar, explicar e interpretar los distintos hechos involucrados en las mediciones de las variables del sector educativo.

**4.2.3.3 Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).** Con el objetivo de proporcionar información básica para la formulación de políticas, la planeación y la administración de la Educación Formal en cada una de las instancias administrativas del país: municipio, departamento y Nación, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, recolecta y produce información sobre el número de alumnos matriculados, promoción, docentes y

recurso humano de las jornadas ofrecidas por las instituciones educativas que funcionan en el territorio nacional, en los niveles de preescolar, básica (primaria y secundaria) y media, al igual que un directorio nacional de instituciones o centros educativos con el fin de conocer su número en el país, su localización y sus principales características.

El método de recolección de la información se realiza mediante los formularios C600A Y C600B tanto para el sector oficial como no oficial:

El formulario C600A recopila los datos generales y la información de recurso humano y personal docente que labora en las instituciones educativas o centro educativos mientras que el formulario C600B recopila la información de matrícula, promoción y docentes para cada una de las jornadas ofrecidas por cada una de las sedes que conforman la institución o centro educativo.

Con la información que se produce en la investigación de Educación Formal, se calculan los indicadores de Cobertura, Eficiencia Interna y Calidad.

De esta manera, teniendo en cuenta el análisis a la información del sector educativo, especialmente en la documentación colombiana y en las estadísticas sectoriales basadas tanto en la información existente en los diferentes sistemas de información del sector educativo avalados por el Ministerio de Educación Nacional como en la difusión de estadísticas oficiales del sector proporcionadas por el Departamento Nacional de Estadística, se hace un análisis de las variables que pueden aplicar para la valoración de las instituciones educativas oficiales de Bucaramanga y proceder a la recopilación de éstas.

A continuación se presenta el análisis realizado con la información estadística del sector educativo indicando las variables que aplican para el estudio y cuales dado

el caso deberán ser consideradas a recopilar manteniendo la denotación referida anteriormente:

**Tabla 6. Información Estadística del Ministerio de Educación Nacional**

INFORMACIÓN	VARIABLE	APLICA PARA LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS		INFORMACIÓN A RECOPIRAR
		SI	NO	
Establecimientos	Establecimientos Educativos	✓		DMU
	Establecimientos por Sector	✓		DMU
	Sedes por Sector	✓		DMU
	Sedes por Zona	✓		DMU
	Centros e Instituciones	✓		DMU
Matrícula	Matrícula total	✓		I3
	Matrícula por sector	✓		I3
	Matrícula por zona de atención	✓		I3
	Matrícula por género		x	
	Matrícula por nivel	✓		I3
	Matrícula por nivel y sector	✓		I3
	Matrícula por nivel y zona de atención	✓		I3
	Matrícula por género y nivel		x	
	Matrícula por grado	✓		I3
	Atención a población vulnerable		x	
	Matrícula por modelo	✓		I11
	Matrícula por modelo y zona	✓		I11
	Matrícula por modelos	✓		I11
	Docentes	Total docentes y directivos	✓	
Total docentes aula		✓		I4
Calidad	Pruebas Saber grado 5 (promedio)	✓		O1
	Pruebas Saber grado 5 (desviación)		x	
	Pruebas Saber grado 9 (promedio)	✓		O1
	Pruebas Saber grado 9 (desviación)		x	
	Pruebas Saber grado 11	✓		O2
Indicadores	Tasa de Cobertura		x	
	Tasa de Cobertura bruta por nivel		x	
	Tasa de Cobertura Neta por nivel		x	
	Tasa de matriculación por rango de edad		x	
	Eficiencia interna del sector oficial	✓		O4, O5, O6,
	Tasa de analfabetismo		x	
	Años promedio educación		x	
	Gasto	✓		I10
	Gasto total por niveles	✓		I10
	Gasto como porcentaje del PIB por sector		x	
	Gasto como porcentaje del PIB por nivel		x	
	Gasto público como porcentaje del PIB por nivel		x	

Fuente: Autoras

**Tabla 7. Información Estadística del Sistema Nacional de Indicadores Educativos para la Educación Básica y Media.**

INFORMACIÓN	INDICADOR	APLICA PARA LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS		INFORMACIÓN A RECOPILAR
		SI	NO	
<b>INDICADORES DE CONTEXTO:</b> Son indicadores que pretenden mostrar una visión general del contexto en donde se desenvuelve la educación. Variables económicas, sociales y demográficas del país, tienen una relación directa con los indicadores educativos.	Demanda potencial de educación por niveles educativos		x	
	Producto Interno Bruto Total y por habitante		x	
<b>INDICADORES DE OFERTA EDUCATIVA (Recursos):</b> Son indicadores que permiten caracterizar la disponibilidad y distribución de los recursos financieros, físicos y humanos, que condicionan la prestación del servicio educativo del país.	Gasto como porcentaje del PIB		x	
	Gasto público en educación como porcentaje del PIB		x	
	Gasto público en educación básica por alumno	✓		I10
	Número de estudiantes por computador	✓		I8
<b>INDICADORES DE GESTIÓN (Proceso):</b> Son indicadores que reflejan la gestión realizada para alcanzar los objetivos y los resultados de política.	Número de Beneficiarios del Programa de Gratuidad		x	
	Beneficiarios Programa de Alimentación Escolar		x	
<b>INDICADORES DE RESULTADOS EDUCATIVOS:</b> Son indicadores que muestran los resultados en la educación a nivel nacional.	Tasa de Cobertura Bruta		x	
	Tasa de Cobertura Neta		x	
	Tasa de matrícula por rangos de edad- Tasa de Asistencia estimada MEN		x	
	Tasa de Repitencia	✓		O7
	Esperanza de vida escolar		x	
	Tasa de Analfabetismo		x	

Fuente: Autoras

**Tabla 8. Información Estadística del DANE**

INFORMACIÓN	INDICADOR	APLICA PARA LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS		INFORMACIÓN A RECOPILAR
		SI	NO	
Indicadores de cobertura: referidos a la población en edad escolar incorporada al sistema educativo.	Tasa de escolarización		x	
	Tasa de ingreso al sistema educativo		x	
	Tasa de crecimiento de la matrícula		x	
	Tasa de participación de la población con discapacidad o capacidades excepcionales integrada a la educación formal.		x	
Indicadores de eficiencia interna: referidos a la capacidad del sistema educativo para retener a la población escolar incorporada hasta que culmine el ciclo de cada nivel de enseñanza y, al mismo tiempo, promover a esta población de un grado al siguiente.	Tasa de repitencia por grados	✓		O7
	Tasa de retención intra-anual	✓		O8
	Tasa de deserción intra-anual	✓		O5
	Tasa de reprobación intra-anual	✓		O6
	Tasa de egresados de la educación básica primaria, básica secundaria y media	✓		O9
	Tasa de promoción simple de educación básica primaria, básica secundaria y media	✓		O4
	Tasa de retención por cohorte en educación básica primaria, básica secundaria y media	✓		O8
	Grado de escolaridad alcanzado en educación básica secundaria y media		x	
	Grado de escolaridad alcanzado en educación básica primaria, básica secundaria y media		x	
	Tiempo promedio de duración por nivel de enseñanza.		x	
Indicadores de calidad: referidos a describir la calidad en el proceso de prestación del servicio educativo.	Relación alumno /establecimiento	✓		I3
	Relación alumno /docente por nivel de enseñanza		x	
	Relación administrativo /establecimiento	✓		I5

Fuente: Autoras

Conforme a la información del sector educativo, especialmente en la documentación colombiana y en las estadísticas sectoriales, la información adicional que debe ser recopilada para construir las variables de entrada es la siguiente:

- I11. Total Modelos Educativos por Institución
- I12. Cantidad Docentes por Nivel de Preparación
- I13. Fondos de Recursos Educativos

De igual forma, la información adicional que debe ser recopilada para construir las variables de salida es la siguiente:

- O4. Estudiantes Aprobados
- O5. Estudiantes Desertores
- O6. Estudiantes Reprobados
- O7. Estudiantes Repitentes
- O8. Estudiantes en Permanencia Estudiantil
- O9. Estudiantes Graduados

#### **4.3 RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN**

En esta etapa se identificarán los organismos gubernamentales necesarios para brindar la información, describiendo todos los procedimientos para el suministro de la información tanto a nivel presencial como virtual.

En este proceso de recopilación de la información se conto con el apoyo de las entidades estatales como el Ministerio de Educación Nacional, la Secretaría de Educación Municipal, el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES), y los diferentes establecimientos educativos de la ciudad de Bucaramanga.

En primera instancia, mediante 4 radicados a nombre de las autoras de esta investigación dirigidos a los departamentos de Presupuesto, Nómina, Cobertura y Dirección de Núcleo de la Secretaria de Educación de Bucaramanga, se solicitó el apoyo y la disponibilidad de la información necesaria relacionada con las variables que se deben considerar al evaluar la gestión educativa en cada una de estas áreas.

De esta manera, las solicitudes realizadas a cada uno de estos departamentos se presentan a continuación:

**Información Solicitada al Departamento de Presupuesto:**

- I8. Inventario

**Información Solicitada al Departamento de Nómina:**

- I1. Nómina docente
- I2. Nómina Administrativa
- I4. Cantidad de Docentes
- I5. Cantidad de Personal Administrativo
- I13. Cantidad Docentes por Nivel de Preparación

**Información Solicitada al Departamento de Cobertura:**

- I3. Cantidad de Estudiantes
- I11. Estudiantes por Modelo Educativo
- I12. Total Modelos Educativos por Institución
- O4. Estudiantes Aprobados
- O5. Estudiantes Desertores
- O6. Estudiantes Reprobados
- O7. Estudiantes Repitentes
- O8. Estudiantes en Permanencia Estudiantil

### **Información Solicitada al Departamento de Dirección de Núcleo:**

- O1. Pruebas de competencias SABER 5° y SABER 9°
- O2. Resultados de los exámenes de estado SABER 11°

En segunda instancia, con el respaldo del Secretario de Educación Municipal, Luis Alfonso Montero Luna, se solicitó la colaboración directamente a las Instituciones Educativas Oficiales de Bucaramanga en el recaudo de la información necesaria referente a los recursos físicos y financieros.

### **Información Solicitada a las Instituciones Educativas Oficiales de Bucaramanga:**

- I6. Áreas disponibles en aulas de clase
- I7. Áreas disponibles en espacios deportivos
- I9. Ingresos
- I10. Gastos
- I13. Fondos de Recursos Educativos

En el proceso de recopilación de la información se encontraron algunas limitaciones de disponibilidad de la información, éstas se muestran a continuación en la tabla 9:

**Tabla 9. Limitaciones en la Recopilación de Información de Variables**

<b>VARIABLE</b>	<b>OBSERVACIÓN</b>
<b>I1. Nómina docente</b>	Información Disponible
<b>I2. Nómina Administrativa</b>	Información Disponible
<b>I3. Cantidad de Estudiantes</b>	Información Disponible. Se solicita información respecto al año 2009 al Ministerio de Educación Nacional.
<b>I4. Cantidad de Docentes</b>	Información Disponible
<b>I5. Cantidad de Personal Administrativo</b>	Información Disponible
<b>I6. Áreas Disponibles en Aulas de Clase</b>	No se cuenta con esta información en las Instituciones Educativas Oficiales. Inicialmente no se tendrá en cuenta esta

VARIABLE	OBSERVACIÓN
	información.
17. Áreas Disponibles en Espacios Deportivos	No se cuenta con esta información en las instituciones educativas Oficiales. NO SE TENDRA EN CUENTA ESTA INFORMACIÓN
18. Inventario	Información Disponible
19. Ingresos	Información Disponible. Denominada Ejecución Presupuestal de Ingresos.
110. Gastos	Información Disponible. Denominada Ejecución Presupuesta de Gastos.
111. Total Modelos Educativos por Institución	Información Disponible
112. Cantidad Docentes por Nivel de Preparación	No se cuenta con esta información. Únicamente se cuenta con la especificación de docentes por grado de Escalafón. Se tendrá en cuenta los docentes Grado Escalafón 14 correspondiente a los docentes con mejor nivel de preparación educativa.
113. Fondos de Recursos Educativos	No se cuenta con esta información para todas las Instituciones Educativas. Las Instituciones Educativas de menor capacidad sostienen no contar con este tipo de fondos. NO SE TENDRA EN CUENTA ESTA INFORMACIÓN
01. Pruebas de competencias SABER 5° y SABER 9°	Información Disponible en el portal ICFES Interactivo. Únicamente se cuenta con esta información para el año 2009 correspondiente al promedio en las competencias de Ciencias Naturales, Matemáticas y Lenguaje de las pruebas SABER 5° y 9°, por lo que se tendrá en cuenta para los dos años (2009 y 2010) el mismo valor.
02. SABER 11°	Información Disponible en el ICFES.
03. Intraedad	Información Disponible
04. Estudiantes Aprobados	Información No Disponible Inicialmente.
05. Estudiantes Desertores	Información Disponible
06. Estudiantes Reprobados	Información No Disponible Inicialmente.
07. Estudiantes Repitentes	Información No Disponible Inicialmente.
08. Estudiantes en Permanencia Estudiantil	Información Disponible
09. Estudiantes Graduados	Información Disponible

Fuente: Autoras

El número de variables a tener en cuenta en el estudio se ha visto limitada por la disposición de la información de las diferentes entidades a las cuales les fue solicitada, especialmente en las Instituciones Educativas teniendo finalmente que omitir esta información para el estudio. De igual forma, cabe resaltar que inicialmente existió información no suministrada al momento de ser requerida pero con el avance del proyecto y gestión interna de las entidades competentes fue facilitada posteriormente y de esta manera, consideradas en el estudio.

En base a la información disponible se realiza un análisis en el cual se cuenta inicialmente con 10 variables de entrada y 6 variables de salida mencionadas a continuación en las siguientes tablas:

**Tabla 10. Variables Iniciales de Entrada**

<b>No.</b>	<b>INFORMACIÓN VARIABLES DE ENTRADA</b>
<b>1</b>	Total Docentes
<b>2</b>	Total Docentes Escalafón 14
<b>3</b>	Total Personal Administración
<b>4</b>	Total Estudiantes matriculados
<b>5</b>	Total Modelos Educativos
<b>6</b>	Valor del Inventario, Propiedad, planta y equipo
<b>7</b>	Ejecución presupuestal de Ingresos
<b>8</b>	Ejecución presupuestal de Gastos
<b>9</b>	Nómina docente
<b>10</b>	Nómina Administrativa

Fuente: Autoras

**Tabla 11. Variables Iniciales de Salida**

No.	INFORMACIÓN VARIABLES DE SALIDA
1	Estudiantes Graduados
2	Estudiantes Permanentes en el Sector Oficial
3	Estudiantes en Intraedad
4	Pruebas Saber 11°
5	Pruebas Saber 5°
6	Pruebas Saber 9°

Fuente: Autoras

De esta manera, se considera apropiado realizar una consulta previa a expertos acerca de las variables planteadas inicialmente para ratificar la relevancia en el estudio y su correcta utilización.

#### **4.4 CONSULTA A EXPERTOS**

La consulta a expertos para la definición de variables consiste en realizar un análisis de las variables que se tienen, con la valoración de los expertos según su experiencia en los diferentes campos relacionados a la gestión educativa.

En este proceso los expertos escogen las variables que tienen relevancia en el estudio de la eficiencia de las instituciones educativas teniendo la limitación numérica de no poder seleccionar todas las variables mencionadas y con el criterio de la mínima cantidad posible de éstas, para de esta forma cumplir con los parámetros de selección de variables necesarios para la implementación del análisis DEA.

Para el desarrollo de esta etapa se contó con el apoyo de expertos en cuestión de gestión educativa en Bucaramanga, siendo estos el Secretario de Educación de

Bucaramanga, y los funcionarios de la Secretaria de Educación de Bucaramanga en los diferentes departamentos relacionados como lo son: la Jefe de Presupuesto, el Jefe de cobertura, el Coordinador de Nómina, una Directora de Núcleo, y el Jefe de Planeación. De igual forma, se tuvo en cuenta un Rector, un Docente y un Coordinador de una institución educativa de la ciudad.

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos en la consulta que se mencionó anteriormente teniendo en cuenta el criterio de selección de la mínima cantidad posible:

**Tabla 12. Consulta a Expertos para las Variables de Entrada**

#	Información Variables de entrada	EXPERTOS								
		Secretario de Educación	Jefe de Planeación	Jefe de Cobertura	Jefe de Presupuesto	Directora de Núcleo	Coordinador de Nómina	Rector	Coordinador Docente	Docente
1	Nómina docente	x			x	x		x	x	
2	Total docentes	x	x	x	x	x	x		x	x
3	Total docentes Escalafón 14	x	x		x					x
4	Nómina Administrativa	x	x		x	x			x	
5	Total Personal Administración			x	x	x	x	x	x	x
6	Total estudiantes matriculados	x	x	x	x	x	x		x	x
7	Total de modelos educativos	x					x	x		
8	Valor del Inventario, Propiedad, planta y equipo		x				x	x	x	
9	Ejecución presupuestal de Ingresos			x		x		x		x
10	Ejecución presupuestal de Gastos						x	x		x

Fuente: Autoras

**Tabla 13. Consulta a Expertos para las Variables de Salida**

#	Información Variables de Salida	EXPERTOS								
		Secretario de Educación	Jefe de Planeación	Jefe de Cobertura	Jefe de Presupuesto	Directora de Núcleo	Coordinador de Nómina	Rector	Coordinador Docente	Docente
1	Estudiantes Graduados	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2	Estudiantes Permanentes en el Sector Oficial	x			x	x	x	x	x	x
3	Estudiantes en Intraedad									
4	Pruebas Saber 5°	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5	Pruebas Saber 9°	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6	Pruebas Saber 11°	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Fuente: Autoras

Además de las variables que los expertos consideraron importantes en el estudio hicieron algunas sugerencias, entre las que se encontraron:

- Se deberían tener en cuenta variables como lo son la cantidad de estudiantes reprobados, repitentes y desertores durante el año escolar.
- Incluir una variable que influye en el análisis de la eficiencia como lo es el área de las aulas de clases que se encuentran en óptimas condiciones en cada institución educativa.
- Los tipos de modelos educativos que utilizan las instituciones son determinados por autonomía de éstos según las condiciones de la institución educativa y el tipo de población estudiantil con la que se cuenta. Por esta razón no deben ser incluidos al no representar un aspecto diferenciador en la gestión interna respecto a otras instituciones y al no ser relevantes en estudio mediante este enfoque.

- Se debería considerar la cantidad de estudiantes que se tiene en cada institución mediante convenios con instituciones privadas, en contratos de administración del servicio educativo con entidades religiosas, y estudiantes en concesión.
- En instituciones que tienen estudiantes que son hijos o familiares de militares se debe tener en cuenta que durante el año existen muchos traslados, ingresos y salidas, y la repercusión de estas eventualidades en el rendimiento de los estudiantes.
- Discriminar la cantidad de hombres y mujeres en cada institución.
- Sería importante tener una manera de medir la satisfacción del cliente que en este caso son los estudiantes y padres de familia y/o acudientes. Además, de una herramienta en la que se pueda medir el grado de compromiso del personal administrativo y docente.
- Conocer la ubicación en la que se encuentra la institución educativa de acuerdo al sector en el que está situado.

Como resultado de la consulta realizada a expertos en materia de gestión educativa se decidió eliminar la siguiente variable de entrada debido a la carencia de relevancia en el estudio de la manera en que estaba planteada:

- Total de Modelos Educativos

De igual forma se decidió incluir las siguientes variables de entrada nombradas a continuación:

- Total Aulas Tipo A
- Área Aulas (m<sup>2</sup>)

En cuanto a la inclusión de variables de salida, fue añadida la siguiente variable:

- Estudiantes Aprobados

#### 4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Con base en la información disponible se realiza un análisis estadístico para determinar las variables a considerar en el estudio. Inicialmente se cuenta con 11 variables de entrada y 6 variables de salida mostradas en los Anexos D y E las cuales serán agrupadas según el tipo de recurso e identificadas a partir de este momento con la siguiente notación:

**Tabla 14. Notación Variables de Entrada**

No.	INFORMACIÓN VARIABLES DE ENTRADA	Notación
<b>Recursos Humanos</b>		
1	Total docentes	T_Doc
2	Total docentes Escalafón 14	T_Doc_14
3	Total Personal Administración	T_Adm
4	Total estudiantes matriculados	T_Est_Mat
<b>Recursos Físicos</b>		
5	Valor del Inventario, Propiedad, planta y equipo	Inventario
6	Total Aulas tipo A	T_Aulas
7	Área (m <sup>2</sup> )	Area_Aulas
<b>Recursos Financieros</b>		
8	Ejecución presupuestal de Ingresos	Ingresos_Ejecutados
9	Ejecución presupuestal de Gastos	Gastos_Ejecutados
10	Nómina docente	Nom_Doc
11	Nómina Administrativa	Nom_Adm

Fuente: Autoras

**Tabla 15. Notación Variables de Salida**

No.	INFORMACIÓN VARIABLES DE SALIDA	Notación
1	Estudiantes Graduados	Est_Graduados
2	Estudiantes Permanentes en el Sector Oficial	Est_Permanentes
3	Estudiantes en Intraedad	Est_Intraedad
4	Pruebas SABER 5°	SABER_5
5	Pruebas SABER 9°	SABER_9
6	Pruebas SABER 11°	SABER_11

Fuente: Autoras

Como primer paso en la determinación de las variables se realiza un análisis de correlaciones utilizando SPSS el cual se muestra a continuación.

**Tabla 16. Coeficientes del Análisis de Correlación de las Variables de Entrada**

	Nom_Doc	T_Doc	T_Doc_14	Nom_Adm	T_Adm	T_Est_Mat	Inventario	Ingresos_Ejecutados	Gastos_Ejecutados	T_Aulas	Area_Aulas
Nom_Doc	1,00										
T_Doc	0,97	1,00									
T_Doc_14	0,95	0,88	1,00								
Nom_Adm	0,75	0,72	0,78	1,00							
T_Adm	0,83	0,78	0,87	0,89	1,00						
T_Est_Mat	0,96	0,97	0,89	0,70	0,78	1,00					
Inventario	0,69	0,73	0,61	0,54	0,56	0,75	1,00				
Ingresos_Ejecutados	0,81	0,85	0,79	0,68	0,71	0,83	0,63	1,00			
Gastos_Ejecutados	0,76	0,81	0,73	0,63	0,65	0,78	0,63	0,94	1,00		
T_Aulas	0,86	0,89	0,76	0,71	0,74	0,86	0,66	0,81	0,77	1,00	
Area_Aulas	0,85	0,87	0,76	0,69	0,76	0,86	0,63	0,80	0,74	0,96	1,00

Fuente: Autoras

**Tabla 17. Coeficientes del Análisis de Correlación de las Variables de Salida**

	Est_Graduados	Est_Permanentes	Est_Intraedad	Est_Aprobados	SABER_5	SABER_9	SABER_11
Est_Graduados	1,00						
Est_Permanentes	0,84	1,00					
Est_Intraedad	0,84	0,99	1,00				
Est_Aprobados	0,82	0,99	0,99	1,00			
SABER_5	0,34	0,17	0,19	0,15	1,00		
SABER_9	0,54	0,40	0,41	0,37	0,70	1,00	
SABER_11	0,55	0,43	0,44	0,40	0,67	0,82	1,00

Fuente: Autoras

Se realizó una matriz de correlación tanto para las variables de entrada como de salida mostradas en las Tablas 16 y 17, identificando una alta correlación entre las variables que arrojaron unos coeficientes de correlación cercanos a 1, lo que indica que existe una asociación lineal entre ellas, lo cual sugiere que no sería de gran ayuda incluirlas en el estudio, ya que se tendría información que puede ser redundante.

Posteriormente fue aplicado el Análisis de Componentes Principales utilizando el software SPSS para confirmar los resultados que fueron obtenidos en el análisis de correlaciones e identificar grupos de variables y determinar la intensidad de la asociación entre éstas.

El análisis de componentes (ACP) es una técnica de síntesis de la información o reducción de la dimensión (número de variables) la cual tiene como objetivo reducir las variables perdiendo la menor cantidad de información posible. Además, ayuda encontrar las causas de la variabilidad de un conjunto de datos y ordena las variables de acuerdo a su importancia.

El ACP busca un nuevo eje de coordenadas ordenadas, en donde organiza nuevas variables que se llaman componentes principales. Toma como primer eje coordenado la nueva variable (primer componente principal) que explica la máxima variabilidad o dispersión posible de los datos observados.

El ACP construye una transformación lineal que escoge un nuevo sistema de coordenadas para el conjunto original de datos en el cual la varianza de mayor tamaño del conjunto de datos es capturada por el primer eje, también llamado como componente principal, la segunda diferencia de varianzas mas grandes se ubica en el segundo componente principal y así sucesivamente, teniendo en cuenta que el número de componentes principales estará sujeto al porcentaje de

variabilidad que se considere suficiente. Este análisis se muestra en las tablas 18 y 19.

**Tabla 18. Análisis de Componentes Principales para las Variables de Entrada**

Component	Initial Eigen Values			Extraction Sums of Squared Loading		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	10,026	91,145	91,145	10,026	91,145	91,145
2	0,331	3,010	94,155			
3	0,249	2,264	96,420			
4	0,176	1,597	98,017			
5	0,112	1,014	99,032			
6	0,042	0,381	99,412			
7	0,029	0,267	99,679			
8	0,022	0,204	99,883			
9	0,008	0,068	99,951			
10	0,005	0,045	99,996			
11	0,000	0,004	100,000			

Fuente: Autoras

**Tabla 19. Análisis de Componentes Principales para las Variables de Salida**

Component	Initial Eigenvalues			Extraction Sums of Squared Loadings		
	Total	% of Variance	Cumulative %	Total	% of Variance	Cumulative %
1	4,268	60,974	60,974	4,268	60,974	60,974
2	1,899	27,126	88,100	1,899	27,126	88,100
3	0,498	7,110	95,210			
4	0,236	3,365	98,575			
5	0,095	1,355	99,929			
6	0,003	0,042	99,971			
7	0,002	0,029	100,000			

Fuente: Autoras

Luego de tener los componentes principales, son representados en forma de una matriz de componentes en donde se evidencia la relación que existe entre los componentes principales y las variables originales. La matriz tendrá tantas

columnas como componentes principales y tantas filas como la cantidad de variables que se tengan.

**Tabla 20. Matriz de Componentes Principales para las Variables de Entrada**

	Component	
	1	
Nom_Doc	0,987	
T_Doc	0,985	
T_Doc_14	0,971	
Nom_Adm	0,933	
T_Adm	0,964	
T_Est_Mat	0,976	
Inventario	0,852	
Ingresos_Ejecutados	0,938	
Gastos_Ejecutados	0,944	
T_Aulas	0,969	
Area_Aulas	0,975	

Fuente: Autoras

**Tabla 21. Matriz de Componentes Principales para las variables de Salida**

	Component	
	1	2
Est_Graduados	0,939	-0,211
Est_Permanentes	0,955	-0,277
Est_Intraedad	0,960	-0,260
Est_Aprobados	0,950	-0,298
SABER_5	0,349	0,802
SABER_9	0,452	0,678
SABER_11	0,569	0,720

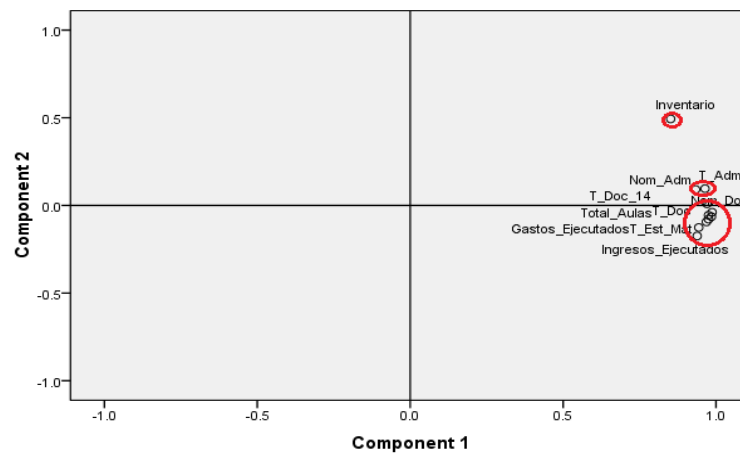
Fuente: Autoras del proyecto

Como último paso en el análisis de componentes principales se realiza una representación grafica de la matriz de componentes en el espacio bidimensional denominado como el grafico de saturaciones o grafico de componentes en donde cada eje representa un componente y los puntos representan la coordenada que corresponde a la determinada variable en cada uno de sus componentes. De esta

representación se extrae la explicación de los factores subyacentes y la proximidad de los puntos representa el grado de correlación que existe entre ellas.

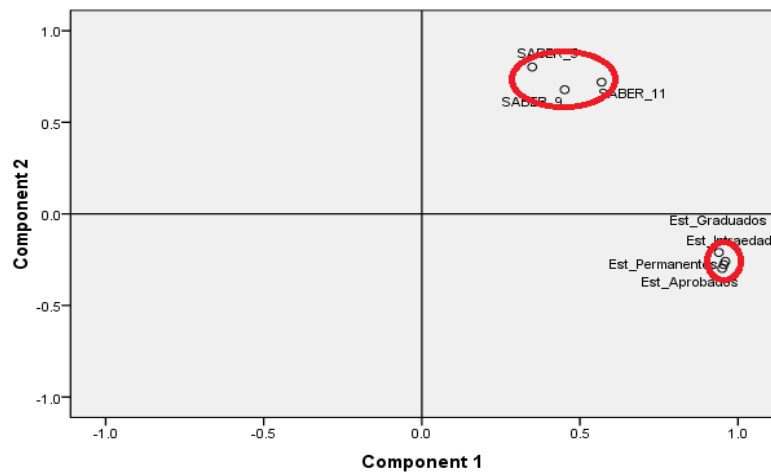
En las siguientes figuras se muestra la representación grafica para las variables de salida y de entrada.

**Figura 12. Representación Gráfica de los Componentes Principales para las Variables de Entrada.**



Fuente: Autoras

**Figura 13. Representación Gráfica de los Componentes Principales para las Variables de Salida**



Fuente: Autoras

El ACP muestra si hay información redundante, y permite prescindir de estas, excluyendo los últimos componentes.

De acuerdo al análisis estadístico realizado en esta sección se identificaron los siguientes grupos de variables que tienen un alto grado de correlación:

#### **Variables de Entrada**

- T\_Doc, T\_Doc\_14, T\_Est\_Mat, T\_Aulas, Área\_Aulas, Ingresos\_Ejecutados, Gastos\_Ejecutados
- T\_Adm, Nom\_Adm

#### **Variables de Salida**

- Est\_Graduados, Est\_Permanentes, Est\_Intraedad, Est\_Aprobados

Es evidente la fuerte relación que se presenta entre variables de entrada consecuente a la opinión de los expertos al coincidir en su mayoría en que muchas de las variables saldrían relacionadas entre sí previamente a este análisis estadístico, debido a como es manejado el proceso de asignación de los recursos para el sector educativo en nuestro país, explicando que el valor de los recursos que la nación reconoce o asigna, gira en torno a la cantidad de estudiantes que se tienen por institución educativa, aclarando que la única limitación que se tiene para la asignación del número de estudiantes a matricular está condicionada por la infraestructura del colegio. Esto es, de la cantidad de estudiantes matriculados por institución es asignado el número de docentes, personal administrativo y el presupuesto de ingresos de las instituciones dependiendo de las tipologías establecidas por el Ministerio de Educación Nacional acorde a la zona y grado de escolaridad atendido, teniendo en cuenta que aproximadamente el 95.5% del total presupuesto es destinado a gastos de nómina y de funcionamiento de la institución.

#### 4.6 VARIABLES SELECCIONADAS

Teniendo en cuenta el análisis realizado, las variables de entrada a considerar en el estudio son las descritas a continuación:

- Total Docentes: Número total de docentes
- Total Personal Administrativo: Número total de personal administrativo
- Total Estudiantes Matriculados: Número total de estudiantes matriculados
- Inventario: Valor total en pesos del listado de propiedad, planta y equipo
- Ingresos Ejecutados: Valor total en pesos de los ingresos anuales ejecutados
- Área Aulas Tipo A: Total metros cuadrados de aulas de clase en buen estado

Como variables de Salida se tendrán en cuenta las siguientes variables:

- Estudiantes Graduados: Total estudiantes graduados de la educación media
- Estudiantes Aprobados: Total estudiantes que alcanzaron los logros de las áreas obligatorias y fundamentales del grado respectivo promovidos al grado siguiente.
- SABER 5°: Promedio en las competencias de Ciencias Naturales, Matemáticas y Lenguaje de las pruebas SABER 5° del año 2009, utilizando el mismo valor para el año 2010.
- SABER 9°: Promedio en las competencias de Ciencias Naturales, Matemáticas y Lenguaje de las pruebas SABER 9° del año 2009, utilizando el mismo valor para el año 2010.
- SABER 11: Promedio de las jornadas por institución educativa en las áreas del núcleo común: Geografía, química, física, biología, historia, filosofía, matemática, lenguaje, ciencias sociales e inglés para los años 2009 y 2010. No se tuvo en cuenta la jornada nocturna por recomendación del departamento de Cobertura de la SED.

En la tabla 22 mostrada a continuación se presentaran los principales estadísticos descriptivos de las variables de entrada y salida.

**Tabla 22. Estadísticos descriptivos de las variables de entrada y salida**

Variable de Entrada	Media	Desviación	Variable de Salida	Media	Desviación
T_Doc	71,83	56,90	Est_Graduados	131,33	137,07
T_Adm	6,50	6,13	Est_Aprobados	1876,21	1492,92
T_Est_Mat	1998,82	1578,230011	SABER_5	320,04	26,59
Inventario	190.052.060,43	235.758.035,10	SABER_9	310,91	59,72
Ingresos_Ejecutados	250.797.784,48	183.633.920,73	SABER_11	7,09	0,83
Área_Aulas	2001,13	1605,07			

Fuente: Autoras

## **5. SELECCIÓN DE LAS UNIDADES PRODUCTIVAS A EVALUAR**

En este capítulo serán relacionadas aquellas unidades que serán objeto de la investigación.

Para llevar a cabo la selección de la cantidad de unidades a analizar serán tenidos en cuenta los diferentes objetivos trazados en el proyecto, en donde el objetivo general es evaluar la eficiencia de las instituciones educativas del sector oficial. Todas las instituciones educativas oficiales podrán ser comparadas entre ellas, ya que presentan los mismos recursos, productos, procesos y objetivos.

La heterogeneidad presentada por algunas de las unidades que inicialmente se querían considerar y algunos factores que no son controlables por los directores de las unidades, hacen parte de la razón principal de reducir el grupo de DMU'S en el sector de la educación, es decir algunos planteles educativos manejan y administran los recursos de una manera diferente.

Para el estudio se determinó el sector de la educación de Bucaramanga, en donde fueron definidas las unidades de decisión como las instituciones educativas oficiales de educación formal de calendario A, que para el año 2009 y 2010 hayan dictado el nivel de educación básica primaria, secundaria y media (grado 0° a 11°), sin importar su jornada.

Inicialmente la muestra seleccionada para la aplicación de DEA estaba compuesta por 42 unidades para el año 2009, pero se excluyeron tres instituciones entre las que se encuentran: el Colegio Café Madrid y el Instituto técnico Rafael García Herreros al presentar un régimen especial en el manejo de sus recursos, ya que son administrados por la Corporación Educativa Minuto de Dios. De igual forma, el

Colegio Nuestra Señora de Fátima Bienestar Social, debido a que la administración de esta institución e información de la financiación de sus recursos es de orden nacional localizado en la ciudad de Bogotá proveniente de la Policía Nacional. De esta manera, finalmente se cuenta con 39 unidades a evaluar.

Se decide considerar cada institución educativa como dos unidades distintas, cada una correspondiente al año 2009 y al año 2010, y de esta forma duplicar el número de unidades. En definitiva se cuentan con 78 unidades, con el objetivo de aplicar correctamente el Análisis Envoltante de Datos DEA, ya que es recomendable contar con un suficiente número de unidades a evaluar, para que se aumenten los grados de libertad de las estimaciones y puedan ser tenidas en cuenta mas variables tanto de entrada como de salida.

En la tabla que se muestra a continuación se muestran la totalidad de unidades a analizar:

**Tabla 23. Unidades de Evaluación**

No.	UNIDAD ACÁDEMICA DMU	No.	UNIDAD ACÁDEMICA DMU
1	IE Andrés Páez de Sotomayor 2009	40	IE Liceo Patria 2010
2	IE Andrés Páez de Sotomayor 2010	41	IE Luis Carlos Galán Sarmiento 2009
3	IE Aurelio Martínez Mutis 2009	42	IE Luis Carlos Galán Sarmiento 2010
4	IE Aurelio Martínez Mutis 2010	43	IE Maipore 2009
5	IE Bicentenario de la Ind. de la Rep. de Colombia 2009	44	IE Maipore 2010
6	IE Bicentenario de la Ind. de la Rep. de Colombia 2010	45	IE Medalla Milagrosa 2009
7	IE Camacho Carreño 2009	46	IE Medalla Milagrosa 2010
8	IE Camacho Carreño 2010	47	IE Nuestra Señora del Pilar 2009
9	IE Campo Hermoso 2009	48	IE Nuestra Señora del Pilar 2010
10	IE Campo Hermoso 2010	49	IE Oriente Miraflores 2009
11	IE Centrabilitar 2009	50	IE Oriente Miraflores 2010
12	IE Centrabilitar 2010	51	IE Piloto Simón Bolívar 2009
13	IE Club Unión 2009	52	IE Piloto Simón Bolívar 2010
14	IE Club Unión 2010	53	IE Promoción Social del Norte 2009
15	IE Comuneros 2009	54	IE Promoción Social del Norte 2010
16	IE Comuneros 2010	55	IE Provenza 2009

No.	UNIDAD ACÁDEMICA DMU	No.	UNIDAD ACÁDEMICA DMU
17	IE de Santander 2009	56	IE Provenza 2010
18	IE de Santander 2010	57	IE Rural Vijagual 2009
19	IE Escuela Normal Superior de Bucaramanga 2009	58	IE Rural Vijagual 2010
20	IE Escuela Normal Superior de Bucaramanga 2010	59	IE San Francisco de Asís 2009
21	IE Francisco de Paula Santander 2009	60	IE San Francisco de Asís 2010
22	IE Francisco de Paula Santander 2010	61	IE San José de la Salle 2009
23	IE Gabriela Mistral 2009	62	IE San José de la Salle 2010
24	IE Gabriela Mistral 2010	63	IE Santa María Goretti 2009
25	IE Gustavo Cote Uribe 2009	64	IE Santa María Goretti 2010
26	IE Gustavo Cote Uribe 2010	65	IE Santo Ángel 2009
27	IE Integrado Jorge Eliecer Gaitán 2009	66	IE Santo Ángel 2010
28	IE Integrado Jorge Eliecer Gaitán 2010	67	IE Técnico Empresarial José María Estévez 2009
29	IE Jorge Ardila Duarte 2009	68	IE Técnico Empresarial José María Estévez 2010
30	IE Jorge Ardila Duarte 2010	69	IE Técnico INEM Custodio García Rovira 2009
31	IE José Celestino Mutis 2009	70	IE Técnico INEM Custodio García Rovira 2010
32	IE José Celestino Mutis 2010	71	IE Técnico Nacional de Comercio 2009
33	IE La Juventud 2009	72	IE Técnico Nacional de Comercio 2010
34	IE La Juventud 2010	73	IE Técnico Politécnico 2009
35	IE La Libertad 2009	74	IE Técnico Politécnico 2010
36	IE La Libertad 2010	75	IE Técnico Superior Dámaso Zapata 2009
37	IE Las Américas 2009	76	IE Técnico Superior Dámaso Zapata 2010
38	IE Las Américas 2010	77	IE Tecnológico Salesiano Eloy Valenzuela 2009
39	IE Liceo Patria 2009	78	IE Tecnológico Salesiano Eloy Valenzuela 2010

Fuente: Autoras

## **6. DEFINICIÓN DEL MODELO DE EVALUACIÓN**

### **6.1 ORIENTACIÓN DEL MODELO**

En el sector educativo es común la orientación hacia la obtención de los mejores resultados a partir de los recursos disponibles, en lugar de hacia una minimización de estos últimos sobre los que ejerce un limitado control, debido a que algunos de los recursos que conciernen en el proceso de escolarización, pueden no ser controlables por los responsables de la gestión educativa, o bien la asignación de estos valores está condicionada por entes en niveles organizacionales superiores al del establecimiento educativo.

Siendo así, cada establecimiento educativo, a través de su personal docente y administrativo, responsable de la organización, ejecución y control de la prestación del servicio educativo a su cargo, buscando obtener los máximos resultados con el nivel de recursos que se les asigna.

De esta manera, el presente estudio está orientado a las salidas ya que en este enfoque se estima la ineficiencia de las unidades por el posible aumento de los resultados de la unidad ineficiente, hasta lograr nivelarse con la unidad eficiente, utilizando los mismos recursos.

### **6.2 EXTENSIÓN DEL MODELO**

Pretendiendo identificar las unidades que serían calificadas como ineficientes por problemas de escala, se hará uso del modelo de Charnes, Cooper y Rhodes

(1978)<sup>45</sup> o CCR. Por otro lado, teniendo en cuenta que se quiere comparar a las unidades ineficientes únicamente con otras que operen en la misma escala será utilizado el modelo de Banker, Charnes y Cooper (1984)<sup>46</sup> para el cálculo de los índices de eficiencia y de las salidas que debería obtener cada unidad para alcanzar un índice unitario de eficiencia.

---

<sup>45</sup> CHARNES, COOPER y RHODES, Op. cit., p. 429-444

<sup>46</sup> BANKER, R., CHARNES, A., COOPER, W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. Citado por: COOPER, W., SEIFORD, L., ZHU, J. Op. Cit., p. 13.

## 7. APLICACIÓN DEL MODELO

En el presente capítulo se calculará el índice que permitirá evaluar la eficiencia técnica de las Instituciones Educativas Oficiales de Bucaramanga en la utilización de sus recursos financieros, humanos y físicos disponibles para la prestación del servicio educativo.

### 7.1 DESCRIPCIÓN DE LA HERRAMIENTA

Para la aplicación de los modelos se hace uso de un software desarrollado para el Análisis Envolvente de Datos llamado EMS, Efficiency Measurement System, desarrollado por Holger Scheel de la Universität Dortmund, Germany (2000)<sup>47</sup>.

Este programa a utilizar está caracterizado porque se complementa con Microsoft® Excel con el fin de obtener una presentación clara de los datos. EMS, versión 1.3, es un programa para Windows® 9x/NT que calcula las medidas de eficiencia concernientes al Análisis Envolvente de Datos, al hacer uso de la librería para solucionar problemas de programación lineal BPMPD 2.11, desarrollada por Csaba Mészáros para el cálculo de los resultados. El código utilizado en este software, está realizado para lograr resolver los problemas con más de 5000 DMU'S y alrededor de 40 variables de entradas y salidas.

Para el ingreso de datos, EMS acepta archivos Excel versión 97 o superior (.xls). Los datos de entrada y salida deberán encontrarse en una hoja de Excel sin haber utilizado fórmulas, es decir, solo debe contener los datos puros. El nombre de la

---

<sup>47</sup> Scheel, H. EMS: Efficiency Measurement System User's Manual. Version 1.3, Universität Dortmund, Germany, 2000, 12 p.

Hoja de cálculo debe denominarse “Data”, conteniendo la primera fila de la hoja los nombres de las variables de entrada y salida. Las entradas deberán ir primero seguidas por las salidas. Los nombres de las variables de entrada deberán estar seguidos por la notación {I} y las variables de salida por {O}. Finalmente, la primera columna deberá tener los nombres de las DMU’S. En la figura 14 se muestra la matriz que contiene los datos.

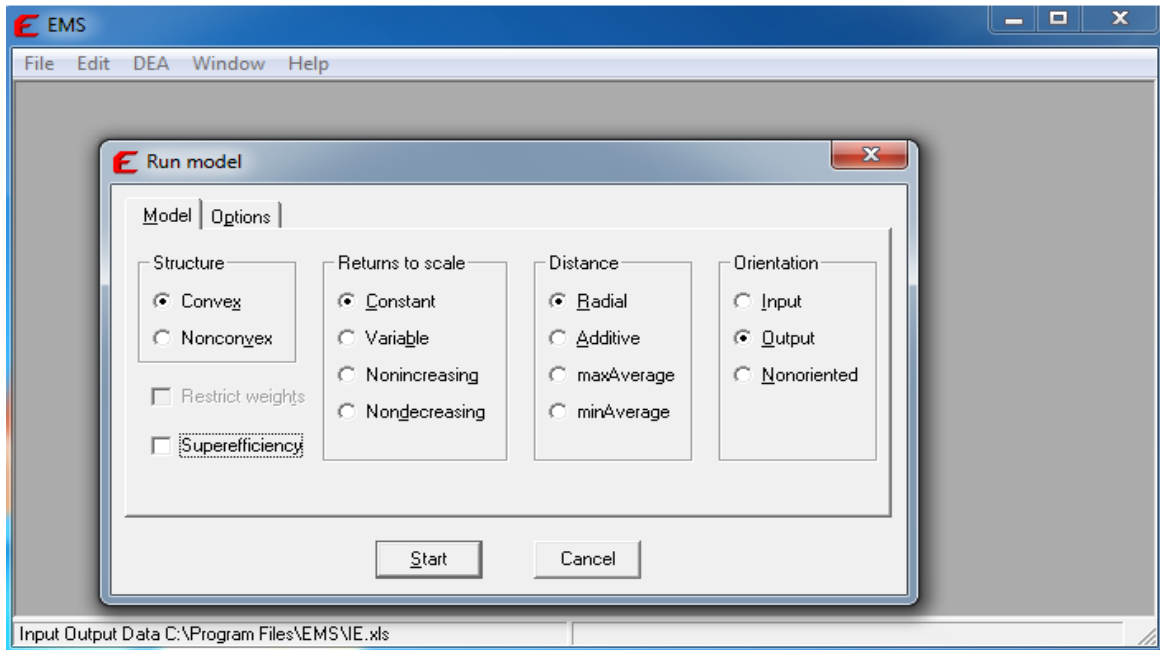
**Figura 14. Archivo de Excel para el ingreso de datos**

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		T Doc (I)	T Adm (I)	T Est Mat (I)	Inventario (I)	Ingresos Ejecutados (I)	Área Aulas (I)	Est Graduados (O)
2	IE Andrés Paez de Sotomayor 2009	39,00	3,00	977,00	73.662.000,00	109.755.583,73	1.190,00	60,00
3	IE Andrés Paez de Sotomayor 2010	35,00	4,00	932,00	72.504.000,00	116.503.721,24	1.190,00	61,00
4	IE Aurelio Martínez Mutis 2009	86,00	7,00	2.325,00	86.613.000,00	402.422.304,16	2.186,00	194,00
5	IE Aurelio Martínez Mutis 2010	86,00	7,00	2.187,00	58.587.000,00	290.876.309,04	2.186,00	220,00
6	IE Bicentenario de la Ind. de la Rep. de Colombia 2009	26,00	6,00	614,00	46.609.000,00	131.373.550,00	1.299,00	28,00
7	IE Bicentenario de la Ind. de la Rep. de Colombia 2010	36,00	5,00	1.028,00	38.509.000,00	128.397.744,86	1.299,00	79,00
8	IE Camacho Carreño 2009	39,00	6,00	929,00	27.021.000,00	139.596.570,84	992,00	52,00
9	IE Camacho Carreño 2010	32,00	4,00	816,00	33.769.000,00	133.702.920,41	992,00	49,00
10	IE Campo Hermoso 2009	51,00	4,00	1.359,00	93.855.000,00	179.171.200,24	1.236,00	84,00
11	IE Campo Hermoso 2010	44,00	4,00	1.340,00	83.870.000,00	179.563.931,00	1.236,00	116,00
12	IE Centrabitlar 2009	22,00	2,00	419,00	52.164.000,00	91.599.172,00	496,00	20,00
13	IE Centrabitlar 2010	17,00	2,00	376,00	42.965.000,00	86.112.197,00	496,00	21,00
14	IE Club Unión 2009	93,00	5,00	2.488,00	163.560.000,00	189.481.989,87	2.656,00	49,00
15	IE Club Unión 2010	90,00	6,00	2.738,00	239.232.000,00	174.482.734,07	2.656,00	48,00

Fuente: Autoras

Luego de tener la hoja de cálculo con todos los datos, se deberá guardar el archivo. Posteriormente, se cargaran los datos en EMS, en el menú File - Load Data. Una vez cargados los datos, se especificará el modelo que se desea ejecutar en el menú DEA – Run Model. De esta manera, aparecerá una interfaz en donde deben ser definidas las especificaciones del modelo escogido. En la figura 15 se muestra la interfaz nombrada anteriormente del software EMS.

**Figura 15. Interfaz Gráfica de la Herramienta EMS**



Fuente: Autoras

Es así como posteriormente, los resultados serán mostrados en una pantalla que aparecerá con los índices de eficiencia y los pesos, o el valor de los inputs y outputs virtuales si es deseado, esto es, el resultado del producto entre el valor observado y el peso virtual de esa variable para una unidad particular. De igual forma, el programa calculará el conjunto de referencia, compuesto por aquellas unidades que estando en la frontera de eficiencia sirven de guía para llevar una DMU particular que es ineficiente a ser eficiente y finalmente, serán mostradas las holguras para cada una de las variables y unidades incluidas en el estudio.

## **7.2 EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA**

El desarrollo en los dos tipos de modelos, CCR y BCC permitió establecer 3 tipos de eficiencia, la Eficiencia Técnica Global (ETG) dada por el modelo CCR, la

Eficiencia Técnica Pura (ETP), dada por el modelo BCC, y la eficiencia de escala derivada de la combinación de las anteriores eficiencias.

Cada una de estas eficiencias permite definir cierto comportamiento relativo de las DMU'S, caracterizando e identificando en el caso de las DMU'S ineficientes, la medida en que debe trabajar para alcanzar el nivel de eficiencia necesario para ubicarse sobre la función frontera.

La eficiencia de escala, compuesta por la eficiencia técnica y técnica pura, permite demostrar la ineficiencia de las unidades al producir en un nivel de escala que no es óptimo.

A continuación se presentan los índices de eficiencia obtenidos de acuerdo a cada modelo especificado teniendo en cuenta que la orientación de éstos es a las salidas. El índice de eficiencia tomará valores iguales o mayores a uno, siendo el de una unidad eficiente igual a uno, mientras que el de una ineficiente superior a éste. A su vez, la medida de ineficiencia es presentada por la diferencia del parámetro con la unidad, sugiriendo que la unidad debe realizar un incremento en las salidas ponderadas, proporcional al índice obtenido.

En la tabla 24 se muestran los índices de Eficiencia Técnica Global (ETG), Eficiencia Técnica Pura y Eficiencia de Escala, donde se señalan los valores superiores a uno que indican que las unidades deben incrementar sus salidas.

**Tabla 24. Índices de Eficiencia Técnica Global (ETG), Eficiencia Técnica Pura (ETP) y Eficiencia de Escala (SE).**

DMU	Índice de Eficiencia Modelo CCR (ETG)	Índice de Eficiencia Modelo BCC (ETP)	Índice de Eficiencia Escala (SE)
IE Andrés Páez de Sotomayor 2009	1,0136	1,0101	1,0035
IE Andrés Páez de Sotomayor 2010	1,1109	1,0524	1,0556
IE Aurelio Martínez Mutis 2009	1,0185	1,0000	1,0185
IE Aurelio Martínez Mutis 2010	1,0000	1,0000	1,0000
IE Bicentenario de la Ind. de la Rep. de Colombia 2009	1,0000	1,0000	1,0000
IE Bicentenario de la Ind. de la Rep. de Colombia 2010	1,0065	1,0000	1,0065
IE Camacho Carreño 2009	1,0000	1,0000	1,0000
IE Camacho Carreño 2010	1,1105	1,0952	1,0140
IE Campo Hermoso 2009	1,0280	1,0277	1,0003
IE Campo Hermoso 2010	1,0000	1,0000	1,0000
IE Centrabilitar 2009	1,0000	1,0000	1,0000
IE Centrabilitar 2010	1,0000	1,0000	1,0000
IE Club Unión 2009	1,0000	1,0000	1,0000
IE Club Unión 2010	1,0000	1,0000	1,0000
IE Comuneros 2009	1,0000	1,0000	1,0000
IE Comuneros 2010	1,0000	1,0000	1,0000
IE de Santander 2009	1,0000	1,0000	1,0000
IE de Santander 2010	1,1075	1,0294	1,0759
IE Escuela Normal Superior de Bucaramanga 2009	1,0381	1,0010	1,0371
IE Escuela Normal Superior de Bucaramanga 2010	1,0788	1,0021	1,0765
IE Francisco de Paula Santander 2009	1,0604	1,0603	1,0001
IE Francisco de Paula Santander 2010	1,0404	1,0402	1,0002
IE Gabriela Mistral 2009	1,0000	1,0000	1,0000
IE Gabriela Mistral 2010	1,0000	1,0000	1,0000
IE Gustavo Cote Uribe 2009	1,0000	1,0000	1,0000
IE Gustavo Cote Uribe 2010	1,0000	1,0000	1,0000
IE Integrado Jorge Eliecer Gaitán 2009	1,0000	1,0000	1,0000
IE Integrado Jorge Eliecer Gaitán 2010	1,0000	1,0000	1,0000
IE Jorge Ardila Duarte 2009	1,0185	1,0089	1,0095
IE Jorge Ardila Duarte 2010	1,0133	1,0000	1,0133

DMU	Índice de Eficiencia Modelo CCR (ETG)	Índice de Eficiencia Modelo BCC (ETP)	Índice de Eficiencia Escala (SE)
IE José Celestino Mutis 2009	1,0000	1,0000	1,0000
IE José Celestino Mutis 2010	1,0000	1,0000	1,0000
IE La Juventud 2009	1,0360	1,0330	1,0029
IE La Juventud 2010	1,0833	1,0832	1,0001
IE La Libertad 2009	1,0000	1,0000	1,0000
IE La Libertad 2010	1,0000	1,0000	1,0000
IE Las Américas 2009	1,0349	1,0312	1,0036
IE Las Américas 2010	1,0000	1,0000	1,0000
IE Liceo Patria 2009	1,0000	1,0000	1,0000
IE Liceo Patria 2010	1,0000	1,0000	1,0000
IE Luis Carlos Galán Sarmiento 2009	1,0434	1,0416	1,0017
IE Luis Carlos Galán Sarmiento 2010	1,0439	1,0415	1,0023
IE Maipore 2009	1,0500	1,0432	1,0065
IE Maipore 2010	1,0316	1,0275	1,0040
IE Medalla Milagrosa 2009	1,0000	1,0000	1,0000
IE Medalla Milagrosa 2010	1,0000	1,0000	1,0000
IE Nuestra Señora del Pilar 2009	1,0313	1,0000	1,0313
IE Nuestra Señora del Pilar 2010	1,0000	1,0000	1,0000
IE Oriente Miraflores 2009	1,0000	1,0000	1,0000
IE Oriente Miraflores 2010	1,0000	1,0000	1,0000
IE Piloto Simón Bolívar 2009	1,0743	1,0738	1,0005
IE Piloto Simón Bolívar 2010	1,0314	1,0307	1,0007
IE Promoción Social del Norte 2009	1,0265	1,0251	1,0014
IE Promoción Social del Norte 2010	1,0054	1,0038	1,0016
IE Provenza 2009	1,0246	1,0206	1,0039
IE Provenza 2010	1,0000	1,0000	1,0000
IE Rural Vijagual 2009	1,0000	1,0000	1,0000
IE Rural Vijagual 2010	1,0000	1,0000	1,0000
IE San Francisco de Asís 2009	1,0422	1,0330	1,0089
IE San Francisco de Asís 2010	1,0000	1,0000	1,0000
IE San José de la Salle 2009	1,0000	1,0000	1,0000
IE San José de la Salle 2010	1,0000	1,0000	1,0000
IE Santa María Goretti 2009	1,0000	1,0000	1,0000
IE Santa María Goretti 2010	1,0000	1,0000	1,0000
IE Santo Ángel 2009	1,0291	1,0245	1,0045
IE Santo Ángel 2010	1,0307	1,0114	1,0191
IE Técnico Empresarial José María Estévez	1,0000	1,0000	1,0000

DMU	Índice de Eficiencia Modelo CCR (ETG)	Índice de Eficiencia Modelo BCC (ETP)	Índice de Eficiencia Escala (SE)
2009			
IE Técnico Empresarial José María Estévez 2010	1,0000	1,0000	1,0000
IE Técnico INEM Custodio García Rovira 2009	1,0294	1,0000	1,0294
IE Técnico INEM Custodio García Rovira 2010	1,0060	1,0000	1,0060
IE Técnico Nacional de Comercio 2009	1,0000	1,0000	1,0000
IE Técnico Nacional de Comercio 2010	1,0000	1,0000	1,0000
IE Técnico Politécnico 2009	1,0244	1,0228	1,0016
IE Técnico Politécnico 2010	1,1201	1,1177	1,0021
IE Técnico Superior Dámaso Zapata 2009	1,0173	1,0000	1,0173
IE Técnico Superior Dámaso Zapata 2010	1,1009	1,0155	1,0841
IE Tecnológico Salesiano Eloy Valenzuela 2009	1,0420	1,0389	1,0030
IE Tecnológico Salesiano Eloy Valenzuela 2010	1,0985	1,0271	1,0695

Fuente: Autoras

La aplicación del Modelo CCR orientado a las salidas muestra que 41 unidades (53% del total) son eficientes. Por otra parte, la resolución del Modelo BCC orientado a las salidas indica que 48 unidades (62% del total) son eficientes. En consecuencia, 41 unidades presentan rendimientos constantes a escala, mientras que las restantes 7 unidades (la diferencia entre las unidades eficientes con el modelo BCC y las del modelo CCR) presentan rendimientos variables a escala, es decir, son eficientes si se comparan solamente con unidades que operan en la misma escala.

La Eficiencia de Escala permitió observar que 41 unidades (53% del total) son eficientes reflejando el nivel que tiene cada DMU particular, en comparación con el nivel de la escala de producción que tiene el grupo de referencia, demostrando de esta manera, que para que una unidad sea realmente eficiente es necesario que en ambos modelos sea tipificada como eficiente, es decir, que se encuentre en el conjunto de la frontera.

Teniendo en cuenta que el Modelo BCC es el más indicado al evaluar el comportamiento de las Instituciones Educativas Oficiales de Bucaramanga dado el hecho que la diferencia de tamaño entre Instituciones podría llevar a problemas de escala en los resultados, se continuara el análisis con los resultados obtenidos bajo esta formulación.

Las 30 unidades que no alcanzaron el índice unitario de eficiencia, fueron evaluadas con valores que se encuentran comprendidos en el intervalo del 1,001 al 1,1157 de la unidad menos eficiente. En el Anexo F se encuentran los valores del índice de eficiencia para las 78 unidades y los valores de las entradas y salidas con las que fueron evaluadas.

El índice de eficiencia medio de las unidades es 1,0138 con una desviación estándar de 0,0243, de modo que aunque el nivel de ineficiencia promedio es bajo y la dispersión de los valores es escasa, existe una cantidad considerable de unidades evaluadas como ineficientes con incrementos por mínimos que sean por mejorar en sus variables de salida.

En conclusión las Instituciones Educativas Oficiales de Bucaramanga, podrían incrementar sus salidas en un 1,38% como término medio sin aumentar el consumo de recursos. Adicionalmente, se observa que las Instituciones más ineficientes son la Instituciones Educativas Técnico Politécnico y Camacho Carreño en el año 2010, al presentar los índices de eficiencia más elevados (1,1177 y 1,0952 respectivamente).

Debido a la enorme flexibilidad de la técnica envolvente, se puede dar que una unidad sea considerada eficiente porque su perfil de producción sea atípico. De modo que se genera la necesidad de realizar un análisis de las unidades que

resultaron eficientes, discriminando cuáles se apoyan en prácticas atípicas y cuáles pueden considerarse como genuinamente eficientes.

Existen diversos métodos para poder discriminar entre las unidades con tasas de eficiencia unitaria, en este caso se utilizará el método de la frecuencia con que las unidades eficientes aparecen en el grupo de referencia de las ineficientes.

En este sentido, una frecuencia alta evidenciará unidades con auténtica eficiencia, mientras que aquellas unidades catalogadas como eficientes que aparezcan como referencia de sí mismas generarán sospecha en la legitimidad de su eficiencia pudiendo haber alcanzado de esta manera la eficiencia de forma anómala.

En la tabla 25 se muestra la frecuencia de las unidades eficientes, estableciéndose una ordenación entre ellas, además de la Eficiencia Técnica Global dada por el Modelo CCR.

**Tabla 25. Cualificación de las Unidades Eficientes**

DMU	ETG	FRECUENCIA	%
IE Técnico Nacional de Comercio 2010	1,0000	16	20,51%
IE Santa María Goretti 2010	1,0000	16	20,51%
IE Técnico Empresarial José María Estévez 2010	1,0000	14	17,95%
IE Medalla Milagrosa 2010	1,0000	10	12,82%
IE San José de la Salle 2010	1,0000	10	12,82%
IE Club Unión 2010	1,0000	8	10,26%
IE Bicentenario de la Ind. de la Rep. de Colombia 2009	1,0000	7	8,97%
IE La Libertad 2010	1,0000	7	8,97%
IE Liceo Patria 2009	1,0000	7	8,97%
IE Integrado Jorge Eliecer Gaitán 2010	1,0000	5	6,41%
IE Nuestra Señora del Pilar 2010	1,0000	5	6,41%
IE Técnico INEM Custodio García Rovira 2010	1,0060	5	6,41%
IE Técnico Superior Dámaso Zapata 2009	1,0173	5	6,41%
IE Centrabilitar 2010	1,0000	4	5,13%
IE Gabriela Mistral 2010	1,0000	4	5,13%
IE San José de la Salle 2009	1,0000	4	5,13%
IE Técnico Nacional de Comercio 2009	1,0000	4	5,13%

DMU	ETG	FRECUENCIA	%
IE Comuneros 2009	1,0000	3	3,85%
IE Jorge Ardila Duarte 2010	1,0133	2	2,56%
IE La Libertad 2009	1,0000	2	2,56%
IE Medalla Milagrosa 2009	1,0000	2	2,56%
IE Nuestra Señora del Pilar 2009	1,0313	2	2,56%
IE Oriente Miraflores 2009	1,0000	2	2,56%
IE Aurelio Martínez Mutis 2010	1,0000	1	1,28%
IE de Santander 2009	1,0000	1	1,28%
IE Gustavo Cote Uribe 2010	1,0000	1	1,28%
IE José Celestino Mutis 2009	1,0000	1	1,28%
IE Santa María Goretti 2009	1,0000	1	1,28%
IE Aurelio Martínez Mutis 2009	1,0185	0	0,00%
IE Bicentenario de la Ind. de la Rep. de Colombia 2010	1,0065	0	0,00%
IE Camacho Carreño 2009	1,0000	0	0,00%
IE Campo Hermoso 2010	1,0000	0	0,00%
IE Centrabilitar 2009	1,0000	0	0,00%
IE Club Unión 2009	1,0000	0	0,00%
IE Comuneros 2010	1,0000	0	0,00%
IE Gabriela Mistral 2009	1,0000	0	0,00%
IE Gustavo Cote Uribe 2009	1,0000	0	0,00%
IE Integrado Jorge Eliecer Gaitán 2009	1,0000	0	0,00%
IE José Celestino Mutis 2010	1,0000	0	0,00%
IE Las Américas 2010	1,0000	0	0,00%
IE Liceo Patria 2010	1,0000	0	0,00%
IE Oriente Miraflores 2010	1,0000	0	0,00%
IE Provenza 2010	1,0000	0	0,00%
IE Rural Vijagual 2009	1,0000	0	0,00%
IE Rural Vijagual 2010	1,0000	0	0,00%
IE San Francisco de Asís 2010	1,0000	0	0,00%
IE Técnico Empresarial José María Estévez 2009	1,0000	0	0,00%
IE Técnico INEM Custodio García Rovira 2009	1,0294	0	0,00%

Fuente: Autoras

De la información derivada de esta tabla se puede inferir que de las 48 unidades eficientes, 17 unidades funcionales se pueden considerar como genuinamente eficientes ya que son referencia de al menos cuatro unidades ineficientes. Específicamente, se destacan las Instituciones Educativas Técnico Nacional de

Comercio y Santa María Goretti, las cuales son referencia de 16 unidades cada una respectivamente de aquellas que no alcanzaron el índice de eficiencia unitario, lo que representa un 20,51% de las 78 unidades.

Por otra parte, cabe resaltar que 20 unidades tienen prácticas atípicas puesto que no son referencia de ninguna unidad ineficiente, de modo que su eficiencia podría deberse a una posible especialización de su actividad. A su vez, se puede inferir que 5 de estas unidades presentan valores de ETG superiores a uno, lo que indica que fueron evaluadas eficientemente porque tienen una escala de producción diferente a las demás.

### 7.2.1 Conjunto de Referencia.

Al analizar el conjunto de referencia se compara el desempeño de una DMU específica con otras que se encuentran en la frontera eficiente, específicamente en cuanto a la operación con niveles comparables de recursos. En la tabla 26, se muestra el conjunto de referencia de cada una de las DMU'S ineficientes, donde aparecen las DMU'S de referencia con la intensidad correspondiente entre paréntesis.

**Tabla 26. Conjunto de referencia de las unidades**

	DMU	CONJUNTO DE REFERENCIA
1	IE Andrés Páez de Sotomayor 2009	36 (0,20) 39 (0,02) 46 (0,40) 64 (0,09) 68 (0,26) 72 (0,03)
2	IE Andrés Páez de Sotomayor 2010	5 (0,14) 30 (0,19) 36 (0,30) 62 (0,10) 68 (0,26)
3	IE Aurelio Martínez Mutis 2009	0
4	IE Aurelio Martínez Mutis 2010	1
5	IE Bicentenario de la Ind. de la Rep. de Colombia 2009	7
6	IE Bicentenario de la Ind. de la Rep. de Colombia 2010	0
7	IE Camacho Carreño 2009	0
8	IE Camacho Carreño 2010	5 (0,13) 12 (0,02) 30 (0,00) 35 (0,08)

	<b>DMU</b>	<b>CONJUNTO DE REFERENCIA</b>			
		36 (0,33)		68 (0,42)	
9	IE Campo Hermoso 2009	28 (0,09)	64 (0,29)	68 (0,53)	72 (0,10)
10	IE Campo Hermoso 2010	0			
11	IE Centrabilitar 2009	0			
12	IE Centrabilitar 2010	4			
13	IE Club Unión 2009	0			
14	IE Club Unión 2010	8			
15	IE Comuneros 2009	3			
16	IE Comuneros 2010	0			
17	IE de Santander 2009	1			
18	IE de Santander 2010	4 (0,09)	17 (0,71)	24 (0,10)	48 (0,02) 64 (0,09)
19	IE Escuela Normal Superior de Bucaramanga 2009	39 (0,30)	47 (0,16)	48 (0,50)	75 (0,04)
20	IE Escuela Normal Superior de Bucaramanga 2010	39 (0,09)	48 (0,08)	62 (0,29)	72 (0,22) 75 (0,32)
21	IE Francisco de Paula Santander 2009	28 (0,08)	46 (0,22)	64 (0,48)	68 (0,22)
22	IE Francisco de Paula Santander 2010	28 (0,03)	46 (0,04)	64 (0,41)	68 (0,51) 72 (0,00)
23	IE Gabriela Mistral 2009	0			
24	IE Gabriela Mistral 2010	4			
25	IE Gustavo Cote Uribe 2009	0			
26	IE Gustavo Cote Uribe 2010	1			
27	IE Integrado Jorge Eliecer Gaitán 2009	0			
28	IE Integrado Jorge Eliecer Gaitán 2010	5			
29	IE Jorge Ardila Duarte 2009	5 (0,11)	24 (0,00)	35 (0,12)	39 (0,66) 61 (0,06)
30	IE Jorge Ardila Duarte 2010	2			
31	IE José Celestino Mutis 2009	1			
32	IE José Celestino Mutis 2010	0			
33	IE La Juventud 2009	14 (0,04)	26 (0,02)	49 (0,28)	62 (0,07) 68 (0,60)
34	IE La Juventud 2010	14 (0,10)	46 (0,41)	64 (0,13)	68 (0,37)
35	IE La Libertad 2009	2			
36	IE La Libertad 2010	7			
37	IE Las Américas 2009	14 (0,05)	31 (0,02)	48 (0,03)	62 (0,37) 64 (0,34)
38	IE Las Américas 2010	0			
39	IE Liceo Patria 2009	7			
40	IE Liceo Patria 2010	0			

	<b>DMU</b>	<b>CONJUNTO DE REFERENCIA</b>			
41	IE Luis Carlos Galán Sarmiento 2009	12 (0,03)	15 (0,13)	45 (0,56)	46 (0,08)
		62 (0,06)		72 (0,12)	
42	IE Luis Carlos Galán Sarmiento 2010	12 (0,23)	15 (0,18)	28 (0,02)	45 (0,32)
		46 (0,02)		62 (0,09)	72 (0,12)
43	IE Maipore 2009	64 (0,88)	70 (0,01)	72 (0,05)	75 (0,07)
44	IE Maipore 2010	48 (0,03)	64 (0,86)	70 (0,04)	72 (0,07)
45	IE Medalla Milagrosa 2009			2	
46	IE Medalla Milagrosa 2010			10	
47	IE Nuestra Señora del Pilar 2009			2	
48	IE Nuestra Señora del Pilar 2010			5	
49	IE Oriente Miraflores 2009			2	
50	IE Oriente Miraflores 2010			0	
51	IE Piloto Simón Bolívar 2009	5 (0,20)	24 (0,17)	28 (0,00)	64 (0,30)
		68 (0,27)		72 (0,07)	
52	IE Piloto Simón Bolívar 2010	14 (0,05)	15 (0,18)	36 (0,14)	46 (0,21)
		64 (0,14)		68 (0,18)	72 (0,10)
53	IE Promoción Social del Norte 2009	14 (0,41)	49 (0,06)	61 (0,29)	62 (0,02)
				68 (0,22)	
54	IE Promoción Social del Norte 2010	14 (0,17)	46 (0,42)	61 (0,05)	64 (0,36)
55	IE Provenza 2009	14 (0,16)	36 (0,25)	46 (0,47)	62 (0,01)
				72 (0,11)	
56	IE Provenza 2010			0	
57	IE Rural Vijagual 2009			0	
58	IE Rural Vijagual 2010			0	
59	IE San Francisco de Asís 2009	5 (0,16)	24 (0,14)	36 (0,18)	39 (0,12)
				68 (0,41)	
60	IE San Francisco de Asís 2010			0	
61	IE San José de la Salle 2009			4	
62	IE San José de la Salle 2010			10	
63	IE Santa María Goretti 2009			1	
64	IE Santa María Goretti 2010			16	
65	IE Santo Ángel 2009	5 (0,16)	39 (0,10)	61 (0,08)	64 (0,01)
		68 (0,61)		72 (0,04)	
66	IE Santo Ángel 2010	5 (0,09)	12 (0,02)	36 (0,49)	46 (0,05)
		62 (0,16)		68 (0,19)	
67	IE Técnico Empresarial José María Estévez 2009			0	
68	IE Técnico Empresarial José María Estévez 2010			14	
69	IE Técnico INEM Custodio García Rovira 2009			0	
70	IE Técnico INEM Custodio García Rovira 2010			5	

	<b>DMU</b>	<b>CONJUNTO DE REFERENCIA</b>
<b>71</b>	IE Técnico Nacional de Comercio 2009	4
<b>72</b>	IE Técnico Nacional de Comercio 2010	16
<b>73</b>	IE Técnico Politécnico 2009	14 (0,03) 63 (0,16) 64 (0,11) 70 (0,05) 71 (0,65)
<b>74</b>	IE Técnico Politécnico 2010	70 (0,07) 71 (0,66) 72 (0,27)
<b>75</b>	IE Técnico Superior Dámaso Zapata 2009	5
<b>76</b>	IE Técnico Superior Dámaso Zapata 2010	39 (0,09) 62 (0,11) 75 (0,80)
<b>77</b>	IE Tecnológico Salesiano Eloy Valenzuela 2009	64 (0,37) 70 (0,08) 71 (0,17) 72 (0,37)
<b>78</b>	IE Tecnológico Salesiano Eloy Valenzuela 2010	47 (0,06) 71 (0,55) 72 (0,39)

Fuente: Autoras

En esta tabla se muestran las DMU'S eficientes con el valor numérico en la columna de referencia de unidades a las que están sirviendo de referencia, como es el caso de la unidad número 5 que es la Institución Educativa Bicentenario Independencia de la República de Colombia 2009, la cual sirve de referencia a 7 unidades. También se muestran las unidades ineficientes con el conjunto de referencia para cada una de éstas, donde el valor entre paréntesis muestra la intensidad, la cual reflejará el grado de importancia de cada unidad en la constitución de estos conjuntos; como por ejemplo la unidad número uno que es la Institución Educativa Andrés Páez de Sotomayor donde la unidad número 36 que es la Institución Educativa La Libertad 2010 le sirve de referencia con una intensidad del 0.20, la unidad número 39 que es la Institución Educativa Liceo Patria 2009 le es referencia con un 0.02, la unidad número 46 (Institución Educativa Medalla Milagrosa 2010) con un 0.40, la unidad número 64 (Institución Educativa Santa María Goretti 2010) con un 0.09, la unidad número 68 (Institución Educativa José María Estévez 2010) con un 0.26 y finalmente la unidad número 72 (Institución Educativa Técnico Nacional de Comercio 2010) con un 0.03 de intensidad.

Para valores iguales a cero, la contribución a la evaluación de la eficiencia de la DMU particular no es representativa por no tener niveles de operación similares, mientras que con valores superiores a cero, la comparación es posible dada la semejanza en la utilización de recursos.

De igual forma, es posible identificar cuáles son los modelos de gestión a seguir para cada DMU ineficiente, dado que cuanto mayor es el valor de de la intensidad, es más parecido el funcionamiento productivo de la unidad ineficiente a la eficiente que forma parte del conjunto de comparación.

### **7.2.2 Proyecciones de la frontera eficiente**

A partir de los resultados obtenidos con cada uno de los modelos de DEA, se hace posible llevar a las DMU'S ineficientes a la frontera, convirtiéndolas de esta manera en eficientes. Este análisis se puede hacer tanto para los modelos orientados hacia las salidas o entradas.

Para lograr esto se debe tener en cuenta el nivel de eficiencia en el que se encuentre la DMU considerada como ineficiente, y aumentar sus productos ( $h_{io}^*-1$ ) manteniendo el nivel de los recursos. Además, se puede solucionar el problema mediante las holguras, ya que las carencias en las salidas indican la subutilización adecuada de los recursos con los que se cuenta, y se debe hacer un aumento en las salidas agregando el valor de la holgura.

Para explicar mejor lo anterior se toma como ejemplo el caso de la DMU llamada Institución Educativa Técnico Politécnico, cuyo nivel de eficiencia es de 1,1177, donde puede ser llevado a la frontera eficiente, al aumentar sus salidas en un 11,77%. La otra manera de llevar la institución a la frontera eficiente es aumentando las variables de salida según lo indican la holguras, es decir llevar los

estudiantes aprobados de las pruebas SABER 5° de 284,00 a 319,11, las pruebas SABER 9° de 320,67 a 337,56 y las SABER 11° de 7,13 a 7,55.

Este proceso se hace para todas las DMU'S ineficientes que se quieran ubicar en la frontera eficiente. En el anexo F se presenta el incremento necesario en cada una de las variables de salida, para que estas unidades alcancen un índice de eficiencia unitario y puedan llegar a ubicarse en la frontera eficiente.

## 8. CONCLUSIONES

En este proyecto de investigación se realizó una evaluación de la eficiencia de las instituciones oficiales de Bucaramanga, mediante la aplicación del Análisis Envolvente de Datos DEA al ser una técnica que permite involucrar múltiples variables de entrada y salida, además de asignar las ponderaciones de cada una de las variables sin recurrir a ningún tipo de subjetividad o suposiciones estipuladas arbitrariamente.

Para garantizar la confiabilidad de los resultados obtenidos en el estudio, se tuvieron en cuenta aspectos que podían influir en los resultados como lo son la definición de las variables, la selección de unidades y el modelo a aplicar con su respectiva orientación, mediante una revisión bibliográfica exhaustiva acerca de las generalidades de esta herramienta de evaluación de la eficiencia.

La definición de variables finales a utilizar se realizó mediante una profundización bibliográfica basada en estudios previos relacionados, y en la documentación colombiana y estadística existente sobre la eficiencia en la educación básica y media, realizando de igual forma una consulta a expertos en los diferentes campos de la gestión educativa, los cuales dieron su juicio acerca de las variables que podrían influir en el proceso educativo. Finalmente se realizó un análisis estadístico para tener una mayor confiabilidad en las variables seleccionadas.

La selección de las unidades objeto de evaluación fue basada teniendo en cuenta el criterio de homogeneidad siendo posible la comparación entre éstas al presentar los mismos recursos, procesos y resultados. Inicialmente se contaban con 39 unidades a evaluar con toda la información de cada una de las variables determinadas. Se decide duplicar el número de unidades a 78 y considerar cada

institución educativa como dos unidades distintas, una para el año 2009 y otra para el 2010, esto con la finalidad de aplicar correctamente la herramienta DEA.

En el estudio se aplicaron los dos modelos más tradicionales de DEA evaluando las instituciones bajo los supuestos de retornos constantes CCR y variables a escala BCC respectivamente, orientados hacia las salidas, determinando de esta forma el aporte de cada variable a la eficiencia de la institución. Esta orientación hacia la obtención de mejores resultados a través de los recursos con los que cuenta cada institución, se debió a que en el sector educativo el control sobre los recursos es limitado, puesto que la asignación de estos valores está a cargo de entidades superiores a las instituciones educativas.

Para la aplicación de los modelos se hizo uso de un software desarrollado para el Análisis Envolvente de Datos llamado EMS, Efficiency Measurement System, que calcula las medidas de eficiencia concernientes al Análisis Envolvente de Datos, al hacer uso de la librería para solucionar problemas de programación lineal BPMPD 2.11. Esta herramienta permitió evaluar la eficiencia técnica de las Instituciones Educativas Oficiales de Bucaramanga en la utilización de sus recursos financieros, humanos y físicos disponibles para la prestación del servicio educativo. El software calcula los índices de eficiencia según el modelo y su orientación, el valor en el que debe aumentar cada variable para llevar las unidades hacer eficientes, y el conjunto de referencia para cada unidad.

La aplicación del Modelo CCR orientado a las salidas muestra que 41 unidades (53% del total) son eficientes. Por otra parte, la resolución del Modelo BCC orientado a las salidas indica que 48 unidades (62% del total) son eficientes. En consecuencia, 41 unidades presentan rendimientos constantes a escala, mientras que las restantes 7 unidades (la diferencia entre las unidades eficientes con el modelo BCC y las del modelo CCR) presentan rendimientos variables a escala, es

decir, son eficientes si se comparan solamente con unidades que operan en la misma escala.

Se considera para el estudio el modelo BCC como es el más indicado para evaluar las instituciones educativas oficiales de Bucaramanga, ya que la diferencia en el tamaño entre las instituciones podría ocasionar problemas de escala en los resultados.

Finalmente, considerando las opiniones de las 4 directoras de Núcleo de Bucaramanga acerca de los resultados arrojados por el estudio, se ratificó el buen rendimiento presentado por las 4 Instituciones que para el año 2010 tuvieron un desempeño muy superior en las pruebas de estado SABER 11° en comparación con las instituciones evaluadas en el estudio, encontrándose 3 de estas calificadas como eficientes y la restante institución con un índice muy cercano al de la eficiencia.

Las instituciones que sirvieron de referencia en mayor proporción respecto a las unidades ineficientes demostraron sus buenos resultados debido a factores como la calidad en las pruebas de competencias para el caso de las dos más referenciadas instituciones. Según conversaciones con el departamento de Cobertura de la Secretaria de Educación Municipal, la tercera institución que sirvió como referencia para mayor cantidad de unidades ineficientes debió su resultado a las metodologías pedagógicas implementadas en este plantel, al desarrollar talleres y un seguimiento constante al estudiante a través de su vida escolar en busca de que alcance sus logros y objetivos mediante un acompañamiento permanente por parte de los docentes y directivos.

Cabe recalcar que instituciones reconocidas a nivel local por su buen rendimiento que no alcanzaron la caracterización de eficientes, pudieron haber obtenido esta calificación debido a la rigurosidad en sus procedimientos y al estricto manejo en

la normatividad en las exigencias a los estudiantes, reflejado en la no promoción de éstos al siguiente grado escolar o culminación de la educación media al no alcanzar los logros de las áreas obligatorias y fundamentales del grado respectivo.

## 9. RECOMENDACIONES

La herramienta Análisis Envolvente de Datos tiene una limitante respecto a la cantidad del número de variables que se utilicen, debido a que tiene una alta relación con la cantidad de unidades a evaluar, ya que si no se tiene la cantidad de unidades adecuada se tiende a que el modelo lleve las unidades a la frontera eficiente cuando éstas son ineficientes.

Se deben realizar estudios periódicamente de este tipo, buscando realizar un seguimiento a las instituciones educativas oficiales de Bucaramanga, para contribuir en el mejoramiento continuo de sus procesos educativos, generando alternativas en la gestión y dirección de éstos.

Sería idóneo incluir variables de entrada como lo son el clima escolar y familiar, nivel socio-económico de los estudiantes, nivel de educación de los padres o acudientes y sectorización de las instituciones, al igual que considerar variables de salida relacionadas con evaluaciones de los docentes y administrativos, que no se tuvieron en cuenta en el estudio debido a la falta de información de éstas. La inclusión de estas nuevas variables haría necesaria la creación de una base de datos con información completa y concisa que permita llevar a cabo estudios posteriores mucho más completos y ofrezcan resultados más confiables permitiendo una mejor toma de decisiones.

## BIBLIOGRAFIA

AFRIAT, S. Efficiency estimation of production functions. *International Economic Review* 13(3), 1972, p. 568 – 598.

ÁLVAREZ, A. Concepto y medición de la eficiencia productiva. Capítulo 1 en Álvarez, A. (Coor.): *La medición de la eficiencia y la productividad*. Pirámide. Madrid. 2001

BANKER, R., CHARNES, A., COOPER, W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. Citado por: COOPER, W., SEIFORD, L., ZHU, J. *Op. Cit.*, p. 13.

BANKER, R.; CHARNES, A.; COOPER, W.; SWARTS, J. y THOMAS, D. An introduction to data envelopment analysis with some of its models. Citado por: CORDERO, *Op. cit.*, p. 48.

BANKER, R. Estimating most productive scale size using data envelopment analysis. Citado por: COOPER, W., SEIFORD, L., ZHU, J. *Data Envelopment Analysis: History, Models and Interpretations*. Red McCombs School of Business, University of Texas at Austin, Austin, Texas. 2003, p. 13.

BARBOSA GÓMEZ, S. Evaluación de la eficiencia de las Escuelas de la Universidad Industrial de Santander aplicando Análisis Envolvente de Datos (DEA). Tesis Pregrado. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia. 2010.

CHAKRABORTY, K.; BISWAS. y LEWIS, W.C. Measurement of Technical Efficiency in Public Education: A Stochastic and Nonstochastic Production Function Approach. Southern Economic Journal Vol. 67, No. 4 (Apr., 2001), pp. 889-905.

CHARNES, A.; CLARK, T.; COOPER, W., y GOLANY, B. A Developmental Study of Data Envelopment Analysis for Measuring the Efficiency of Maintenance Units in the U.S. Air Force. Annals of operations Research. 1985, n. 2, p. 95-112.

CHARNES, A.; COOPER W.W. y RHODES E. Measuring the efficiency of decision making units. European Journal of Operation Research 2, 1978, p. 429 – 444.

COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Codesocial. Organización del sistema educativo. Conceptos generales de la educación preescolar, básica y media. Guía No. 33. Primera edición. 2009

COLOMBIA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Consejo Nacional de Política Económica y Social. Documento CONPES social 131. Distribución del sistema general de participaciones once doceavas de la vigencia 2010. Ajuste a la distribución de la última doceava y el mayor valor de la participación de propósito general de la vigencia 2009. Bogotá, D.C. 28 de enero de 2010

COLOMBIA. DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN. Consejo Nacional de Política Económica y Social. Documento CONPES social 134. Ajuste a la distribución de las once doceavas de la participación para educación del sistema general de participaciones de la vigencia 2010 Bogotá, D.C. 6 de Agosto de 2010

COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Eficiencia Interna del Sector Oficial. Disponible en: <<http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-82748.html>>

COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Objetivos Misionales. Actualizado 20 Enero 2011, Disponible en: <<http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-85244.html>>

COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Sistema Nacional de Indicadores Educativos. Disponible en: <[http://menweb.mineducacion.gov.co/seguimiento/estadisticas/principal\\_ind.php?consulta=ind\\_dem\\_pot&nivel=4&id\\_categoria=4](http://menweb.mineducacion.gov.co/seguimiento/estadisticas/principal_ind.php?consulta=ind_dem_pot&nivel=4&id_categoria=4)>

COLOMBIA, SECRETARÍA DE EDUCACIÓN DE BUCARAMANGA. Misión. Disponible en: <<http://www.seb.gov.co/mivi.html>>

CONGRESO DE COLOMBIA. Ley General de Educación. Ley 115 de 8 de febrero de 1994. Título IV, Capítulo 3, Artículo 80.

CONGRESO DE COLOMBIA. Ley General de Educación. Ley 115 de 8 de febrero de 1994. Título VII, Capítulo 1, Artículo 138.

CONSTITUCIÓN POLITICA DE COLOMBIA. Ley 115 de 8 de febrero 1994, Título I. Disposiciones preliminares. Artículo 1º. Objeto de la ley.

CONSTITUCIÓN POLITICA DE COLOMBIA 1991. Título II. De los derechos, las garantías y los deberes. Capítulo I. De los derechos fundamentales, Artículo 27.

DÍAZ MARTIN, F. Análisis de eficiencia de los departamentos universitarios. El caso de la Universidad de Sevilla. p. 7 – 30.

DYSON, R.G.; ALLEN, R.; CAMANHO, A.S.; PODINOVSKI, V.; SARRICO, C.S. y SHALE, E.A. Pitfalls and protocols in DEA. European Journal of Operational Research, Vol. 132. 2001. pp. 3-17.

ESPINOSA LÓPEZ, A. Artículo Revista Dinero. De dónde viene y para dónde va la educación en Colombia, 12 de Septiembre del 2008, Edición 310.

FARRELL, M. The Measurement of Productive Efficiency. Citado por: RAY, Op. cit., p. 6.

FARRELL, M. The Measurement of Productive Efficiency. Journal of the Royal Statistical Society. 1957, Series A, vol. 120, Part 3, p. 253-290.

FUENTES PASCUAL, R. Eficiencia de los Centros Públicos de Educación Secundaria de la provincia de Alicante. Tesis Doctoral. Departamento de Análisis Económico Aplicado. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Alicante. Alicante, España. 2000.

FUENTES PASCUAL, R. Eficiencia de los Centros Públicos de Educación Secundaria de la provincia de Alicante. Tesis Doctoral. Departamento de Análisis Económico Aplicado. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad de Alicante. Alicante, España. 2000. p. 16-18.

HOPCROFT, J.E. Artículo revista Dinero. La verdadera importancia de los profesores. 25 de mayo del 2011.

LOS MEJORES COLEGIOS, edición 176 Marzo 2003, Revista Dinero. Bogotá. D.C. disponible en: <<http://www.dinero.com/caratula/edicion-impreso/articulo/los-mejores-colegios/787>>

MANKIW, G.N. Principios de economía. Mc Graw Hill Interamericana de España. 1998, p. 22.

PEREZ ALEMAN,; ARAQUE QUIJANO, R. y LANCHEROS, J. La Eficiencia Relativa en los Colegios Distritales de Bogotá: Una aplicación del Análisis envolvente de Datos. Departamento de Procesos Productivos de la Facultad de Ingeniería. Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, Colombia. 2003.

ROBST, J. Cost efficiency in public higher education institutions. The Journal of Higher Education, Nov/Dec 2001 Vol. 72, p. 730-750.

SCHEEL, H. EMS: Efficiency Measurement System User's Manual. Version 1.3, Universität Dortmund, Germany, 2000, 12 p.

THANASSOULIS, E. Introduction to the theory and application of Data Envelopment Analysis: A foundation text with integrated software. Kluwer Academic Publishers, Boston, 2001, p. 6-9

THANASSOULIS, E. Introduction to the theory and application of Data Envelopment Analysis: A foundation text with integrated software. Kluwer Academic Publishers, Boston, 2001, p. 10-20

UNESCO. Informe del índice de desarrollo humano de Colombia (2010). Disponible en: <<http://hdrstats.undp.org/es/paises/perfiles/COL.html>>

VÉLEZ, C. COLOMBIA. MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL. Revolución Educativa. Disponible en: <<http://www.mineducacion.gov.co/1621/propertyvalue-40520.html>>

VISBAL, D. Evaluación de la Eficiencia Relativa en el Uso de Recursos de las Universidades Públicas Colombianas mediante la metodología Data Envelopment

Analysis. Departamento de Ingeniería Industrial. Universidad de los Andes.  
Bogotá, D.C. 2005.

# ANEXOS

**ANEXO A. VARIABLES USADAS PARA LA EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS EN ESTUDIOS ANTERIORES.**

<b>NOMBRE DEL DOCUMENTO / AUTOR</b>	<b>VARIABLES DE ENTRADA</b>	<b>VARIABLES DE SALIDA</b>
<b>1. EFICIENCIA DE LOS CENTROS PÚBLICOS DE EDUCACIÓN SECUNDARIA DE LA PROVINCIA DE ALICANTE.</b> Ramón Fuentes Pascual Universidad de Alicante	Gasto del centro por cada alumno	Número de alumnos al finalizar el periodo
	Ingresos del centro por cada alumno	Pruebas de competencias
	Aportes a terceros al centro educativo	
	Número de alumnos	
	Variación del alumnado por situaciones atípicas	
	Nivel económico de los alumnos	
	Número de profesores	
<b>2. ANÁLISIS DE EFICIENCIA DE LA EDUCACIÓN EN COLOMBIA.</b> Ana M. Iregui, Ligia Melo, Jorge Ramos. Universidad del Rosario	Relación alumno - Docente	Deserción escolar
	Relación alumno – Inodoro	Pruebas de competencia
	Laboratorios de física	ICFES
	Laboratorio de ciencias	
	Laboratorio integrado	
	Laboratorio de idiomas	
	Biblioteca	
	Canchas deportivas múltiple	
	Canchas exclusivas	
	Piscina	
	Taller de padres	
Ingresos de los hogares		
Zona de ubicación del plantel (urbana o rural)		
<b>3. LA EFICIENCIA RELATIVA EN LOS COLEGIOS DISTRITALES DE BOGOTÁ: UNA APLICACIÓN DEL ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS.</b> Yesid Pérez, David Araque, John Lancheros. Universidad Javeriana.	Metros cuadrados de aulas	Intraedad
	Metros cuadrados de áreas deportivas	ICFES
	Ingresos	Competencias básicas
	Nómina docente	
	Nómina administrativa	

Fuente: Autoras

## ANEXO B. SISTEMAS DE INFORMACIÓN PARA LA EDUCACIÓN BÁSICA Y MEDIA

SISTEMA DE INFORMACIÓN	INFORMACIÓN QUE CONTIENE EL SISTEMA
<b>Sistema de Información Nacional de Educación Básica y Media-SINEB</b>	Población en edad escolar (entre 5 y 17 años) suministrada por el DANE
	Instituciones educativas según sede, jornada y grados que ofrece, con el número de grupos que atienden y su ubicación en la zona rural o urbana y en el sector oficial o privado
	Población escolarizada por institución educativa, grado, edad, sexo, zona rural y urbana y sector oficial y privado
	Información relacionada con la situación académica al finalizar el año, aprobados, reprobados y desertores, de cada uno de los estudiantes por instituciones educativas según sede, jornada y grados
	Planta de cargos y planta de personal docente estatal según los niveles educativos que atiende y grados en el escalafón; directivo docente por tipos de cargo (Supervisores, Directores de Núcleo, Rectores, Vicerrectores, Directores y Coordinadores) y grados en el escalafón y personal administrativo con sus respectivos niveles, códigos y grados
	Resultado de la evaluación trienal de logros educativos censales sobre las metas de calidad
	Composición y valor de la nómina del personal docente, directivo docente y administrativo de las instituciones educativas, que incluya el nombre, número de identificación, tipo de vinculación, tipo de empleado cargo y grado de cada docente, directivo docente y administrativo, especificando las fuentes de financiación
	Gasto en educación por fuente de financiación, clasificado en las cuentas que detalla el Presupuesto General de la Nación
	Ingresos y gastos de los Fondos de Servicios Educativos de las instituciones educativas estatales
	<b>Sistema de Seguimiento de Educación Básica y Media</b>
Matrícula total por sector (Oficial, No oficial, contratada)	
Matrícula por grados	
Matrícula por metodología	
Matrícula por estados (Matriculado, nuevo, inscrito, Sin continuidad, pre matriculado)	
Matrícula por ciclos de adultos	
Matrícula por nivel	
Matrícula por zona	
Total establecimientos educativos (Sector Oficial y no oficial)	
Distribución de matrícula por el tamaño de los grupos	
Planta total docentes.	
Docentes por edad	
Docentes por tiempo de vinculación	
Docentes por género	
Docentes por escalafón	

Fuente: Autoras

## ANEXO C. INFORMACIÓN ESTADÍSTICA DEL SECTOR EDUCATIVO PARA LA EDUCACIÓN BÁSICA Y MEDIA

ENTIDAD	INFORMACIÓN ASOCIADA	INDICADOR O TASA
<b>MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL</b>	<b>Establecimientos</b>	Establecimientos Educativos
		Establecimientos por Sector
		Sedes por Sector
		Sedes por Zona
		Centros e instituciones
	<b>Matrícula</b>	Matrícula total
		Matrícula por sector
		Matrícula por zona de atención
		Matrícula por género
		Matrícula por nivel
		Matrícula por nivel y sector
		Matrícula por nivel y zona de atención
		Matrícula por género y nivel
		Matrícula por grado
		Atención a población vulnerable
		Matrícula por modelo
		Matrícula por modelo y zona
		Matrícula por modelos
	<b>Docentes</b>	Total docentes y directivos
		Total docentes aula
	<b>Calidad</b>	Pruebas Saber grado 5 (promedio)
		Pruebas Saber grado 5 (desviación)
		Pruebas Saber grado 9 (promedio)
		Pruebas Saber grado 9 (desviación)
		Pruebas Icfes grado 11
	<b>Indicadores</b>	Tasa de Cobertura
		Tasa de Cobertura bruta por nivel
		Tasa de Cobertura Neta por nivel
Tasa de matriculación por rango de edad		
Eficiencia interna del sector oficial		

ENTIDAD	INFORMACIÓN ASOCIADA	INDICADOR O TASA
		Tasa de analfabetismo
		Años promedio educación
		Gasto
		Gasto total por niveles
		Gasto como porcentaje del PIB por sector
		Gasto como porcentaje del PIB por nivel
		Gasto público como porcentaje del PIB por nivel
<b>SISTEMA NACIONAL DE INDICADORES EDUCATIVOS PARA LA EDUCACIÓN BÁSICA Y MEDIA</b>	<b>Indicadores de Contexto:</b> Son indicadores que pretenden mostrar una visión general del contexto en donde se desenvuelve la educación. Variables económicas, sociales y demográficas del país, tienen una relación directa con los indicadores educativos.	Demanda potencial de educación por niveles educativos
		Producto Interno Bruto Total y por habitante
	<b>Indicadores de Oferta Educativa (Recursos):</b> Son indicadores que permiten caracterizar la disponibilidad y distribución de los recursos financieros, físicos y humanos, que condicionan la prestación del servicio educativo del país.	Gasto como porcentaje del PIB
		Gasto público en educación como porcentaje del PIB
		Gasto público en educación básica por alumno
	<b>Indicadores de Gestión (Proceso):</b> Son indicadores que reflejan la gestión realizada para alcanzar los objetivos y los resultados de política.	Número de estudiantes por computador
		Número de Beneficiarios del Programa de Gratuidad
	<b>Indicadores de Resultados Educativos:</b> Son indicadores que muestran los resultados en la educación a nivel nacional.	Beneficiarios Programa de Alimentación Escolar
		Tasa de Cobertura Bruta
		Tasa de Cobertura Neta
		Tasa de matrícula por rangos de edad- Tasa de Asistencia estimada MEN
Tasa de repitencia		
Esperanza de vida escolar		
Tasa de Analfabetismo		
<b>DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADÍSTICA</b>	Tasa de escolarización	
	Tasa de ingreso al sistema educativo	
	Tasa de crecimiento de la matrícula	
	Tasa de participación de la población con discapacidad o capacidades excepcionales integrada a la educación formal.	

ENTIDAD	INFORMACIÓN ASOCIADA	INDICADOR O TASA
	<p><b>Indicadores de Eficiencia Interna:</b> referidos a la capacidad del sistema educativo para retener a la población escolar incorporada hasta que culmine el ciclo de cada nivel de enseñanza y, al mismo tiempo, promover a esta población de un grado al siguiente.</p>	Tasa de repitencia por grados
		Tasa de retención intra-anual
		Tasa de deserción intra-anual
		Tasa de reprobación intra-anual
		Tasa de egresados de la educación básica primaria, básica secundaria y media
		Tasa de promoción simple de educación básica primaria, básica secundaria y media
		Tasa de retención por cohorte en educación básica primaria, básica secundaria y media
		Grado de escolaridad alcanzado en educación básica secundaria y media
		Grado de escolaridad alcanzado en educación básica primaria, básica secundaria y media
		Tiempo promedio de duración por nivel de enseñanza.
	<p><b>Indicadores de Calidad:</b> referidos a describir la calidad en el proceso de prestación del servicio educativo.</p>	Relación alumno /establecimiento
		Relación alumno /docente por nivel de enseñanza
		Relación administrativo /establecimiento

Fuente: Autoras

**ANEXO D. VARIABLES DE ENTRADA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS OFICIALES DE  
BUCARAMANGA**

UNIDAD ACÁDEMICA	Nomina_Docente	T_Doc	T_Doc_14	Nom_Adm	T_Adm	T_Est_Mat	Inventario	Ingresos_Ejecutados	Gastos_Ejecutados	T_Aulas	Area_Aulas
IE Andrés Páez de Sotomayor 2009	75.395.920,00	39	14	5.416.125,00	3	977	73.662.000,00	109.755.583,73	98.944.194,53	21	1190
IE Andrés Páez de Sotomayor 2010	70.195.536,00	35	17	6.696.390,00	4	932	72.504.000,00	116.503.721,24	95.339.629,87	21	1190
IE Aurelio Martínez Mutis 2009	180.129.051,00	86	55	13.137.213,00	7	2325	86.613.000,00	402.422.304,16	237.668.139,94	39	2186
IE Aurelio Martínez Mutis 2010	181.290.457,00	86	54	11.080.926,00	7	2187	58.587.000,00	290.876.309,04	218.383.071,24	39	2186
IE Bicentenario de la Ind. de la Rep. de Colombia 2009	49.650.853,00	26	11	9.427.805,00	6	614	46.609.000,00	131.373.550,00	100.806.214,00	24	1299
IE Bicentenario de la Ind. de la Rep. de Colombia 2010	66.312.209,00	36	16	5.534.517,00	5	1028	38.509.000,00	128.397.744,86	107.045.139,31	24	1299
IE Camacho Carreño 2009	78.845.111,00	39	21	9.922.854,00	6	929	27.021.000,00	139.596.570,84	97.839.026,92	18	992
IE Camacho Carreño 2010	68.249.562,00	32	18	4.849.569,00	4	816	33.769.000,00	133.702.920,41	101.147.241,09	18	992
IE Campo Hermoso 2009	92.817.481,00	51	21	5.108.024,00	4	1359	93.855.000,00	179.171.200,24	122.263.344,88	27	1236
IE Campo Hermoso 2010	87.203.570,00	44	23	5.314.602,00	4	1340	83.870.000,00	179.563.931,00	130.400.408,44	27	1236
IE Centrabilitar 2009	43.573.252,00	22	14	3.829.229,00	2	419	52.164.000,00	91.599.172,00	78.757.167,00	16	496
IE Centrabilitar 2010	33.112.360,00	17	9	1.846.821,00	2	376	42.965.000,00	86.112.197,00	70.632.000,00	16	496
IE Club Unión 2009	153.066.089,00	93	29	6.913.399,00	5	2488	163.560.000,00	189.481.989,87	152.342.167,48	60	2656
IE Club Unión 2010	154.342.001,00	90	26	9.008.244,00	6	2738	239.232.000,00	174.482.734,07	165.396.455,02	60	2656
IE Comuneros 2009	77.159.383,00	39	21	4.007.141,00	3	1198	4.847.000,00	164.272.151,36	124.910.901,16	21	1271
IE Comuneros 2010	71.638.468,00	36	16	4.158.675,00	3	1096	5.434.000,00	124.871.796,87	109.225.471,91	21	1271
IE de Santander 2009	322.994.203,00	174	81	24.335.094,70	17	5032	94.698.000,00	504.444.540,74	356.050.353,83	89	4845

UNIDAD ACÁDEMICA	Nomina_Docente	T_Doc	T_Doc_14	Nom_Adm	T_Adm	T_Est_Mat	Inventario	Ingresos_Ejecutados	Gastos_Ejecutados	T_Aulas	Area_Aulas
<b>IE de Santander 2010</b>	305.920.724,00	158	77	21.710.130,00	14	4405	97.148.000,00	583.536.763,49	437.058.720,98	89	4845
<b>IE Escuela Normal Superior de Bucaramanga 2009</b>	309.682.890,00	148	100	20.130.111,00	14	3891	362.464.000,00	559.266.854,92	492.734.013,35	70	4294
<b>IE Escuela Normal Superior de Bucaramanga 2010</b>	312.313.184,00	146	101	16.149.725,00	14	3711	390.690.831,00	447.519.033,57	361.421.328,69	70	4294
<b>IE Francisco de Paula Santander 2009</b>	113.191.799,00	59	31	8.117.479,00	5	1537	89.432.000,00	204.861.570,49	146.720.131,66	27	1186
<b>IE Francisco de Paula Santander 2010</b>	116.501.166,00	58	34	7.852.317,00	6	1444	74.011.000,00	173.122.255,13	156.861.464,05	27	1186
<b>IE Gabriela Mistral 2009</b>	92.743.421,00	46	29	9.819.657,00	7	1472	88.437.000,00	238.199.808,47	132.084.202,00	24	1288
<b>IE Gabriela Mistral 2010</b>	101.096.467,00	48	33	7.161.423,00	5	1444	89.153.000,00	210.499.178,47	162.095.863,00	24	1288
<b>IE Gustavo Cote Uribe 2009</b>	60.799.100,00	40	8	2.906.458,00	2	1108	66.518.000,00	165.832.001,91	141.387.165,10	16	878
<b>IE Gustavo Cote Uribe 2010</b>	58.576.600,00	36	6	3.002.748,00	2	1215	60.330.000,00	92.373.878,44	69.525.073,46	16	878
<b>IE Integrado Jorge Eliecer Gaitán 2009</b>	45.709.443,00	22	13	5.915.713,00	3	520	10.570.000,00	179.171.200,24	170.007.243,23	25	1150
<b>IE Integrado Jorge Eliecer Gaitán 2010</b>	50.987.032,00	24	13	3.693.642,00	3	532	13.528.000,00	173.459.993,60	134.130.015,44	25	1150
<b>IE Jorge Ardila Duarte 2009</b>	99.185.921,00	49	27	8.117.479,00	5	1171	99.975.000,00	217.742.446,60	164.191.129,76	23	1001
<b>IE Jorge Ardila Duarte 2010</b>	89.535.356,00	43	26	6.005.496,00	5	1153	92.616.000,00	166.466.391,84	125.325.019,32	23	1001
<b>IE José Celestino Mutis 2009</b>	149.978.728,00	78	40	9.526.463,00	5	2468	144.450.000,00	255.364.657,18	208.438.605,56	46	2413
<b>IE José Celestino Mutis 2010</b>	153.440.132,00	76	45	7.387.284,00	5	2499	186.856.605,08	252.174.317,74	211.167.214,28	46	2413
<b>IE La Juventud 2009</b>	80.162.215,00	50	13	2.411.209,00	2	1224	71.549.000,00	139.658.233,19	133.738.742,98	28	1335
<b>IE La Juventud 2010</b>	81.435.092,00	48	14	3.687.696,00	3	1131	84.484.000,00	119.523.153,60	117.230.622,73	28	1335
<b>IE La Libertad 2009</b>	76.757.289,00	36	25	7.016.596,00	4	963	34.438.000,00	116.318.918,22	80.923.502,54	20	970
<b>IE La Libertad 2010</b>	78.098.210,00	35	27	4.849.569,00	4	982	35.004.000,00	82.527.100,19	72.357.856,12	20	970
<b>IE Las Américas 2009</b>	142.136.139,00	71	41	9.018.084,00	5	2187	260.542.000,00	242.494.548,91	143.731.479,48	35	1618
<b>IE Las Américas 2010</b>	121.210.990,00	59	33	8.791.300,00	6	2198	277.300.000,00	186.261.133,00	166.840.777,00	35	1618

UNIDAD ACÁDEMICA	Nomina_Docente	T_Doc	T_Doc_14	Nom_Adm	T_Adm	T_Est_Mat	Inventario	Ingresos_Ejecutados	Gastos_Ejecutados	T_Aulas	Area_Aulas
<b>IE Liceo Patria 2009</b>	91.830.351,00	45	27	5.915.713,00	3	1185	101.803.000,00	177.176.096,19	148.917.576,42	18	914
<b>IE Liceo Patria 2010</b>	96.081.330,00	49	24	5.069.484,00	4	1232	103.848.000,00	99.328.172,80	73.432.172,33	18	914
<b>IE Luis Carlos Galán Sarmiento 2009</b>	54.157.901,00	36	7	4.007.141,00	3	1047	122.865.000,00	158.670.074,00	144.491.488,00	21	1094
<b>IE Luis Carlos Galán Sarmiento 2010</b>	54.055.360,00	34	7	4.849.569,00	3	996	116.531.000,00	152.424.672,00	128.643.934,00	21	1094
<b>IE Maipore 2009</b>	171.152.743,00	97	31	8.410.673,00	7	2767	239.244.000,00	354.281.583,91	308.176.909,15	50	2346
<b>IE Maipore 2010</b>	178.634.988,00	96	36	10.629.204,00	8	2730	207.501.000,00	327.975.199,76	282.126.727,47	50	2346
<b>IE Medalla Milagrosa 2009</b>	56.281.040,00	30	12	3.610.750,00	2	801	77.358.000,00	146.173.028,19	139.314.609,00	13	671
<b>IE Medalla Milagrosa 2010</b>	49.895.292,00	28	12	3.693.642,00	2	698	84.270.000,00	79.535.221,19	73.773.874,51	13	671
<b>IE Nuestra Señora del Pilar 2009</b>	341.830.137,00	164	107	22.840.256,00	16	4936	428.005.000,00	609.986.044,70	595.662.110,95	78	3624
<b>IE Nuestra Señora del Pilar 2010</b>	340.096.806,00	160	102	23.105.229,00	19	4971	290.336.000,00	498.111.373,75	468.148.011,31	78	3624
<b>IE Oriente Miraflores 2009</b>	125.214.610,00	68	26	2.906.258,00	2	2063	88.853.000,00	229.812.549,00	201.988.647,96	41	1658
<b>IE Oriente Miraflores 2010</b>	129.987.537,00	67	30	4.158.675,00	3	1950	83.554.000,00	187.071.189,71	144.004.591,70	41	1658
<b>IE Piloto Simón Bolívar 2009</b>	96.081.239,00	52	27	6.913.399,00	5	1443	98.691.000,00	203.342.758,41	146.864.576,00	41	2027
<b>IE Piloto Simón Bolívar 2010</b>	96.719.794,00	47	26	5.314.602,00	4	1339	100.177.000,00	150.379.299,00	120.995.567,00	41	2027
<b>IE Promoción Social del Norte 2009</b>	110.045.005,00	67	17	4.711.613,00	3	1797	193.740.065,92	167.864.799,84	87.027.758,80	47	2222
<b>IE Promoción Social del Norte 2010</b>	117.107.775,00	68	17	6.005.496,00	4	1704	215.095.096,92	173.459.993,60	134.130.015,44	47	2222
<b>IE Provenza 2009</b>	93.359.296,00	47	28	8.117.479,00	5	1271	221.229.000,00	118.751.710,00	102.288.315,00	28	1247
<b>IE Provenza 2010</b>	116.275.846,00	60	32	9.008.244,00	7	1800	198.086.366,00	134.864.437,00	137.564.974,00	28	1247
<b>IE Rural Vijagual 2009</b>	51.504.421,00	39	3	1.805.375,00	1	842	112.596.000,00	226.282.329,00	213.225.992,00	29	1023
<b>IE Rural Vijagual 2010</b>	57.933.679,00	40	6	1.846.821,10	1	967	115.675.000,00	165.158.353,00	164.651.835,00	29	1023
<b>IE San Francisco de Asís 2009</b>	66.172.790,00	36	16	5.812.516,00	4	910	49.046.000,00	137.483.638,93	145.863.867,00	21	1049

UNIDAD ACÁDEMICA	Nomina_Docente	T_Doc	T_Doc_14	Nom_Adm	T_Adm	T_Est_Mat	Inventario	Ingresos_Ejecutados	Gastos_Ejecutados	T_Aulas	Area_Aulas
<b>IE San Francisco de Asís 2010</b>	61.166.491,00	34	13	6.005.496,00	4	918	42.281.000,00	76.394.209,00	57.014.485,82	21	1049
<b>IE San José de la Salle 2009</b>	74.015.329,00	40	15	0	0	1250	265.762.006,00	200.282.000,00	149.486.000,00	16	998
<b>IE San José de la Salle 2010</b>	75.627.535,00	37	19	0	0	1306	291.597.181,00	156.672.741,87	143.772.907,41	16	998
<b>IE Santa María Goretti 2009</b>	185.380.514,00	89	56	7.412.987,00	5	2537	137.490.000,00	263.307.927,80	294.000.496,63	36	1539
<b>IE Santa María Goretti 2010</b>	188.874.205,00	87	63	6.676.488,00	6	2459	133.321.000,00	278.601.782,00	385.848.239,32	36	1539
<b>IE Santo Ángel 2009</b>	60.692.803,00	37	13	4.007.141,00	3	891	74.199.000,00	287.111.361,00	239.121.599,25	25	1300
<b>IE Santo Ángel 2010</b>	61.304.792,00	36	11	4.158.675,00	3	927	78.483.000,00	101.170.159,96	101.270.156,96	25	1300
<b>IE Técnico Empresarial José María Estévez 2009</b>	57.358.816,00	31	10	2.906.258,00	2	849	24.223.000,00	113.068.305,61	111.147.456,00	17	945
<b>IE Técnico Empresarial José María Estévez 2010</b>	59.421.175,00	31	12	3.002.748,00	2	738	27.575.000,00	95.449.142,61	92.244.406,00	17	945
<b>IE Técnico INEM Custodio García Rovira 2009</b>	613.229.010,00	301	179	58.949.532,00	36	7894	1.271.370.000,00	934.666.079,00	838.047.116,10	142	8311
<b>IE Técnico INEM Custodio García Rovira 2010</b>	576.318.736,00	270	180	34.969.599,00	29	7203	1.324.865.000,00	804.229.238,31	784.045.628,38	142	8311
<b>IE Técnico Nacional de Comercio 2009</b>	145.473.820,00	71	44	19.760.712,00	12	2435	401.399.000,00	301.484.235,75	262.444.584,78	33	1795
<b>IE Técnico Nacional de Comercio 2010</b>	145.863.578,00	70	45	12.216.911,00	10	2287	418.221.000,00	283.132.505,49	244.850.448,20	33	1795
<b>IE Técnico Politécnico 2009</b>	201.944.033,00	98	67	17.335.841,00	11	2723	618.324.905,00	316.303.741,25	222.022.889,01	50	2727
<b>IE Técnico Politécnico 2010</b>	214.838.600,00	100	74	15.698.688,00	13	2714	631.879.657,00	354.956.360,24	272.497.199,21	50	2727
<b>IE Técnico Superior Dámaso Zapata 2009</b>	478.931.665,00	237	146	23.945.765,00	16	6870	573.366.000,00	617.156.387,41	484.950.691,26	113	6122
<b>IE Técnico Superior Dámaso Zapata 2010</b>	473.351.115,00	230	142	26.985.533,00	18	6053	621.808.000,00	570.611.568,06	485.810.290,12	113	6122
<b>IE Tecnológico Salesiano Eloy Valenzuela 2009</b>	197.329.869,00	102	53	18.796.640,00	12	2763	380.071.000,00	841.330.422,00	625.463.817,00	67	4128
<b>IE Tecnológico Salesiano Eloy Valenzuela 2010</b>	192.415.895,00	97	52	16.860.561,00	12	2533	411.926.000,00	515.164.641,69	341.473.333,00	67	4128

Fuente: Autoras

## ANEXO E. VARIABLES DE SALIDA DE LAS INSTITUCIONES EDUCATIVAS OFICIALES DE BUCARAMANGA

UNIDAD ACÁDEMICA	Est_Graduados	Est_Permanentes	Est_Intraedad	Est_Aprobados	SABER_5	SABER_9	SABER_11
<b>IE Andrés Páez de Sotomayor 2009</b>	60	901	912	942	311,67	296,33	7,00
<b>IE Andrés Páez de Sotomayor 2010</b>	61	816	850	810	311,67	296,33	7,13
<b>IE Aurelio Martínez Mutis 2009</b>	194	2057	2130	2219	330,33	338,33	7,25
<b>IE Aurelio Martínez Mutis 2010</b>	220	1780	1989	1828	330,33	338,33	7,75
<b>IE Bicentenario de la Ind. de la Rep. de Colombia 2009</b>	28	614	568	600	360,67	331,33	7,25
<b>IE Bicentenario de la Ind. de la Rep. de Colombia 2010</b>	79	816	938	947	360,67	331,33	7,25
<b>IE Camacho Carreño 2009</b>	52	873	841	900	287,00	296,33	6,63
<b>IE Camacho Carreño 2010</b>	49	691	742	709	287,00	296,33	6,38
<b>IE Campo Hermoso 2009</b>	84	1258	1230	1304	282,33	300,33	6,50
<b>IE Campo Hermoso 2010</b>	116	1179	1174	1282	282,33	300,33	6,38
<b>IE Centrabilitar 2009</b>	20	398	296	384	296,00	306,33	6,00
<b>IE Centrabilitar 2010</b>	21	290	235	348	296,00	306,33	6,00
<b>IE Club Unión 2009</b>	49	2198	2283	2381	285,67	290,00	6,25
<b>IE Club Unión 2010</b>	48	2281	2529	2641	285,67	290,00	6,88
<b>IE Comuneros 2009</b>	32	944	1095	1136	290,33	313,67	6,75
<b>IE Comuneros 2010</b>	57	952	956	972	290,33	313,67	6,63
<b>IE de Santander 2009</b>	361	4620	4341	4683	292,33	316,67	7,00
<b>IE de Santander 2010</b>	301	3506	3666	3796	292,33	316,67	7,13
<b>IE Escuela Normal Superior de Bucaramanga 2009</b>	314	3677	3804	3710	356,33	335,33	8,13
<b>IE Escuela Normal Superior de Bucaramanga 2010</b>	243	3572	3624	3409	356,33	335,33	8,63

UNIDAD ACÁDEMICA	Est_Graduados	Est_Permanentes	Est_Intraedad	Est_Aprobados	SABER_5	SABER_9	SABER_11
IE Francisco de Paula Santander 2009	76	1423	1443	1428	316,67	303,67	6,38
IE Francisco de Paula Santander 2010	86	1274	1327	1367	316,67	303,67	6,50
IE Gabriela Mistral 2009	66	1444	1454	1401	357,00	365,33	8,38
IE Gabriela Mistral 2010	91	1417	1427	1398	357,00	365,33	8,75
IE Gustavo Cote Uribe 2009	34	1045	968	1014	283,33	292,33	5,88
IE Gustavo Cote Uribe 2010	50	1074	1061	997	283,33	292,33	6,50
IE Integrado Jorge Eliecer Gaitán 2009	21	504	421	474	327,00	276,33	5,88
IE Integrado Jorge Eliecer Gaitán 2010	28	490	402	523	327,00	276,33	6,00
IE Jorge Ardila Duarte 2009	63	1122	1129	1128	339,00	350,00	7,88
IE Jorge Ardila Duarte 2010	85	1088	1102	1110	339,00	350,00	8,13
IE José Celestino Mutis 2009	96	2410	2359	2366	346,00	344,33	7,25
IE José Celestino Mutis 2010	144	2316	2418	2349	346,00	344,33	7,50
IE La Juventud 2009	31	1087	1029	1138	296,67	0,00	6,13
IE La Juventud 2010	34	951	901	1020	296,67	0,00	5,50
IE La Libertad 2009	36	902	922	932	335,33	349,67	6,50
IE La Libertad 2010	34	914	933	928	335,33	349,67	7,50
IE Las Américas 2009	112	2022	2031	2064	321,67	341,33	6,75
IE Las Américas 2010	135	1908	2062	1864	321,67	341,33	7,00
IE Liceo Patria 2009	76	1076	1162	1149	375,00	352,67	8,25
IE Liceo Patria 2010	70	1109	1194	1110	375,00	352,67	7,75
IE Luis Carlos Galán Sarmiento 2009	22	978	902	977	308,33	300,33	6,63
IE Luis Carlos Galán Sarmiento 2010	50	805	858	924	308,33	300,33	6,13

UNIDAD ACÁDEMICA	Est_Graduados	Est_Permanentes	Est_Intraedad	Est_Aprobados	SABER_5	SABER_9	SABER_11
IE Maipore 2009	138	2509	2662	2603	318,00	294,00	6,31
IE Maipore 2010	163	2365	2599	2617	318,00	294,00	6,50
IE Medalla Milagrosa 2009	57	766	731	777	329,00	301,67	6,63
IE Medalla Milagrosa 2010	60	580	620	681	329,00	301,67	6,75
IE Nuestra Señora del Pilar 2009	473	4612	4735	4667	349,00	349,33	7,94
IE Nuestra Señora del Pilar 2010	399	4558	4717	4751	349,00	349,33	8,31
IE Oriente Miraflores 2009	74	1873	1791	1966	313,00	276,33	6,00
IE Oriente Miraflores 2010	68	1627	1705	1816	313,00	276,33	6,50
IE Piloto Simón Bolívar 2009	64	1395	1318	1321	315,33	297,67	7,13
IE Piloto Simón Bolívar 2010	78	1181	1205	1265	315,33	297,67	7,00
IE Promoción Social del Norte 2009	51	1407	1547	1693	281,00	264,33	6,06
IE Promoción Social del Norte 2010	72	1650	1393	1661	281,00	264,33	6,19
IE Provenza 2009	63	1186	1207	1208	314,33	304,67	7,13
IE Provenza 2010	64	1642	1667	1697	314,33	304,67	7,25
IE Rural Vijagual 2009	26	757	700	792	301,00	281,67	6,63
IE Rural Vijagual 2010	28	835	770	867	301,00	281,67	7,00
IE San Francisco de Asís 2009	39	816	820	853	311,67	266,33	7,13
IE San Francisco de Asís 2010	62	848	786	839	311,67	266,33	6,00
IE San José de la Salle 2009	77	1216	1239	1212	368,33	402,00	8,63
IE San José de la Salle 2010	119	1272	1295	1238	368,33	402,00	8,88
IE Santa María Goretti 2009	215	2406	2478	2451	357,33	352,33	7,13
IE Santa María Goretti 2010	214	2305	2377	2428	357,33	352,33	7,88

UNIDAD ACÁDEMICA	Est_Graduados	Est_Permanentes	Est_Intraedad	Est_Aprobados	SABER_5	SABER_9	SABER_11
IE Santo Ángel 2009	34	828	769	851	304,33	313,33	7,00
IE Santo Ángel 2010	47	779	755	874	304,33	313,33	7,38
IE Técnico Empresarial José María Estévez 2009	84	782	721	808	315,33	298,33	6,88
IE Técnico Empresarial José María Estévez 2010	82	596	593	722	315,33	298,33	6,63
IE Técnico INEM Custodio García Rovira 2009	700	6980	7382	7569	304,33	323,67	7,00
IE Técnico INEM Custodio García Rovira 2010	631	6983	6593	7044	304,33	323,67	7,00
IE Técnico Nacional de Comercio 2009	300	2299	2386	2373	356,00	379,00	8,13
IE Técnico Nacional de Comercio 2010	167	2127	2261	2279	356,00	379,00	9,38
IE Técnico Politécnico 2009	281	2525	2530	2595	284,00	320,67	7,25
IE Técnico Politécnico 2010	256	2447	2460	2380	284,00	320,67	7,13
IE Técnico Superior Dámaso Zapata 2009	419	6449	6601	6518	344,33	352,00	8,13
IE Técnico Superior Dámaso Zapata 2010	323	5797	5781	5382	344,33	352,00	8,00
IE Tecnológico Salesiano Eloy Valenzuela 2009	235	2689	2678	2623	316,67	347,33	7,50
IE Tecnológico Salesiano Eloy Valenzuela 2010	252	2326	2435	2261	316,67	347,33	8,38

Fuente: Autoras

## ANEXO F. EFICIENCIA DE LAS UNIDADES

DMU	Índice de Eficiencia	ENTRADAS						SALIDAS				
		T_Doc	T_Adm	T_Est_Mat	Inventario	Ingresos_Ejecutados	Área_Aulas	Est_Graduados	Est_Aprobados	SABER_5	SABER_9	SABER_11
IE Andrés Páez de Sotomayor 2009	1,0101	39	3	977	73.662.000,00	109.755.583,73	1190	60	942	311,67	296,33	7,00
IE Andrés Páez de Sotomayor 2010	1,0524	35	4	932	72.504.000,00	116.503.721,24	1190	61	810	311,67	296,33	7,13
IE Aurelio Martínez Mutis 2009	1,0000	86	7	2325	86.613.000,00	402.422.304,16	2186	194	2214	330,33	338,33	7,25
IE Aurelio Martínez Mutis 2010	1,0000	86	7	2187	58.587.000,00	290.876.309,04	2186	220	1823	330,33	338,33	7,75
IE Bicentenario de la Ind. de la Rep. de Colombia 2009	1,0000	26	6	614	46.609.000,00	131.373.550,00	1299	28	600	360,67	331,33	7,25
IE Bicentenario de la Ind. de la Rep. de Colombia 2010	1,0000	36	5	1028	38.509.000,00	128.397.744,86	1299	79	947	360,67	331,33	7,25
IE Camacho Carreño 2009	1,0000	39	6	929	27.021.000,00	139.596.570,84	992	52	900	287,00	296,33	6,63
IE Camacho Carreño 2010	1,0952	32	4	816	33.769.000,00	133.702.920,41	992	49	709	287,00	296,33	6,38
IE Campo Hermoso 2009	1,0277	51	4	1359	93.855.000,00	179.171.200,24	1236	84	1304	282,33	300,33	6,50
IE Campo Hermoso 2010	1,0000	44	4	1340	83.870.000,00	179.563.931,00	1236	116	1282	282,33	300,33	6,38
IE Centrabilitar 2009	1,0000	22	2	419	52.164.000,00	91.599.172,00	496	20	384	296,00	306,33	6,00
IE Centrabilitar 2010	1,0000	17	2	376	42.965.000,00	86.112.197,00	496	21	348	296,00	306,33	6,00
IE Club Unión 2009	1,0000	93	5	2488	163.560.000,00	189.481.989,87	2656	49	2381	285,67	290,00	6,25
IE Club Unión 2010	1,0000	90	6	2738	239.232.000,00	174.482.734,07	2656	48	2641	285,67	290,00	6,88
IE Comuneros 2009	1,0000	39	3	1198	4.847.000,00	164.272.151,36	1271	32	1136	290,33	313,67	6,75
IE Comuneros 2010	1,0000	36	3	1096	5.434.000,00	124.871.796,87	1271	57	972	290,33	313,67	6,63
IE de Santander 2009	1,0000	174	17	5032	94.698.000,00	498.434.540,74	4845	361	4683	292,33	316,67	7,00
IE de Santander 2010	1,0294	158	14	4405	97.148.000,00	583.536.763,49	4845	301	3796	292,33	316,67	7,13

DMU	Índice de Eficiencia	ENTRADAS					SALIDAS					
		T_Doc	T_Adm	T_Est_Mat	Inventario	Ingresos_Ejecutados	Área_Aulas	Est_Graduados	Est_Aprobados	SABER_5	SABER_9	SABER_11
IE Escuela Normal Superior de Bucaramanga 2009	1,0010	148	14	3891	362.464.000,00	559.266.854,92	4294	314	3710	356,33	335,33	8,13
IE Escuela Normal Superior de Bucaramanga 2010	1,0021	146	14	3711	390.690.831,00	447.519.033,57	4294	243	3409	356,33	335,33	8,63
IE Francisco de Paula Santander 2009	1,0603	59	5	1537	89.432.000,00	204.861.570,49	1186	76	1428	316,67	303,67	6,38
IE Francisco de Paula Santander 2010	1,0402	58	6	1444	74.011.000,00	173.122.255,13	1186	86	1367	316,67	303,67	6,50
IE Gabriela Mistral 2009	1,0000	46	7	1472	88.437.000,00	238.199.808,47	1288	66	1401	357,00	365,33	8,38
IE Gabriela Mistral 2010	1,0000	48	5	1444	89.153.000,00	210.499.178,47	1288	91	1398	357,00	365,33	8,75
IE Gustavo Cote Uribe 2009	1,0000	40	2	1108	66.518.000,00	165.832.001,91	878	34	1014	283,33	292,33	5,88
IE Gustavo Cote Uribe 2010	1,0000	36	2	1215	60.330.000,00	92.373.878,44	878	50	997	283,33	292,33	6,50
IE Integrado Jorge Eliecer Gaitán 2009	1,0000	22	3	520	10.570.000,00	179.171.200,24	1150	21	474	327,00	276,33	5,88
IE Integrado Jorge Eliecer Gaitán 2010	1,0000	24	3	532	13.528.000,00	173.459.993,60	1150	28	523	327,00	276,33	6,00
IE Jorge Ardila Duarte 2009	1,0089	49	5	1171	99.975.000,00	217.742.446,60	1001	63	1128	339,00	350,00	7,88
IE Jorge Ardila Duarte 2010	1,0000	43	5	1153	92.616.000,00	166.466.391,84	1001	85	1110	339,00	350,00	8,13
IE José Celestino Mutis 2009	1,0000	78	5	2468	144.450.000,00	255.364.657,18	2413	96	2366	346,00	344,33	7,25
IE José Celestino Mutis 2010	1,0000	76	5	2499	186.856.605,08	252.174.317,74	2413	144	2349	346,00	344,33	7,50
IE La Juventud 2009	1,0330	50	2	1224	71.549.000,00	139.658.233,19	1335	31	1138	296,67	0,00	6,13
IE La Juventud 2010	1,0832	48	3	1131	84.484.000,00	119.523.153,60	1335	34	1020	296,67	0,00	5,50
IE La Libertad 2009	1,0000	36	4	963	34.438.000,00	116.318.918,22	970	36	932	335,33	349,67	6,50
IE La Libertad 2010	1,0000	35	4	982	35.004.000,00	82.527.100,19	970	34	928	335,33	349,67	7,50
IE Las Américas 2009	1,0312	71	5	2187	260.542.000,00	242.494.548,91	1618	112	2069	321,67	341,33	6,75
IE Las Américas 2010	1,0000	59	6	2198	277.300.000,00	186.261.133,00	1618	135	1869	321,67	341,33	7,00
IE Liceo Patria 2009	1,0000	45	3	1185	101.803.000,00	177.176.096,19	914	76	1149	375,00	352,67	8,25

DMU	Índice de Eficiencia	ENTRADAS						SALIDAS				
		T_Doc	T_Adm	T_Est_Mat	Inventario	Ingresos_Ejecutados	Área_Aulas	Est_Graduados	Est_Aprobados	SABER_5	SABER_9	SABER_11
IE Liceo Patria 2010	1,0000	49	4	1232	103.848.000,00	99.328.172,80	914	70	1110	375,00	352,67	7,75
IE Luis Carlos Galán Sarmiento 2009	1,0416	36	3	1047	122.865.000,00	158.670.074,00	1094	22	977	308,33	300,33	6,63
IE Luis Carlos Galán Sarmiento 2010	1,0415	34	3	996	116.531.000,00	152.424.672,00	1094	50	924	308,33	300,33	6,13
IE Maipore 2009	1,0432	97	7	2767	239.244.000,00	354.281.583,91	2346	138	2603	318,00	294,00	6,31
IE Maipore 2010	1,0275	96	8	2730	207.501.000,00	327.975.199,76	2346	163	2617	318,00	294,00	6,50
IE Medalla Milagrosa 2009	1,0000	30	2	801	77.358.000,00	146.173.028,19	671	57	777	329,00	301,67	6,63
IE Medalla Milagrosa 2010	1,0000	28	2	698	84.270.000,00	79.535.221,19	671	60	681	329,00	301,67	6,75
IE Nuestra Señora del Pilar 2009	1,0000	164	16	4936	428.005.000,00	609.986.044,70	3624	473	4667	349,00	349,33	7,94
IE Nuestra Señora del Pilar 2010	1,0000	160	19	4971	290.336.000,00	498.111.373,75	3624	399	4751	349,00	349,33	8,31
IE Oriente Miraflores 2009	1,0000	68	2	2063	88.853.000,00	229.812.549,00	1658	74	1966	313,00	276,33	6,00
IE Oriente Miraflores 2010	1,0000	67	3	1950	83.554.000,00	187.071.189,71	1658	68	1816	313,00	276,33	6,50
IE Piloto Simón Bolívar 2009	1,0738	52	5	1443	98.691.000,00	203.342.758,41	2027	64	1321	315,33	297,67	7,13
IE Piloto Simón Bolívar 2010	1,0307	47	4	1339	100.177.000,00	150.379.299,00	2027	78	1265	315,33	297,67	7,00
IE Promoción Social del Norte 2009	1,0251	67	3	1797	193.740.065,92	167.864.799,84	2222	51	1693	281,00	264,33	6,06
IE Promoción Social del Norte 2010	1,0038	68	4	1704	215.095.096,92	173.459.993,60	2222	72	1661	281,00	264,33	6,19
IE Provenza 2009	1,0206	47	5	1271	221.229.000,00	118.751.710,00	1247	63	1208	314,33	304,67	7,13
IE Provenza 2010	1,0000	60	7	1800	198.086.366,00	134.864.437,00	1247	64	1697	314,33	304,67	7,25
IE Rural Vijagual 2009	1,0000	39	1	842	112.596.000,00	226.282.329,00	1023	26	792	301,00	281,67	6,63
IE Rural Vijagual 2010	1,0000	40	1	967	115.675.000,00	165.158.353,00	1023	28	867	301,00	281,67	7,00
IE San Francisco de Asís 2009	1,0330	36	4	910	49.046.000,00	137.483.638,93	1049	39	853	311,67	266,33	7,13
IE San Francisco de Asís 2010	1,0000	34	4	918	422.281.000,00	76.394.209,00	1049	62	839	311,67	266,33	6,00

DMU	Índice de Eficiencia	ENTRADAS						SALIDAS				
		T_Doc	T_Adm	T_Est_Mat	Inventario	Ingresos_Ejecutados	Área_Aulas	Est_Graduados	Est_Aprobados	SABER_5	SABER_9	SABER_11
IE San José de la Salle 2009	1,0000	40	0	1250	265.762.006,00	200.282.000,00	998	77	1212	368,33	402,00	8,63
IE San José de la Salle 2010	1,0000	37	0	1306	291.597.181,00	156.672.741,87	998	119	1238	368,33	402,00	8,88
IE Santa María Goretti 2009	1,0000	89	5	2537	137.490.000,00	263.307.927,80	1539	215	2451	357,33	352,33	7,13
IE Santa María Goretti 2010	1,0000	87	6	2459	133.321.000,00	421.071.901,00	1539	214	2428	357,33	352,33	7,88
IE Santo Ángel 2009	1,0245	37	3	891	74.199.000,00	287.111.361,00	1300	34	851	304,33	313,33	7,00
IE Santo Ángel 2010	1,0114	36	3	927	78.483.000,00	101.170.159,96	1300	47	874	304,33	313,33	7,38
IE Técnico Empresarial José María Estévez 2009	1,0000	31	2	849	24.223.000,00	113.068.305,61	945	84	2595	315,33	298,33	6,88
IE Técnico Empresarial José María Estévez 2010	1,0000	31	2	738	27.575.000,00	95.449.142,61	945	82	2380	315,33	298,33	6,63
IE Técnico INEM Custodio García Rovira 2009	1,0000	301	36	7894	1.271.370.000,00	934.666.079,00	8311	700	7853	304,33	323,67	7,00
IE Técnico INEM Custodio García Rovira 2010	1,0000	270	29	7203	1.324.865.000,00	804.229.238,31	8311	631	7187	304,33	323,67	7,00
IE Técnico Nacional de Comercio 2009	1,0000	71	12	2435	401.399.000,00	301.484.235,75	1795	300	2110	356,00	379,00	8,13
IE Técnico Nacional de Comercio 2010	1,0000	70	10	2287	418.221.000,00	283.132.505,49	1795	167	2128	356,00	379,00	9,38
IE Técnico Politécnico 2009	1,0228	98	11	2723	618.324.905,00	316.303.741,25	2727	281	2661	284,00	320,67	7,25
IE Técnico Politécnico 2010	1,1177	100	13	2714	631.879.657,00	354.956.360,24	2727	256	2706	284,00	320,67	7,13
IE Técnico Superior Dámaso Zapata 2009	1,0000	237	16	6870	573.366.000,00	617.156.387,41	6122	419	6518	344,33	352,00	8,13
IE Técnico Superior Dámaso Zapata 2010	1,0155	230	18	6053	621.808.000,00	570.611.568,06	6122	323	5382	344,33	352,00	8,00
IE Tecnológico Salesiano Eloy Valenzuela 2009	1,0389	102	12	2763	307.491.000,00	841.330.422,00	4128	235	2623	316,67	347,33	7,50
IE Tecnológico Salesiano Eloy Valenzuela 2010	1,0271	97	12	2533	411.926.000,00	515.164.641,69	4128	252	2261	316,67	347,33	8,38

Fuente: Autoras

## ANEXO G. PROYECCIONES DE LAS SALIDAS

DMU	Índice de Eficiencia	SALIDAS CON QUE FUE EVALUADA					HOLGURAS EN LA SALIDAS DE UNIDADES INEFICIENTES					SALIDAS PARA ALCANZAR EL ÍNDICE UNITARIO DE EFICIENCIA				
		Est_Graduados	Est_Aprobados	SABER_5	SABER_9	SABER_11	Est_Graduados	Est_Aprobados	SABER_5	SABER_9	SABER_11	Est_Graduados	Est_Aprobados	SABER_5	SABER_9	SABER_11
IE Andrés Páez de Sotomayor 2009	1,0101	60	942	311,67	296,33	7,00	17,07	0,00	16,09	18,76	0,00	77,07	942,00	327,76	315,09	7,00
IE Andrés Páez de Sotomayor 2010	1,0524	61	810	311,67	296,33	7,13	0,00	41,80	9,90	27,35	0,00	61,00	851,80	321,57	323,68	7,13
IE Camacho Carreño 2010	1,0952	49	709	287,00	296,33	6,38	0,00	9,41	14,99	0,00	0,00	49,00	718,41	301,99	296,33	6,38
IE Campo Hermoso 2009	1,0277	84	1.304	282,33	300,33	6,50	36,56	0,00	42,14	10,80	0,51	120,56	1.304,00	324,47	311,13	7,01
IE de Santander 2010	1,0294	301	3.796	292,33	316,67	7,13	0,00	0,00	7,64	0,98	0,00	301,00	3.796,00	299,97	317,65	7,13
IE Escuela Normal Superior de Bucaramanga 2009	1,0010	314	3.710	356,33	335,33	8,13	0,00	0,00	0,00	14,77	0,09	314,00	3.710,00	356,33	350,10	8,22
IE Escuela Normal Superior de Bucaramanga 2010	1,0021	243	3.409	356,33	335,33	8,63	0,00	0,00	0,00	36,27	0,00	243,00	3.409,00	356,33	371,60	8,63
IE Francisco de Paula Santander 2009	1,0603	76	1.428	316,67	303,67	6,38	55,56	0,00	3,57	1,19	0,44	131,56	1.428,00	320,24	304,86	6,82
IE Francisco de Paula Santander 2010	1,0402	86	1.367	316,67	303,67	6,50	44,64	0,00	4,32	4,39	0,37	130,64	1.367,00	320,99	308,06	6,87
IE Jorge Ardila Duarte 2009	1,0089	63	1.128	339,00	350,00	7,88	10,15	0,00	25,47	0,00	0,00	73,15	1.128,00	364,47	350,00	7,88
IE La Juventud 2009	1,0330	31	1.138	296,67	0,00	6,13	48,65	0,00	10,42	299,29	0,29	79,65	1.138,00	307,09	299,29	6,42
IE La Juventud 2010	1,0832	34	1.020	296,67	0,00	5,50	49,39	0,00	1,94	305,64	0,90	83,39	1.020,00	298,61	305,64	6,40
IE Las Américas 2009	1,0312	112	2.064	321,67	341,33	6,75	54,77	0,00	25,36	20,22	1,50	166,77	2.064,00	347,03	361,55	8,25
IE Luis Carlos Galán Sarmiento 2009	1,0416	22	977	308,33	300,33	6,63	47,36	0,00	7,44	6,44	0,21	69,36	977,00	315,77	306,77	6,84
IE Luis Carlos Galán Sarmiento 2010	1,0415	50	924	308,33	300,33	6,13	10,61	0,00	0,00	10,48	0,66	60,61	924,00	308,33	310,81	6,79
IE Maipore 2009	1,0432	138	2.603	318,00	294,00	6,31	83,37	0,00	24,39	46,88	1,38	221,37	2.603,00	342,39	340,88	7,69
IE Maipore 2010	1,0275	163	2.617	318,00	294,00	6,50	67,09	0,00	27,99	50,68	1,27	230,09	2.617,00	345,99	344,68	7,77
IE Piloto Simón Bolívar 2009	1,0738	64	1.321	315,33	297,67	7,13	48,74	0,00	7,70	17,55	0,00	112,74	1.321,00	323,03	315,22	7,13

DMU	Índice de Eficiencia	SALIDAS CON QUE FUE EVALUADA					HOLGURAS EN LA SALIDAS DE UNIDADES INEFICIENTES					SALIDAS PARA ALCANZAR EL ÍNDICE UNITARIO DE EFICIENCIA				
		Est_Graduados	Est_Aprobados	SABER_5	SABER_9	SABER_11	Est_Graduados	Est_Aprobados	SABER_5	SABER_9	SABER_11	Est_Graduados	Est_Aprobados	SABER_5	SABER_9	SABER_11
IE Piloto Simón Bolívar 2010	1,0307	78	1.265	315,33	297,67	7,00	6,49	0,00	0,00	17,18	0,04	84,49	1.265,00	315,33	314,85	7,04
IE Promoción Social del Norte 2009	1,0251	51	1.693	281,00	264,33	6,06	14,79	0,00	31,83	55,51	1,12	65,79	1.693,00	312,83	319,84	7,18
IE Promoción Social del Norte 2010	1,0038	72	1.661	281,00	264,33	6,19	41,74	0,00	51,88	57,97	1,07	113,74	1.661,00	332,88	322,30	7,26
IE Provenza 2009	1,0206	63	1.208	314,33	304,67	7,13	0,00	0,00	6,43	10,49	0,00	63,00	1.208,00	320,76	315,16	7,13
IE San Francisco de Asís 2009	1,0330	39	853	311,67	266,33	7,13	25,09	0,00	16,86	53,09	0,00	64,09	853,00	328,53	319,42	7,13
IE Santo Ángel 2009	1,0245	34	851	304,33	313,33	7,00	42,96	0,00	23,04	0,00	0,00	76,96	851,00	327,37	313,33	7,00
IE Santo Ángel 2010	1,0114	47	874	304,33	313,33	7,38	9,86	0,00	29,96	26,33	0,00	56,86	874,00	334,29	339,66	7,38
IE Técnico Politécnico 2009	1,0228	281	2.595	284,00	320,67	7,25	0,00	0,00	60,77	38,12	0,42	281,00	2.595,00	344,77	358,79	7,67
IE Técnico Politécnico 2010	1,1177	256	2.380	284,00	320,67	7,13	0,00	0,00	35,11	16,89	0,42	256,00	2.380,00	319,11	337,56	7,55
IE Técnico Superior Dámaso Zapata 2010	1,0155	323	5.382	344,33	352,00	8,00	27,78	0,00	0,00	0,00	0,09	350,78	5.382,00	344,33	352,00	8,09
IE Tecnológico Salesiano Eloy Valenzuela 2009	1,0389	235	2.623	316,67	347,33	7,50	0,00	0,00	23,44	3,84	0,62	235,00	2.623,00	340,11	351,17	8,12
IE Tecnológico Salesiano Eloy Valenzuela 2010	1,0271	252	2.261	316,67	347,33	8,38	0,00	157,01	30,33	20,42	0,00	252,00	2.418,01	347,00	367,75	8,38

Fuente: Autoras