

***FORMULACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE DIAGNOSTICO PARA EL SISTEMA
PRODUCTIVO DE LAS PYMES MANUFACTURERAS DE LA CIUDAD DE CALI.***

**CATALINA NICHOLLS GIRALDO
CLAUDIA ISABEL PADILLA CABRERA**



**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL 3751
2011**

***FORMULACIÓN DE UNA HERRAMIENTA DE DIAGNOSTICO PARA EL SISTEMA
PRODUCTIVO DE LAS PYMES MANUFACTURERAS DE LA CIUDAD DE CALI.***

**CATALINA NICHOLLS GIRALDO
CLAUDIA ISABEL PADILLA CABRERA**

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

**Director:
JUAN PABLO OREJUELA CABRERA**



**UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL 3751
2011**

Nota de aceptación

Jurado

Jurado

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo de grado principalmente a Dios, porque aún me permite seguir con vida, por todas las cosas materiales que me brinda, las personas que ha puesto en mi camino, las situaciones y experiencias vividas, ya que a través de ellas se ha forjado mi carácter.

Quiero dedicarle esta tesis de manera muy especial a mi Abuelita Libia Mejía, quien hace poco murió, y se ha convertido en el recuerdo máspreciado en mi vida. Gracias Mami por tus enseñanzas, entrega, amor y preocupación que antes me dabas. Gracias por las bendiciones constantes que ahora estas enviando para mí.

A mi mamá y hermana, que son un apoyo enorme. Gracias por el Cariño, comprensión, confianza, esfuerzo y sobretodo la ayuda prestada en estos últimos meses en las labores diarias.

A mi primo Fabio Gómez y Viviam Blum, quienes han colaborado económicamente en mi proceso educativo.

Catalina Nicholls

Dedico esta tesis a mis padres porque son el motor de mi vida y mis logros, porque me han apoyado en mis decisiones y errores, porque siempre durante toda mi vida han estado pendientes de mis pasos con el fin de guiarme y porque cada uno a su manera, me colaboraron en la consecución de esta meta.

También quiero dedicarle este pequeño pero importante paso por los pilares del progreso de toda economía, a mis hermanas y hermano, porque de distintas formas me aportaron con actividades que permitieron mi dedicación al estudio.

A mis abuelitos, porque siempre me llevan con ellos en sus oraciones.

Claudia Padilla

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestros más sinceros agradecimientos al profesor Juan Pablo Orejuela por la orientación, dedicación y apoyo brindado para el desarrollo del presente trabajo de grado.

También queremos agradecer a los profesores Juan José Bravo y Camilo Mican por sus recomendaciones, consejos y el tiempo dedicado en la realización de sugerencias, y a todos aquellos que nos colaboraron de alguna manera en la realización de esta Tesis.

Finalmente, a todas las personas que nos apoyaron a lo largo de este camino y que hicieron de alguna manera posible el logro de esta meta.

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2.1. <i>Objetivo General</i>	5
1.2.2. <i>Objetivos Específicos</i>	5
1.3. ESTADO DEL ARTE.....	6
1.3.1. Conceptos Básicos De Diagnóstico.....	6
1.3.2. Aplicaciones De Herramientas De Diagnóstico Empresarial	7
1.3.3. Técnicas y Métodos Utilizados para la Realización de Diagnósticos	10
1.3.4. Proceso Analítico Jerárquico – AHP	14
1.3.5. Antecedentes De Situación Empresarial	15
1.3.6. La empresa como elemento del sistema económico	17
1.4. METODOLOGÍA	20
CAPÍTULO 2. ESCOGENCIA DEL SECTOR	22
2.1. ESTUDIO Y DEFINICIÓN DE LAS CADENAS PRODUCTIVAS O ALTERNATIVAS	22
2.1.1. Confecciones.....	22
2.1.2. Cuero Y Sus Manufacturas	25
2.1.3. Pulpa, Papel, Cartón, Editoriales Y Artes Gráficas	28
2.2. DEFINICIÓN DE LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN	30
2.3. VALORACIÓN DE FACTORES	40
2.4. SÍNTESIS DE RESULTADOS	42
CAPÍTULO 3. HERRAMIENTAS DE DIAGNOSTICO	43
3.1. ESCOGENCIA DEL METODO A EMPLEAR EN EL DIAGNÓSTICO	43
3.2. ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA).....	43
3.2.1. Conceptos Básicos Del DEA	44
3.2.2. Aspectos técnicos de la metodología DEA	45
3.2.3. Cantidad de empresas o DMUs	48
3.2.4. Generalidades De Los Modelos DEA	48

3.2.5.	Modelos DEA	50
3.2.6.	Aplicaciones	60
3.2.7.	Ventajas Y Desventajas Del Método DEA	64
4.1.	DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES	66
4.1.1.	Variables de Entrada	66
4.1.2.	Variables de Salida	67
4.1.3.	Los Datos.....	67
4.2.	CANTIDAD DE DMUs	69
4.3.	ESCOGENCIA DEL MODELO	69
CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y ANÁLISIS		70
5.1.	CÁLCULO DE LA EFICIENCIA PARA LAS EMPRESAS DEL SECTOR IMPRESAS Y EDITORIALES	70
5.2.	CONTRIBUCIÓN DE INPUTS/ OUTPUTS.....	72
5.3.	VALORES DE HOLGURA	74
5.4.	MEJORAS POTENCIALES	76
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES		77
BIBLIOGRAFÍA.....		80
ANEXOS		88

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Aporte de las Pymes al empleo en Colombia, Año 2005	3
Tabla 2. Debilidades y fortalezas de la Industria Textil.	24
Tabla 3. Debilidades y fortalezas de la Cadena del Cuero, Curtiembre, Marroquinería y Calzado.	27
Tabla 4. Debilidades y fortalezas de la cadena Pulpa, papel, cartón, editoriales y artes graficas.....	30
Tabla 5. Definición indicadores Actividad Pyme.....	31
Tabla 6. Definición indicadores de Estructura Sectorial.....	31
Tabla 7. Definición indicadores de Relaciones de Costo.....	32
Tabla 8. Definición indicadores de Precio	32
Tabla 9. Definición indicadores de Comercio Exterior.....	32
Tabla 10. Definición indicadores de Situación Financiera	33
Tabla 11. Grupo de Expertos.....	33
Tabla 12. Calificación otorgada por los Expertos a los indicadores de la EAM	35
Tabla 13. Resumen de criterios de evaluación por alternativas	39
Tabla 14. Matriz de comparaciones pareadas normalizadas	40
Tabla 15. Matriz de prioridad global	41
Tabla 16. Índice de consistencia aleatoria	42
Tabla 17. Verificación de correlación	42
Tabla 18. Variables de entrada y de salida para las empresas bajo estudio.....	68
Tabla 19. Contribución de Inputs/Outputs empresas pequeñas del sector	73
Tabla 20. Contribución de Inputs/Outputs empresas Medianas del sector.....	74
Tabla 21. Holguras de las empresas Pequeñas del sector	75
Tabla 22. Holguras de las empresas Medianas del sector	75

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. La empresa en la economía de mercado.	18
Ilustración 2. Cadena productiva Fibras - textiles y Confecciones.....	23
Ilustración 3. Cadena productiva Cuero - Curtiembre y Calzado	25
Ilustración 4. Cadena productiva Papel, Cartón, Edición y Artes graficas	28
Ilustración 5. Personal ocupado en Colombia por sector - Pyme 2007	36
Ilustración 6. Producción Bruta en Colombia por sector - Pyme 2007 (\$ miles)	37
Ilustración 7. Valor Agregado en Colombia por sector - Pyme 2007 (\$ millones constantes de 2006).....	38
Ilustración 8. Exportaciones Colombianas	38
Ilustración 9. Crecimiento en vetas colombianas	39
Ilustración 10. Diagrama de Eficiencias.....	47
Ilustración 11. Opciones del Modelo	70
Ilustración 12. Puntajes de Eficiencia para las empresas Pequeñas del sector Imprentas y editoriales.	71
Ilustración 13. Puntajes de eficiencia para las empresas Medianas del sector	72

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1: Formato de Encuesta a expertos para relaciones pareadas entre indicadores.

ANEXO 2: Valoración de los expertos a la Encuesta de relaciones pareadas entre indicadores.

ANEXO 3: Reporte de mejorar potenciales para las Pequeñas empresas del sector Imprentas y editoriales.

ANEXO 4: Reporte de mejorar potenciales para las Medianas empresas del sector Imprentas y editoriales.

INTRODUCCIÓN

La globalización del sistema financiero, que surge de la apertura de los mercados capitales, es decir, de la liberación de los flujos internacionales de capital por medio de las nuevas tecnologías, ha ligado el crecimiento económico de los países a su capacidad de introducción en los mercados mundiales. Es por ello que los países bajo sus políticas de estado deben realizar un dispendioso análisis sobre la conveniencia del comercio internacional, en función del nivel de desarrollo de su economía y el nivel de dependencia de ésta con el sistema financiero mundial. El comercio internacional también induce a los países a generar apoyos estratégicos empresariales que permitan canalizar los recursos y esfuerzos de sus empresas, con miras a obtener ganancias permanentes en productividad y competitividad.

Es entonces que para el caso de Colombia el gobierno mediante el documento CONPES 3621 de 2009, titulado *“Importancia Estratégica de los Proyectos de Apoyo a las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas”*, declara como estratégicos los proyectos de inversión. Un ejemplo de ello, son los proyectos realizados a través de los programas del Fondo Colombiano de Modernización y Desarrollo Tecnológico de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (Fomipyme), quienes expresan como línea estratégica la *“realización de diferentes programas que comprenden desde la promoción de la formalización a través de la transferencia de metodologías exitosas en las regiones, procesos de normalización acorde con las necesidades de las Mipymes y programas pilotos que permitirán una alianza entre Universidad – Empresa promovidas por el Estado”* (DNP et al., 2009, P.6), con lo que se muestra que el gobierno nacional tiene una posición en cuanto al tema.

Ahora, con miras a llevar a cabalidad los objetivos del documento COMPEs, se deben realizar esfuerzos dirigidos hacia las pequeñas y medianas empresas (en adelante Pymes), debido a que el papel que estas cumplen es trascendental para el desarrollo productivo y la distribución de los impulsos de la reactivación económica en Colombia, constituyendo un núcleo generador de crecimiento y desarrollo empresarial. Por otra parte se encuentra la contribución de este tipo de empresas al proceso de transformación social y cultural del país, por su capacidad generadora de empleo y por participar en los momentos del proceso productivo nacional, como proveedores y productores de bienes y servicios.

En efecto, esto se ve reflejado en los datos del censo económico del 2005, el cual muestra que en Colombia, para este año, la Pyme constituía un 3,9% de los establecimientos del país y que pese a ese pequeño nivel alcanzaba a generar el 30,5% del empleo (MINCOMERCIO et al., 2009, P.4). Además, las Pymes a nivel nacional aportaron en el 2005 un 38,7% del PIB (Medina, 2009, P.2) y efectuaron el 11% de las exportaciones en el 2004 (MILESI et al., 2007, P.66). Ahora focalizándonos en el área local, este mismo censo del 2005 registro que Cali - Yumbo contaba con 2738 Pymes, las cuales equivalían al 5,1% de las unidades

económicas de la región y generaban el 27% del empleo en ambas ciudades (CCC, 2007).

Los anteriores datos, como también citas de diferentes estudios y artículos destacan que las Pymes a nivel local, nacional e internacional son de alta importancia en cuanto a la generación de empleo y desarrollo económico (ASOBANCARIA, 2005). Por lo tanto estas empresas se convierten en el objetivo central de las políticas de desarrollo de los países y se proponen así, iniciativas que les permitan insertarse con mayor éxito en el mercado mundial, como es el caso de los proyectos de articulación productiva.

Ahora bien, estas relaciones que se buscan con el mercado mundial impactan en la demanda y en la capacidad de respuesta de las empresas, por tanto se debe de tener en cuenta los factores de los que depende el éxito de las empresas en su proceso de crecimiento, ya sean grandes, medianas o pequeñas. Y es precisamente la orientación específica de las políticas de desarrollo lo que permitirá potencializar estas unidades económicas.

Una forma de orientar efectivamente las políticas de desarrollo y canalizar los esfuerzos del gobierno, parte del conocimiento de las variables que impactan de forma negativa el nivel de eficiencia de las empresas. La obtención de tal fin puede generarse por medio de la implementación de técnicas avanzadas de análisis, que muestren las variables que influyen de mayor manera en el comportamiento del sistema (Flórez, 2005).

Partiendo entonces de las anteriores consideraciones, el siguiente trabajo de grado consiste en la implementación de una herramienta que permitirá un diagnóstico de la gestión productiva para las Pymes de un sector de interés en el departamento del Valle del Cauca. Esta iniciativa está enmarcada dentro de un proyecto de investigación titulado “Diseño metodológico para el diagnóstico del sistema productivo de las Pymes de la ciudad de Cali” (Orejuela, 2009), propuesto por un grupo de profesores de la Escuela de Ingeniería Industrial y Estadística de la Universidad del Valle.

Para lograr tal fin, el presente trabajo de grado llevó a cabo una serie de etapas, que empezó por la creación de una base bibliográfica que contiene información relacionada con los métodos y modelos de análisis de datos utilizados en la realización de diagnósticos; luego en segunda instancia, se identificó el sector de interés a través del método Análisis Jerárquico Analítico (en adelante AHP); posteriormente, en una tercera etapa se seleccionó el método a emplear y se describió en forma detallada los conceptos teóricos de aquella metodología; ya para la cuarta etapa, se formuló las variables que fueron utilizadas en la aplicación del método; y en la quinta etapa se desarrolló la propuesta de diagnóstico, obteniendo los resultados y análisis del sector de interés. Finalmente y una vez desarrolladas todas las anteriores etapas, se procedió a concluir acerca del proceso de investigación y la funcionalidad del instrumento.

CAPÍTULO 1. FUNDAMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN

A través de este capítulo se planteará el problema de investigación, se definirán los objetivos del proyecto, se desarrollará un estado del arte, que contiene los conceptos, metodologías y aplicaciones que servirán de justificación teórica para el desarrollo del actual proyecto. Por último, se plantea la metodología que permitirá el cumplimiento de los objetivos.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las Pymes son catalogadas por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) como relevantes en la estructura económica de la región, dado que aportan importantes niveles de producción, calculados entre el 15% y el 25% total de la producción de bienes y servicios, así como también son responsables de generar entre el 25% y el 40% del empleo (Instituto del Tercer Mundo, 2006).

Ahora bien, las Pymes en Colombia también juegan un papel notable en la generación de empleo, quedando evidenciado en los datos del último censo económico realizado en el 2005, donde tan solo el 3,9% de los establecimientos generaban el 30,5% del empleo del país, ver *Tabla 1*.

Tabla 1. Aporte de las Pymes al empleo en Colombia, Año 2005

Censo 2005	Tamaño de Empresa	Número Empresas	% Empresas	Participación en empleo
	Microempresas	1.336.051	96,01%	50,3%
	Pymes	53.647	3,86%	30,5%
	Grandes	1.844	0,13%	19,2%
	Total	1.391.542	100,00%	100,0%

Fuente: Tomado de MINCOMERCIO et al., *Op. Cit.*, P.4

Los anteriores datos muestran la marcada relevancia que tienen las Pymes en el país, por lo que se hace importante que éstas sobrevivan en el tiempo a pesar de los cambios externos de la economía o la internacionalización de los mercados. Sin embargo, la apertura económica en Colombia ha venido repercutiendo en el cierre de empresas y por tanto en despidos. La década comprendida entre los años de 1992 al 2002 presentó una pérdida de 969 Pymes manufactureras colombianas, de las cuales las empresas pequeñas reportaron 656 establecimientos cerrados y las medianas 313, por consiguiente se desencadenó un alto impacto social negativo representado en 58,418 personas desempleadas (Nieto, 2003, P.11).

El proceso de reducción empresarial en Colombia puede seguirse presentando por este tipo de relaciones con el comercio exterior y es por tanto que en el primer gobierno del ex presidente Álvaro Uribe, el Departamento Nacional de Planeación (en adelante DNP) creó la Agenda Interna para definir planes y programas para aprovechar oportunidades y mitigar el riesgo del Tratado de Libre Comercio (TLC) con Estados Unidos (Hincapié, 2011). En consecuencia, el proceso liderado por el DNP derivó 23 documentos regionales y 21 documentos sectoriales, en los cuales se presentan las apuestas productivas definidas por las regiones y las estrategias competitivas establecidas por los sectores que participaron en el proceso de la elaboración de la Agenda Interna (DNP, 2007-I, P.6).

Entre tanto, en las apuestas productivas planteadas para el sector industrial de la región del Valle del Cauca, se priorizaron tres cadenas productivas, las cuales son Confecciones; Cueros y sus Manufacturas; y Pulpa, Papel, Ediciones y Artes Gráficas (Ibíd., P.26). Haciendo una revisión de las Agendas Internas de estas cadenas productivas, se puede citar como ejemplo, que para la cadena de Pulpa, Papel, Cartón, Editoriales y Artes Gráficas, se plantea como línea de acción el *“desarrollar la oferta, la productividad y la competitividad de la cadena articulando las empresas; promoviendo la formación, la investigación y el desarrollo tecnológico; adoptando normas técnicas; mejorando el acceso a fuentes de financiación, y adecuando la materia prima mediante el desarrollo del sistema de recuperación de materiales”* (DNP, 2007-II, P.26). Más sin embargo, esta línea de acción no fue desarrollada concretamente dentro del documento, dado que no mencionan la forma de llevarla a cabo, ni los responsables, ni las fechas de ejecución, lo cual, permite pensar que no se tomaran medidas al respecto. Por otro lado, el cumplimiento de las estrategias planteadas en el documento es muy dependiente de la gestión del gobierno, quedando en un segundo plano las responsabilidades del sector privado (Ibíd., P.26).

Adicionalmente, en este ejemplo específico, la Agenda Interna Sectorial evidencia un desconocimiento de los factores que afectan la productividad de las empresas de la cadena, como también no presentan acciones encaminadas a mejorar las necesidades concretas de los diferentes niveles de empresas (micro, pequeñas, medianas y grandes), puesto que es de esperar que cada una de estas requieran de diferentes enfoques de acción.

En conclusión, es evidente que el gobierno nacional, regional y los sectores productivos poseen un desconocimiento o falta de información específica sobre los factores que hacen menos productivas a las empresas y por tanto menos competitivas. Partiendo de la anterior conclusión y de la innegable importancia que hoy por hoy tienen las Pymes en la economía mundial, es que se genera el principal interés de este proyecto de investigación.

Problema de Investigación

Complejidad en la identificación de los elementos que afectan la eficiencia del sistema productivo de las Pymes del sector de interés.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. *Objetivo General*

Desarrollar una herramienta de diagnóstico para las Pymes manufactureras de la ciudad de Cali, con la finalidad de describir el estado en que se encuentra el sistema productivo.

1.2.2. *Objetivos Específicos*

1. Identificar y analizar los instrumentos de diagnóstico ya propuestos en anteriores investigaciones, con el propósito de tomar los elementos más relevantes que permitan el diseño de la herramienta.
2. Identificar y determinar cómo influyen las actividades internas de las Pymes en los principales elementos del mercado, con la finalidad de establecer las dimensiones relevantes para el diagnóstico.
3. Determinar los componentes internos del sistema productivo que permitan caracterizar en la herramienta de diagnóstico, las Pymes manufactureras de interés.

1.3. ESTADO DEL ARTE

La presente propuesta de investigación tiene por objetivo el diseño de una herramienta de diagnóstico para la gestión del sistema productivo, su aplicación irá dirigida a una muestra de empresas pequeñas y medianas del sector de interés.

En consecuencia el estado del arte se encuentra compuesto por todas aquellas definiciones, métodos, y aplicaciones que serán utilizadas para el desarrollo del presente proyecto de investigación. Entonces, este apartado contiene: las definiciones de diagnóstico, la revisión de estudios e investigaciones acerca de diagnósticos propuestos, una breve descripción de los métodos utilizados como herramientas de diagnóstico, la metodología AHP, los antecedentes sobre la situación empresarial y finalmente se describe la empresa como un elemento del sistema económico.

1.3.1. Conceptos Básicos De Diagnóstico

Algunas interpretaciones acerca del concepto diagnóstico:

- Philip Crosby define "El diagnóstico es el punto de partida de la mejora de calidad, si no se lleva a cabo, no podemos determinar las enfermedades de la organización y por consiguiente éstas no se solucionarán, perderíamos clientes puesto que los productos o servicios que les ofertamos no cumplirían con las necesidades y especificaciones de los mismos". (Crosby, 1996).
- Para Harold Koontz, "El proceso común del Desarrollo Organizacional incluye la identificación de problemas, el diagnóstico de una organización, la retroalimentación de información sobre la organización, el desarrollo de una estrategia de cambio, intervenciones y medición y evaluación de las acciones de cambio". (Baró, 2009).
- El concepto diagnóstico se inscribe dentro de un proceso de gestión preventivo y estratégico. Se constituye como un medio de análisis que permite el cambio de una empresa, de un estado de incertidumbre a otro de conocimiento, para su adecuada dirección, por otro lado es un proceso de evaluación permanente de la empresa a través de indicadores que permiten medir los signos vitales. (Braidot, et al. 2003, P.5).
- Cummings & Worley establecen que "el diagnóstico es una herramienta de la dirección y se relaciona con un proceso de colaboración entre los miembros de la organización y el consultor para recabar información pertinente, analizarla e identificar un conjunto de variables que permitan establecer conclusiones". (Ibíd., P.5).

- Se trata de una evaluación cuidadosa del entorno en el cual opera la empresa a fin de identificar y determinar ventajas que la organización realmente posee en relación con las principales empresas del medio, debilidades o aspectos que presentan rezagos y que constituyan obstáculos a la adecuada capacidad de ofrecer al mercado productos y servicios con los niveles de precio, calidad, oportunidad y flexibilidad adecuados. (Castañeda, 2004, P.44).

1.3.2. Aplicaciones De Herramientas De Diagnóstico Empresarial

A partir de la revisión de la literatura sobre investigaciones previas, se presentan a continuación algunos documentos que incorporan la aplicación de herramientas de diagnóstico empresarial:

- ***Desarrollo de una Metodología de Diagnóstico para Empresas Pymes Industriales y de Servicios: Enfoque basado en los sistemas de administración para la Calidad Total.***

Esta propuesta tiene como objetivo la construcción de un modelo de diagnóstico organizacional aplicable al escenario de las Pymes Argentinas, con la capacidad de generar resultados que permitan identificar las claves para un adecuado plan de intervención organizacional. El prototipo desarrollado partió del *análisis de los modelos de diagnóstico enfocados en los principios de la administración para la calidad total*, del estudio del escenario de las pymes Argentinas y de los resultados de investigaciones previas sobre las características comunes de aquellas firmas que demostraron un elevado posicionamiento competitivo. Además, esta propuesta pretende corregir algunas de las dificultades halladas en la aplicación de los modelos de los premios de la Calidad o normas internacionales para el diagnóstico. (Braidot, et al., Op. Cit.)

- ***Desarrollo de una herramienta de diagnóstico en sistemas de información para pequeñas y medianas empresas de la ciudad de Cali.***

Trabajo de grado en el cual se desarrolla una herramienta de diagnóstico para las pymes de la ciudad de Cali. Se realiza una revisión de los diferentes proyectos relacionados con Herramientas de Diagnóstico para formalizar una metodología que sirva como guía en el desarrollo del presente y futuros proyectos de este tipo.

La investigación se divide en tres procesos, el primero consiste en revisar las dos herramientas que poseen el mayor avance, la DDP (Diagnóstico de la Distribución de Planta) y la DGM (Diagnóstico de la Gestión del Mantenimiento), es decir, se revisaron y compararon las metodologías de cada una de ellas y se formalizó una propuesta de la metodología para el desarrollo de Herramientas de Diagnóstico. El segundo proceso, consistió en revisar los diferentes proyectos relacionados con Sistemas de Información y evaluar la posibilidad de consolidar una herramienta preliminar con base en una estructura teórica única. El tercer proceso fue desarrollar la propuesta de una herramienta de diagnóstico utilizando la metodología revisada y la encuesta consolidada,

producto de los dos procesos anteriores. Una vez desarrollada propuesta, se procedió a la validación de la misma por parte de expertos en el tema y empresarios de la región. (Londoño, 2007).

- ***Prueba piloto de las herramientas de diagnóstico DGM y DDP para las MIPYMES de Cali y su área de influencia.***

Esta comprobación de las herramientas se realizó con el objetivo de permitirle a la academia estar seguros de la confiabilidad del software que han creado y de unificar su definición y aplicación en un solo sistema informático genérico. La validación del software se efectuó bajo un protocolo de evaluación diseñado por las ejecutoras del proyecto con la asesoría y aprobación de expertos en el tema, que tuvo en cuenta factores como su estructura, forma e interfaz. (Rodríguez, Salgado, 2007).

- ***Mejoramiento del diseño y desarrollo de la herramienta de diagnóstico de la gestión del mantenimiento (DGM) para las pymes de Cali y su área de influencia.***

El objetivo del proyecto fue desarrollar una herramienta de software que ayudara a mejorar la gestión de mantenimiento en las pymes de la ciudad de Cali, es decir, que permita tomar acciones correctivas en sus procesos además de compararse con los demás competidores directos e indirectos. (Mera, Soria, 2007).

- ***Diseño de una herramienta de análisis sobre las condiciones mínimas necesarias para la implementación de logística reversiva en las empresas.***

El objetivo del proyecto es Diseñar una herramienta de análisis que evalúe las condiciones necesarias mínimas que debe tener una empresa antes de implementar la logística reversiva. La herramienta permite entonces analizar las condiciones en las que se encuentra la empresa de acuerdo a las condiciones definidas como mínimas, permitiendo la identificación de las falencias en las que conviene trabajar las pymes para fortalecerse. (Álzate, Serna, 2008).

- ***Mejoramiento de la herramienta de diagnóstico de la salud ocupacional - DGSO- y la aplicación piloto en pymes de la ciudad de Cali***

Este proyecto se realizó con el fin de permitirle a las Pymes realizar un diagnóstico de su gestión de Salud Ocupacional y determinar en qué aspectos se encuentran fuertes y en cuáles tienen dificultades o falencias. El diagnóstico se plantea como la base para proponer planes de mejoramiento. (Acosta, Cardona, 2008).

- ***Diagnóstico interno de las pymes del valle de Aburrá***

En este artículo se desarrolla un diagnostico interno para las Pymes del Valle de Aburra, se mencionan en un nivel muy general las problemáticas de las diferentes áreas que van desde la gerencia, finanzas, mercadeo, gestión del talento humano y producción, las cuales dificultan el proceso exportador de este tipo de empresas. (Tabares, 2002).

- ***Diagnóstico del Sector Artes gráficas del Valle del Cauca***
Artículo donde se presentan breves apartes de un trabajo de grado titulado Diagnóstico del Sector Artes gráficas del Valle del Cauca.
En primera instancia se realizó un análisis Macroeconómico, en donde se mide la participación del sector Artes Gráficas en la industria manufacturera del Valle del Cauca, así como el aporte del Departamento al desempeño a nivel nacional de dicho sector. Se analizan para el periodo de 1985 a 1988, variables como: Número de establecimientos, Personal ocupado, Producción bruta, Valor agregado, Consumo intermedio, entre otras; para concluir acerca de las fortalezas del sector en la economía regional y nacional.
En segunda instancia se realiza una investigación de las políticas propuestas y desarrolladas por el gobierno, que tienen influencia directa o indirecta con el comportamiento del sector gráfico. (Morales, 1991).
- ***Diagnóstico empresarial: del sector cuero, calzado y similares de Bucaramanga y su área metropolitana y propuesta para su mejoramiento.***
Investigación realizada en el sector de Cuero y calzado, en la cual por medio de un diagnóstico se determinan estrategias y propuestas de mejoramiento que contribuyen a consolidar el sector a nivel nacional e internacional. Se realizó una encuesta a 217 empresas santandereanas, esta fue la base para la elaboración de un diagnóstico estratégico a partir del cual se estableció un Análisis DOFA para el sector. (Gómez, Solano, 2004).
- ***Modelo para el análisis y diagnóstico de Pymes del sector de confección textil de Risaralda (Colombia). Medición del impacto de algunos factores meso económicos en los resultados de las empresas.***
Mediante un análisis de *Regresión lineal múltiple* sobre una muestra de Pymes del sector de Confección Textil de Risaralda, se realiza un diagnóstico que permite medir y relacionar los resultados de las empresas con factores Meso-económicos como: Competencia y perfil de los instrumentos de apoyo, Intensidad de comunicación con organizaciones de apoyo, políticas de desarrollo local, liderazgo institucional.
Se realizaron *análisis univariantes y multivariantes* mediante la utilización de varios *modelos de Regresión lineal múltiple* en donde se mide la influencia directa sobre: Facturación /persona, Reducción porcentual de costos, Inversión en innovación y desarrollo, Conocimiento sobre las instituciones de apoyo. (Baena, Rodenes, 2004).
- ***La medida de la eficiencia en las organizaciones sanitarias***
El objetivo de este trabajo investigativo es diagnosticar el estado actual de la medida de eficiencia de las organizaciones sanitarias (Hospitales, atención primaria, etc.) de España.
Se describe la utilización de varias técnicas o métodos para el análisis de frontera y de la eficiencia, mencionando así el *método de frontera estocástica (FE)* y el *Análisis envolvente de datos (DEA)*. Se presentan las principales características de ambos métodos, ventajas y desventajas, y la escogencia del

método que más se ajusta al problema de investigación de las entidades sanitarias.

Se realiza una revisión de los principales estudios empíricos y experiencias tanto a nivel nacional como internacional del análisis de la eficiencia en el sector sanitario. (Martín, Puerto, 2007).

- ***Como utilizar la frontera razonable para establecer mecanismos de supervisión e incentivos en la gestión hospitalaria.***

El objetivo de este trabajo fue realizar un diagnóstico por medio de la aplicación del método de Análisis envolvente de datos para establecer la relación entre los Honorarios de los gerentes de hospitales conservando la maximización de los productos definidos por las autoridades sanitarias de España.

Se realiza una revisión de la literatura de los distintos modelos matemáticos que tocan el tema de una “frontera razonable”, a la cual no deben pertenecer organizaciones con eficiencia inalcanzable, de esta manera se establece una metodología para detectar y excluir observaciones influyentes que puedan afectar considerablemente el cálculo de la eficiencia para la muestra de organizaciones hospitalarias.

Se tomó una muestra de 137 hospitales generales (con más de 200 camas) para el establecimiento de un sistema de incentivos para la remuneración de los gerentes, sin dejar de lado el control y la supervisar de la gestión hospitalaria. (Prior, Surroca, 2003).

1.3.3. Técnicas y Métodos Utilizados para la Realización de Diagnósticos

A partir de la revisión de los documentos mencionados en la sección 1.3.2. *Aplicaciones de herramientas de diagnóstico empresarial*, en este apartado se identifican los principales métodos usados como herramientas para la realización de diagnósticos, teniendo en cuenta que el principal enfoque de interés es el sistema productivo. Lo anterior permite dar cumplimiento al *Objetivo específico No 1: “Identificar y analizar los instrumentos de diagnóstico ya propuestos en anteriores investigaciones, con el propósito de tomar los elementos más relevantes que permitan el diseño de la herramienta”*.

A nivel general las técnicas para la comparación de sistemas productivos también pueden ser empleadas como herramientas para la realización de diagnósticos. Estas técnicas pueden clasificarse en dos grupos, el primero incluye las relacionadas con la variación de la productividad de los factores de producción y el segundo, está relacionado con las medidas de eficiencia y la estimación de las fronteras de producción. (Colmenares, 2007, P.15). A continuación se describirán estos grupos de técnicas.

1.3.3.1. Técnicas Relacionadas Con La Productividad De Los Factores

Entre los métodos más utilizados para la medición de la productividad de los factores, se destacan los métodos que utilizan índices de productividad y razones financieras.

1.3.3.1.1. Índices de Productividad

La productividad de una empresa se mide a través de una serie de indicadores relacionados y se evalúa mediante su comparación con la de otras empresas. Entre los Índices más destacados se encuentran:

Productividad parcial y Productividad Total

Las productividades parciales relacionan la producción con un insumo (trabajo, o capital), pero este tipo de mediciones no muestran la eficiencia conjunta de la utilización de todos los recursos por lo que es importante tener una medida simultánea de la eficiencia en la utilización conjunta de los recursos; es decir, una medida de la productividad total de los factores.

La productividad total de los factores no es directamente observable en una industria, por ello, el desarrollo de metodologías para su estimación ha sido un tema constante en la literatura económica.

Mediciones multifactoriales.

Las mediciones multifactoriales relacionan la producción con un índice ponderado de los diferentes insumos utilizados.

1.3.3.1.2. Razones financieras

Las Razones financieras (también llamadas ratios financieros o indicadores financieros), son coeficientes que proporcionan unidades contables y financieras de medida y comparación, a través de las cuales, la relación (por división) entre sí de dos datos financieros directos, permiten analizar el estado actual o pasado de una organización, en función a niveles óptimos definidos para ella. Dentro de los ratios financieros más utilizados se encuentran el valor agregado y el posicionamiento financiero.

Tradicionalmente se ha recurrido al análisis de ratios financieros para evaluar el rendimiento empresarial. Sin embargo, este tipo de análisis de presenta una serie de limitaciones, entre las que cabe destacar el hecho de que sólo *considera dos dimensiones de la actividad* y que presenta *dificultades para comparar varias empresas*, por las diferencias existentes en los métodos contables de valorización de inventarios, cuentas por cobrar y activo fijo.

1.3.3.2. Técnicas Para El Análisis De La Eficiencia Productiva.

En los estudios empíricos sobre la medición de la eficiencia y por ende el análisis de fronteras de producción, se distinguen tres enfoques: los *Métodos paramétricos*, *no paramétricos* y aquellos que usan las *técnicas estadísticas multivariantes*. En tanto los dos primeros fueron desarrollados explícitamente para el estudio empírico de las fronteras y así determinar una jerarquización de las unidades (firmas, individuos, entidades) en términos de sus eficiencias productivas. El tercero no es sino una utilización de las características básicas de esas técnicas. (Mutis, 2006. P.260).

La principal diferencia entre el Método Paramétrico y el Método no paramétrico, radica en la necesidad de especificar o no una forma funcional para la función de producción. (Benedetti, 2010. P. 18).

Dentro de las Técnicas Paramétricas se destaca el Análisis de frontera estocástica, y para las no paramétricas sobresale el análisis envolvente de datos. A continuación se describen más a fondo cada una de estas técnicas.

1.3.3.2.1. Análisis de Fronteras estocásticas – FE.

Para el análisis de Frontera estocástica, se especifica una función de comportamiento eficiente (ya sea función de producción, de beneficios o de costos), a la que se añaden dos perturbaciones: una simétrica, que recoge el ruido aleatorio, y otra sesgada, que refleja la ineficiencia.

Mediante las técnicas econométricas se estiman los parámetros de la frontera, donde usualmente se postula una determinada distribución estadística para cada una de las dos perturbaciones y se realiza la estimación por máxima verosimilitud.

Finalmente se calcula la eficiencia de cada unidad a partir del valor estimado para la perturbación de carácter sesgado anteriormente mencionada.

Los modelos de FE presentan como principales limitaciones, la necesidad de especificar una forma funcional para la frontera, la dificultad para incorporar organizaciones con multiproducto, la caracterización de la distribución del término de ineficiencia.

1.3.3.2.2. Análisis Envolvente de datos – DEA

Esta técnica de programación matemática permite comparar la eficiencia técnica de las organizaciones que operan en un entorno similar y que se caracterizan por tener multidimensionalidad tanto de inputs como de outputs. (Martín, Puerto, 2007. P.7).

De esta forma, trata de determinar cuáles son las Unidades de Toma de Decisiones que forman la superficie envolvente, aquellas que resulten eficientes pertenecerán a dicha frontera y las ineficientes quedarán envueltas por ella. (Lema, Delgado, 1998. P.7). Adicionalmente la utilización de datos longitudinales permite comparar una unidad consigo misma en múltiples años, discriminar entre unidades eficientes, dotar de mayor robustez a los datos, y disminuir el problema de estudios con muestras pequeñas. (Martín, Puerto, Op. Cit., P.145).

Esta técnica no incorpora la presencia de ruido estadístico, es decir mide el error aleatorio como si fuera ineficiencia, su incapacidad para incluir perturbaciones aleatorias hace que sus resultados sean muy sensibles a errores de medida y de especificación del modelo. (Lema, Delgado, Op. Cit., P.7).

A pesar de lo anterior el DEA es posee como gran ventaja su flexibilidad, ya que se adapta a modelos multiproducto e impone condiciones menos restrictivas en cuanto a la tecnología de referencia. (Ibíd. P.7). Este tipo de metodologías no impone ninguna especificación funcional. (Acevedo, Ramírez, Op. Cit., P.93).

1.3.3.2.3. Técnicas estadísticas multivariantes

Las técnicas de Análisis Multivariante son cada vez más utilizadas en el ámbito empresarial. Actualmente, muchas empresas actúan en mercados muy competitivos y dinámicos que exigen información cada vez más exhaustiva y especializada. El análisis estadístico Multivariante facilita un conjunto de herramientas muy útiles para describir, diagnosticar y pronosticar las características y evolución de los mercados y, por tanto, resultan esenciales para satisfacer la demanda de información de las empresas. (Fernández, 2004, P.261).

Sin embargo, para ser considerado verdaderamente un análisis Multivariante, todas las variables debe ser aleatorias y estar interrelacionadas de tal forma que sus diferentes efectos no puedan ser interpretados separadamente con algún sentido.

Las Técnicas Multivariantes realizan el análisis simultáneo de más de dos variables que no tienen por qué estar definidas de la misma manera, es decir, permite analizar conjuntamente tanto variables cuantitativas como cualitativas. (Sánchez, 2008. P.82). A hora bien, las técnicas de Análisis Multivariante constituyen las herramientas más adecuadas para estudiar aquellos fenómenos complejos donde intervienen multitud de variables y factores, sin embargo son fácilmente comprensibles sin necesidad de entrar en una formulación matemática desde el aspecto práctico.

Estas técnicas se clasifican en dos grandes grupos: Métodos de interdependencia y métodos de dependencia.

Métodos de interdependencia:

Estudian la interrelación entre todas las variables como un conjunto. Su objetivo puede ser organizar los datos reduciendo su dimensionalidad y haciéndolos más manejables para el investigador u ofrecer una mayor comprensión global de su estructura subyacente. (Molina, Op. Cit., P.53).

Dentro de los métodos de interdependencia hacen parte los siguientes:

- Análisis de grupos (Cluster)
- Análisis factorial de componentes principales
- Análisis factorial de correspondencias
- Análisis multidimensional

Métodos de dependencia:

Estudian el efecto de una o más variables dependientes a través de dos o más variables independientes, para explicar un fenómeno y/o realizar un análisis como base de una predicción. (Ibíd., P.53)

- Análisis de regresión Lineal, múltiple y logística.
- Análisis de detección automática de interacciones (AID)
- Análisis discriminante
- Análisis conjunto

1.3.4. Proceso Analítico Jerárquico – AHP

Dentro del Análisis de Decisiones o técnicas Multicriterio se encuentra el método participativo de ponderación denominado Proceso Analítico Jerárquico, AHP (Analytical Hierarchy Process). Este método es una herramienta que fue diseñada a finales de los ochenta por Thomas Saaty, para apoyar la toma de decisiones multicriterio a través de la construcción de un modelos de jerarquías que organiza la información de un problema complejo en partes descompuestas para su fácil análisis (Mariani, 2010). El modelo jerárquico representa el problema objeto de estudio, mediante criterios de evaluación y alternativas planteadas inicialmente, y con la asignación de preferencias a estos elementos, se podrá deducir cuál o cuáles son las mejores alternativas y tomar una decisión final óptima (Maurtua, 2006, P.2).

Para entender mejor el procedimiento de la metodología, se hace necesario definir los conceptos de alternativa, criterio y preferencias. Las alternativas son entidades especiales sobre las que se aplican los criterios de evaluación para formar la matriz de decisión. Los criterios de evaluación son una regla de valoración del cumplimiento de un objetivo y relacionan el objetivo con atributos medibles sobre el terreno. Las preferencias son valores de peso que asignan personas expertas en el campo en que se aplicara la metodología, a cada uno de los criterios de evaluación. La suma de los pesos de todos los criterios dentro de una alternativa, debe resultar en una unidad.

Ahora bien, los pasos de esta metodología empiezan con la comparación por pares entre los criterios contra los criterios y las alternativas contra alternativas, atribuyendo valores numéricos a las preferencias o importancias señaladas por los decisores de un elemento sobre otro, con relación al objetivo propuesto. Estas valoraciones de importancia se realizan según una escala de valor de preferencias propuesta por Saaty y se representan mediante matrices que enfrentan los criterios y alternativas en filas y columnas. La siguiente es la escala de valor propuesta por Saaty para ponderar los juicios o preferencias de los expertos (Ibíd., P.3):

- 1: Igual importancia
- 3: Ligeramente más importante
- 5: Fuertemente más importante
- 7: Mucho más importante
- 9: Extremadamente más importante

Luego de que se tienen tanto los valores de los criterios de decisión en cada alternativa, como las valoraciones de preferencia de los expertos, se procede a normalizar estas matrices de datos. La normalización se realiza dividiendo cada valor de criterio (por matriz de datos y matriz de preferencias), entre la suma de los valores de los criterios en cada alternativa (Ibíd., 5).

Teniendo los datos normalizados, se calcula el promedio aritmético de cada alternativa de la matriz de preferencias según sus criterios, a esta media aritmética se le llama vector propio. Por último, este vector propio se multiplica con la matriz de datos normalizados y se obtiene el vector prioridad, es decir, se obtiene la alternativa prioridad según el objetivo.

Esta metodología resulta de gran utilidad, puesto que permite conciliar prioridades cuando se tiene que evaluar múltiples aspectos tanto cuantitativos como cualitativos en una decisión y por eso puede ser válido como método racional para estimar los factores de ponderación de las variables que componen un objetivo complejo. Su principal ventaja es que transparenta el proceso de definición de los pesos sobre la base de un procedimiento ampliamente utilizado. Como suele suceder con los métodos participativos, los resultados dependerán del grupo de expertos seleccionados para priorizar las variables (Mariani, Op. Cit.).

1.3.5. Antecedentes De Situación Empresarial

Las siguientes investigaciones muestran el comportamiento de las empresas a partir de los acontecimientos que ocurren tanto en el mercado, como en la estructura económica y productiva. Por lo tanto el objetivo será identificar aquellos factores que afectan la productividad, y pueden ser tenidos en cuenta como elementos claves para el desarrollo de la propuesta de diagnóstico.

- Herbert Stein y Murray Foss, realizaron un extenso estudio para determinar los principales factores relacionados con el incremento de la productividad, estableciendo que la mano de obra contribuye con un 10%, la intensidad de capital (máquinas, mejores materias primas, etc.) contribuye con un 38% y el faltante 52% hace parte de efectos multifactoriales, de los cuales un 20% es atribuido a procesos de investigación y desarrollo. Ahora bien, queda un 40% de la participación total del crecimiento de la productividad que los autores le atribuyen a las ciencias de la administración. (Aguilar, 2009, P.5).
- En un proyecto desarrollado por estudiantes y profesores de la Universidad Autónoma de Occidente se plantea un modelo logístico de administración y de control de producción aplicada a la Pyme, fundamentado en el flujo de la información y de los materiales que deben estar a tiempo en cada centro de producción y en cada punto de valoración de la productividad (Bermeo, et al, 2002). Para facilitar el desarrollo y aplicación de la herramienta de diagnóstico, se presenta tres secciones de tópicos a valorar:
 1. *La empresa y su entorno*, en la que se realiza: Análisis competitivo del grupo estratégico, Resultados de la empresa, Análisis del grupo estratégico al que pertenece el producto, Estrategia competitiva actual.
 2. *Proceso productivo*, aborda: Gestión de Materiales, Inventario, Almacenaje, Planeación, programación y control de la producción, Control de Calidad, Cliente-garantías y Recursos humanos.
 3. *Y la tecnología*, la cual comprende: Programación y control de las actividades del taller, Análisis Tecnológico y Sistemas de información.

El proyecto que fue desarrollado en INPROMEC LTDA, arrojo que las fortalezas de la Pyme se enmarcan en las operaciones con el personal capacitado, el servicio y asesoría que se da al cliente en la planta, una buena infraestructura con suficientes máquinas y la certificación de calidad. Como debilidades se consideran las entregas a destiempo, dificultad de acceder a recursos tecnológicos con intensidad alta, poco cuidado en el mantenimiento de equipos y la planeación de las operaciones para una buena logística interna y bajo desarrollo del mercadeo, siendo estos últimos de intensidad media.

- El Centro Nacional de Productividad (CNP) en el 2005 desarrolló una encuesta orientada a determinar las principales fuentes de improductividad en las empresas manufactureras colombianas, definiendo que Colombia está por debajo de las empresas encuestadas por Bain&Co en el uso de técnicas de gestión. La encuesta arrojó algunos aspectos que generan impacto de improductividades en las empresas como, la escasa utilización de las técnicas de gestión, la gestión de los materiales, la gestión del talento humano, las máquinas y los métodos. (Aguilar, Op. Cit., P.11).

- En un artículo de reflexión llamado *La Productividad como Factor de Competitividad para las Pymes - Una Perspectiva a Nivel Micro*, se plantea medir los indicadores ligados a la productividad del valor agregado como una herramienta de diagnóstico (Ibíd., P.10). Los siguientes son los planteados:
 1. Nivel salarial
 2. Productividad laboral
 3. Participación laboral
 4. Productividad del capital
 5. Razón de la utilidad operativa y el valor agregado
 6. Razón de la utilidad operativa y el capital operativo
 7. Reducción de tiempos muerto de equipo y maquinaria
 8. Reducción de consumo de materiales
 9. Reducción de “lead times”
 10. Reducción de mano de obra por reducción de producto
 11. Relación costo-beneficio general
- En un artículo llamado *Medición de la productividad empresarial* se analiza a partir de la investigación teórica los aspectos más importantes de la función de producción, productividad y su valoración.

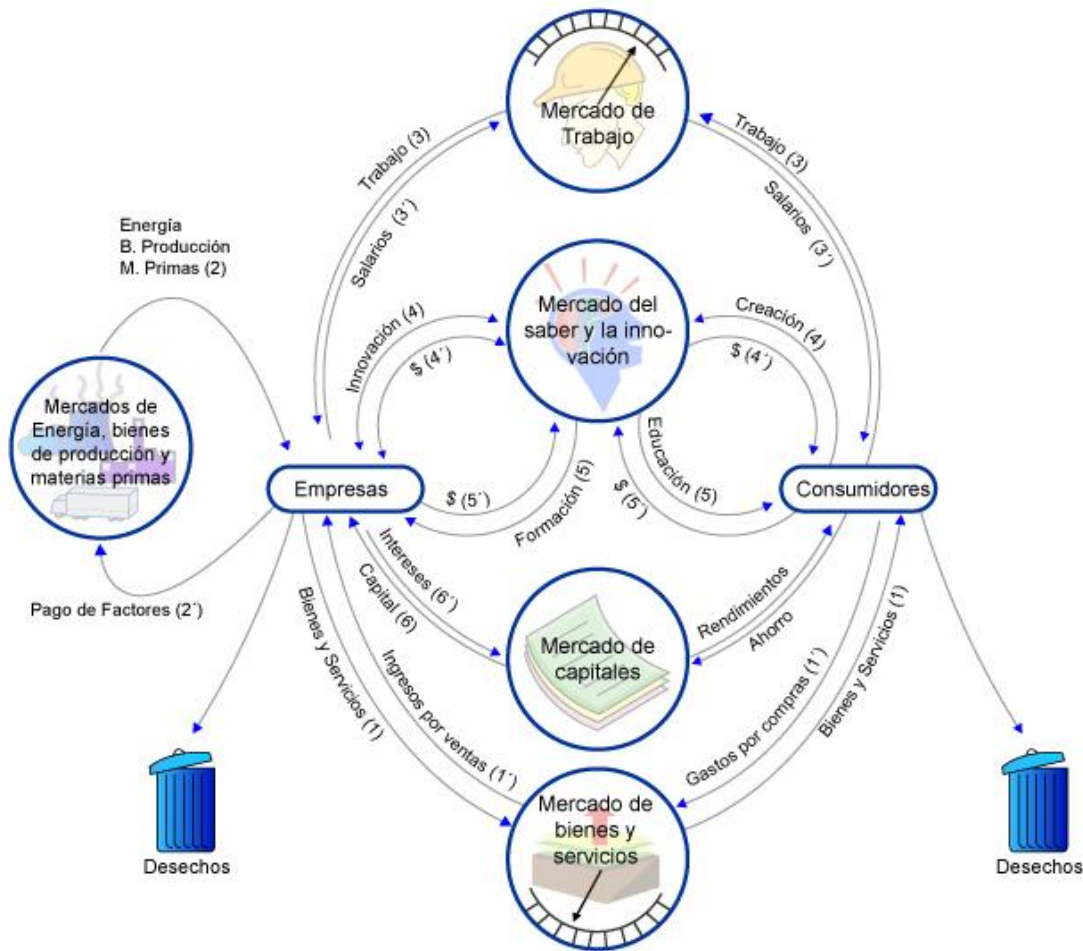
La investigación contiene un extenso marco teórico, el cual va dirigido a los temas de producción, funciones de producción, la definición de Productividad, Medición de la productividad según los distintos factores (Productividad parcial) y productividad total, el concepto de productividad usando una función de producción y las diferentes metodologías para la medición de la productividad. Se menciona que para la medición de la productividad se deben considerar como entrada los factores del sistema productivo: Capital, labor, materiales e insumos; como salidas el total de ventas o cantidad de productos o servicios generados o el valor agregado.

Posteriormente se realiza la aplicación de métodos basados en la función de producción y el Análisis envolvente de datos e índices de Malmquist sobre un grupo de clínicas tipo III ubicadas en el estado de Zulia. (Colmenares, 2007).

1.3.6. La empresa como elemento del sistema económico

En la actividad económica se destacan fundamentalmente las empresas, o unidades de producción **creadoras de utilidad**, y las unidades de consumo, siendo las primeras el órgano característico de cualquier tipo de sociedad industrial. Las empresas ponen en movimiento los flujos de energía, materiales y dinero que circulan en el mercado y en el sistema económico (Machuca et al, 1995, P.4). La *Ilustración 1* muestra de forma simplificada el funcionamiento de la empresa como elemento del sistema económico.

Ilustración 1. La empresa en la economía de mercado.



Fuente: Tomado de Machuca et al, Op. Cit., P.4.

Las empresas detectan las necesidades de los consumidores y las satisfacen mediante la elaboración de una serie de bienes y servicios, que dan lugar a un flujo entre ambos (arcos 1). Como contrapartida a este flujo de materiales, se genera un flujo monetario (arcos 1'), que partiendo de los consumidores, llega a las empresas en forma de **Ingresos por ventas**. La transacción se realiza en un elemento fundamental del sistema económico, *el mercado*, que en este caso será el de bienes y servicios.

Para la obtención de los bienes y servicios, la empresa utiliza una serie de **factores básicos** para su funcionamiento que, en el caso más general, suelen ser:

- Los **Materiales** que sirven de base a la transformación (arco 2).

- Los **Equipos productivos**, que realizarán la fabricación y /o el montaje (arco 2).
- La **Energía**, que hará funcionar la maquinaria (arco 2).
- El **Factor trabajo**, conjunto de operarios y empleados que accionarán los equipos, tratarán la información, clasificarán y dirigirán (arco 3).
- La **Información**, el conocimiento, los bienes inmateriales, poseídos por los miembros de la empresa y proceden de un saber previamente elaborado (arco 4 y 5).
- El **Capital** (arco 6), recursos financieros con los que se deberá hacer frente a las inversiones representadas por los factores anteriores.

Los factores básicos anteriormente expuestos, permiten dar cumplimiento al objetivo específico No 2 del presente proyecto de investigación: *“Identificar y determinar cómo influyen las actividades internas de las Pymes en los principales elementos del mercado, con la finalidad de establecer las dimensiones relevantes para el diagnóstico.”*

1.4. METODOLOGÍA

El presente trabajo de grado se generó a partir del proyecto de investigación de un grupo de profesores de la Escuela de Ingeniería Industrial y Estadística de la Universidad del Valle, la cual fue titulada, “Diseño metodológico para el diagnóstico del sistema productivo de las Pymes de la ciudad de Cali” (Orejuela, Op. Cit.). Dicha iniciativa toma como referencia las apuestas productivas para el sector industria, planteadas en la Agenda Interna para el Valle del Cauca.

Ahora, teniendo en cuenta lo anterior y el principal interés de este trabajo de grado, se llevaron a cabo las siguientes etapas para el cumplimiento del objetivo general y los tres objetivos específicos:

Escogencia del Sector:

De acuerdo a la previa revisión de la Agenda Interna para el Valle del Cauca se determinaron como alternativas de estudio a aquellos sectores que fueron definidos como apuestas productivas para la región, por tanto dentro del desarrollo del trabajo de grado se estudiaron y definieron las siguientes cadenas productivas:

- Confecciones.
- Cuero y sus manufacturas.
- Pulpa, Papel, Cartón, Editoriales y Artes Gráficas.

Posterior a la definición de los anteriores sectores se realizó la escogencia de aquel que fuese de mayor relevancia conforme a una serie de indicadores de producción, que fueron escogidos y valorados según el juicio de un grupo de expertos. Estos indicadores y juicios fueron procesados a través de la aplicación del método multicriterio, Proceso Analítico Jerárquico (AHP).

Herramientas de Diagnóstico:

Teniendo en cuenta las técnicas y métodos utilizados como herramientas en las aplicaciones de diagnóstico mencionadas en el estado del arte, se seleccionó el que más se ajusta a las necesidades del presente proyecto de investigación; encontrando al *Análisis Envolvente de Datos (DEA)* como el método que mayor aplicabilidad presenta tanto en organizaciones de producción, como en las de servicios.

Seguidamente se exponen los conceptos, orígenes, modelos y aplicaciones relacionados con el método DEA.

Desarrollo de la Propuesta:

El método DEA requiere que se definan unas variables denominadas de entrada y de salida, las cuales se escogieron a partir de las aplicaciones. Además, en el desarrollo de la propuesta se exponen los datos que serán utilizados, se calcula el número de empresas necesarias para la aplicación del método y se selecciona el modelo DEA a emplear, bajo el criterio de que permita procesar de manera correcta los datos disponibles y que arroje los resultados definidos de interés para la propuesta de investigación.

Resultados y Análisis:

Se realiza el cálculo de eficiencias del sector de interés. Posterior a ello, se realiza un análisis de los resultados de interés, que son arrojados por la versión Demo del Software Frontier Analyst Profesional Versión 4.

Conclusiones:

En este apartado se presentan las conclusiones más relevantes acerca del método adoptado, el desarrollo de la propuesta de diagnóstico, los resultados obtenidos a partir de la implementación del modelo, y los factores que afectan de manera más relevante el sistema productivo del sector de interés.

CAPÍTULO 2. ESCOGENCIA DEL SECTOR

A través de este capítulo se escogerá por medio de la aplicación del método multicriterio AHP, el sector industrial más representativo para la economía del país, el cual posteriormente será estudiado a nivel del departamento del Valle del Cauca. La metodología AHP permite mediante criterios y opiniones de expertos, construir un modelo jerárquico que representa la escogencia del sector (Maurtua, Op. Cit., P.2).

Para cumplir con este propósito, en primer lugar se describirán las alternativas de sectores dentro de sus cadenas productivas, luego se presentarán los diferentes criterios de evaluación que serán filtrados hasta obtener los más relevantes para evaluar en el AHP. En tercer lugar se expone en detalle, el comportamiento de los criterios de evaluación que se ingresaran en el AHP y por último se procede a aplicar el AHP.

2.1. ESTUDIO Y DEFINICIÓN DE LAS CADENAS PRODUCTIVAS O ALTERNATIVAS

A continuación se presenta una breve descripción de las alternativas propuestas, que para este caso de estudio son las cadenas productivas que fueron definidas como prioritarias para el Valle del Cauca según la Agenda Interna, las cuales son: Confecciones; Cuero y sus Manufacturas; y Pulpa, Papel, Cartón, Editoriales y Artes Gráficas (DNP, 2007-I, P.27). Dicha descripción tiene como objetivo identificar el conjunto de actividades económicas que conforman cada uno de los respectivos sectores, de manera tal que puedan ser incluidas bajo el estudio de los indicadores de producción y financieros posteriormente analizados.

Para la definición de los sectores se realizó un análisis detallado de la información contenida en documentos como la Agenda Interna para el Valle del Cauca, boletines especializados en las cadenas productivas de la industria y los Reportes sectoriales contenidos en la base de datos Bpr Benchmark¹.

2.1.1. Confecciones

2.1.1.1. Características de la cadena

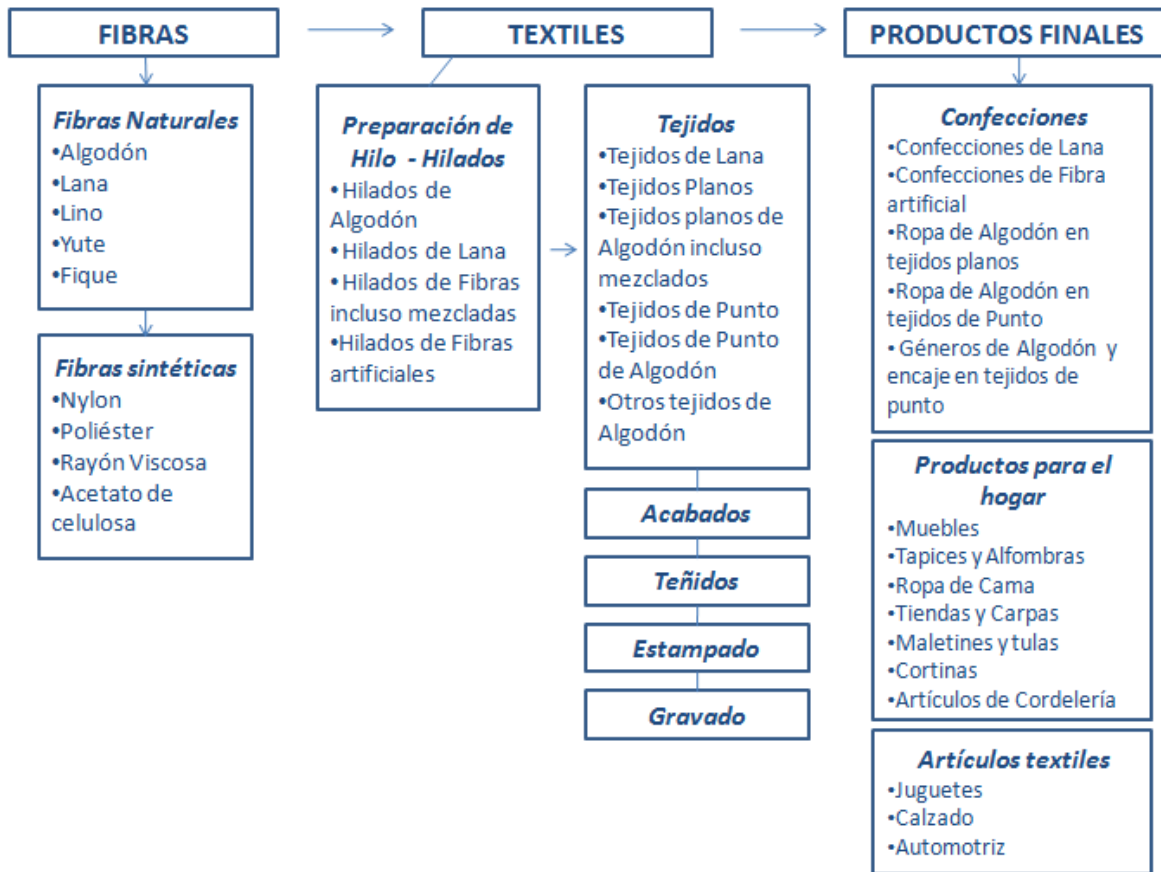
La cadena productiva fibras – textiles y confecciones se origina con la obtención y producción de fibras tanto naturales (algodón, lana, lino, yute y fique) como artificiales (Nylon, Poliéster, Rayón Viscosa, Acetato de celulosa, entre otras). Dichas Fibras son utilizadas para la obtención de textiles como: hilados y tejidos;

¹ La base de datos Bpr Benchmark ofrece documentos digitales en los cuales se pueden observar los estados financieros de los sectores empresariales. La Universidad del Valle a través de la Biblioteca Mario Carvajal tiene convenio para permitir el acceso a los estudiantes a dicha página.

filtros; materiales de aislamiento y de techar; textiles para: empaques, cuerdas, redes, alfombras y bandas transportadoras, entre otros. A partir de la transformación de los textiles mencionados anteriormente es posible obtener productos finales como confecciones, productos para el hogar y artículos textiles varios. Ver *Ilustración 2*.

En la *Ilustración 2*, se muestra cada uno de los eslabones que componen la cadena industrial Fibras – textiles y Confecciones. De esta manera, es de interés para el actual proyecto de investigación el eslabón o sector de Confecciones.

Ilustración 2. Cadena productiva Fibras - textiles y Confecciones



Fuente: Elaboración propia, tomando como referencia *Benchmark, Reporte sectorial Confecciones, Op. Cit., P. 21*

2.1.1.2. La industria textil colombiana

La industria textil colombiana se encuentra en Medellín donde se ubican las principales y más grandes empresas, y en Bogotá que al dedicarse a la producción de telas de Algodón presenta una concentración significativa de empresas medianas y pequeñas. (Benchmark, Reporte sectorial Confecciones, Op. Cit., P.18).

El desempeño de las empresas de Medellín y de Bogotá ha sido muy diferente durante los últimos años. Según Cidetexo (Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico textil Confección de Colombia), la difícil situación financiera por la que han atravesado las textileras más tradicionales de Medellín se debe principalmente a “la obsolescencia de la capacidad instalada, la estructura organizacional de las empresas, demasiado piramidal y sin adecuados mecanismos de delegación, la carga financiera con endeudamiento por encima del 70%, orientadas principalmente a la producción y la falta de estrategia empresarial”. Por el contrario, las textileras bogotanas, que por lo general son más pequeñas, han respondido a las necesidades del mercado de manera más eficiente gracias a su bajo nivel de endeudamiento, a la incorporación de nuevas tecnologías a sus equipos y a su estructura empresarial plana.

La industria colombiana de confecciones tiene una larga trayectoria. Entre 1907 y 1920 se establecieron las primeras textileras en Medellín, entre ellas Coltejer y Fabricato. El país es un importante productor de prendas de vestir y tiene la capacidad de atender la demanda del mercado doméstico casi en su totalidad. A pesar de que han aumentado las exportaciones de este eslabón durante los últimos años, todavía resulta muy difícil para los confeccionistas colombianos competir en el exterior, pues en muchos casos, los costos de producción de la competencia son menores y cuentan con un mejor acceso a materias primas de buen precio.

2.1.1.3. Debilidades y fortalezas del sector

La industria Textil y de confecciones se encuentra amenazada tanto en el mercado local como en el mercado internacional, por una serie de factores que ponen en peligro la sostenibilidad del sector. La siguiente *Tabla 2* contiene las debilidades y fortalezas de la industria textil en Colombia.

Tabla 2. Debilidades y fortalezas de la Industria Textil.

DEBILIDADES	FORTALEZAS
Informalidad y Contrabando.	Trayectoria de más de cien años en el negocio.
Competencia China en el mercado nacional e internacional.	Cercanía geográfica con el mercado Norteamericano.
Nuevas marcas internacionales con experiencia e inteligencia de mercados.	Fabricación de productos de calidad.
La vulnerabilidad y limitaciones en el mercado internacional.	La producción está integrada verticalmente.
Altos costos de producción frente a la competencia.	Recurso humano altamente calificado.
Atraso tecnológico.	Capacidad de realizar todo el proceso productivo de la cadena en Colombia.
Dificultades financieras en algunas empresas Textileras.	Acceso preferencial a mercados importantes como Estados Unidos, México, Canadá, y Mercosur.
	Reducción en los costos de las materias primas por cuenta de la liberación comercial.

Fuente: *Benchmark, Reporte sectorial Confecciones, Op. Cit., P. 24.*

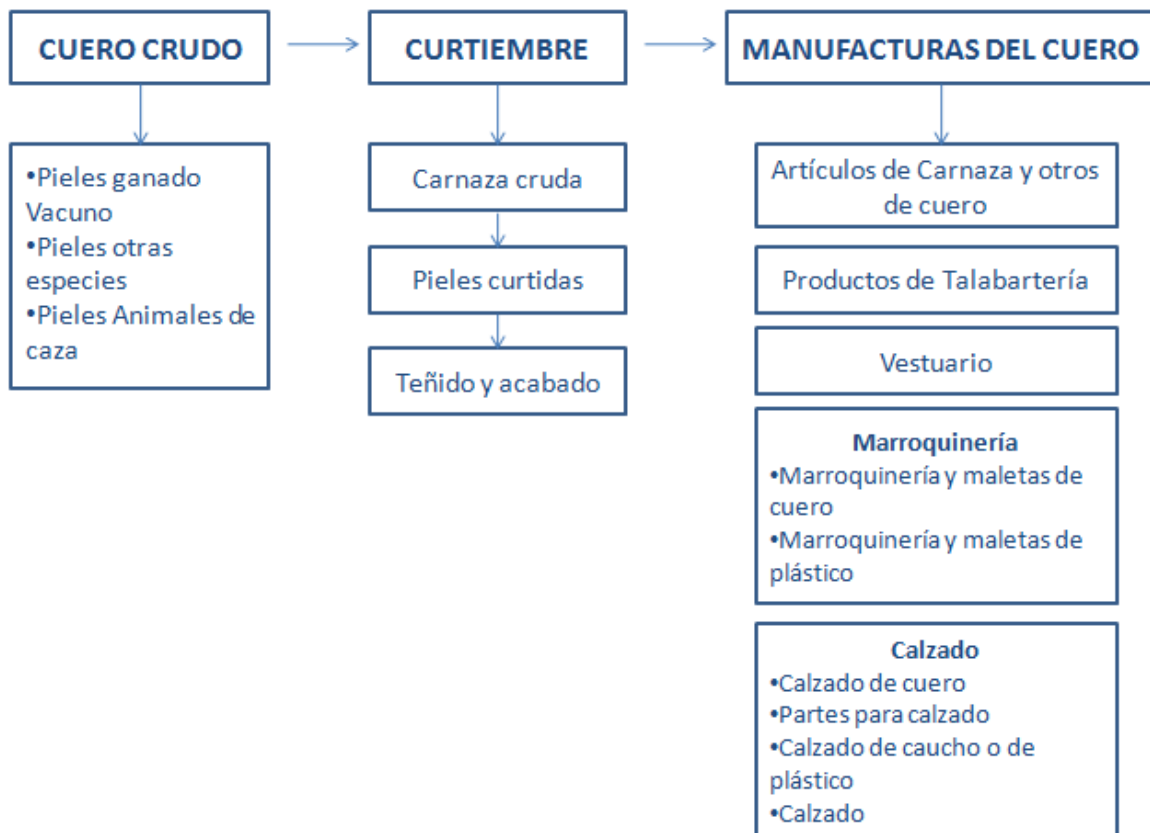
2.1.2. Cuero Y Sus Manufacturas

2.1.2.1. Características de la Cadena

La cadena productiva Cuero, curtiembre, marroquinería y calzado inicia desde la obtención de pieles crudas en mataderos frigoríficos o hatos ganaderos. Las Pieles son preparadas con el fin de darles durabilidad, de esta manera son curtidas, teñidas y se les da un acabado final. Una vez las pieles han pasado por el proceso de curtiembre, son llevadas a diferentes procesos productivos por medio de los cuales se obtienen Manufacturas del cuero como Marroquinería, Calzado, Vestuario, Productos de Talabartería, Artículos de Carnaza y Otros Artículos de Cuero. Ver *Ilustración 3*.

Dentro de la cadena productiva es de especial interés el sector Cuero y sus Manufacturas.

Ilustración 3. Cadena productiva Cuero - Curtiembre y Calzado



Fuente: Elaboración propia, tomando como referencia *Benchmark, Reporte sectorial Cuero, curtiembre, marroquinería y calzado, Op. Cit., P.19*.

2.1.2.2. La cadena del Cuero, Curtiembre, Marroquinería y Calzado en Colombia.

Se presenta una inadecuada explotación de la tierra que es destinada las actividades de ganadería en Colombia, esto se evidencia en la baja productividad de la ganadería en el país, la cual resulta baja en comparación con el promedio mundial: mientras la tasa promedio de extracción de bovinos de 1990 a 2003 fue del 14%, el promedio mundial fue de 20%.

Así mismo, durante estos años, el crecimiento de la actividad ganadera en el país fue de solo 0,2%. Adicionalmente, la productividad de la actividad ganadera según el criterio de tasa de extracción está siete puntos por debajo del promedio mundial.

En Colombia, el curtido de pieles es llevado a cabo simultáneamente por grandes empresas que hacen uso de tecnologías importadas, provenientes especialmente de Italia y Alemania, y por pequeños talleres que realizan procesos de curtido artesanal y que no cuentan con condiciones de seguridad ni sostenibilidad ambiental.

En general, el 77% de las curtiembres del país son microempresas; el 19%, pequeñas empresas, el 3%, medianas empresas, y el 1%, grandes empresas. El mayor número de curtiembres está concentrado en Cundinamarca, especialmente en Villapinzón, Cogua y Chocontá. Cundinamarca y Bogotá juntos concentran aproximadamente el 81% de las curtiembres del país y el 38% de la producción total.

El origen de los procesos de elaboración de manufacturas de cuero y calzado es artesanal. Esto permite que sobrevivan al mismo tiempo grandes empresas con tecnologías de punta y pequeñas y medianas empresas que realizan procesos artesanales y que tienen una evolución tecnológica lenta.

Adicionalmente, estos subsectores se enfrentan a una fuerte competencia, por una parte de países como China cuyos grandes volúmenes y bajos costos de producción están desplazando la demanda del mercado interno, y por otra, de productos a bajo costo que ingresan al país como contrabando.

2.1.2.3. Debilidades y fortalezas del sector

La industria del Cuero, curtiembre, marroquinería y calzado se encuentra amenazada tanto en el mercado local como en el mercado internacional, por una serie de factores que ponen en peligro la sostenibilidad del sector. A continuación en la *Tabla 3*, se pueden apreciar las debilidades y fortalezas del sector en Colombia.

Tabla 3. Debilidades y fortalezas de la Cadena del Cuero, Curtiembre, Marroquinería y Calzado.

	DEBILIDADES	FORTALEZAS
PIELES Y CUERO	Considerar la piel como subproducto de la Carne.	Extensión de la actividad ganadera.
	Inadecuados procesos de sacrificio y desuello, escasa tecnificación en el frigorífico.	Recientes inversiones en tecnificación de los frigoríficos.
	Inadecuados procesos de almacenamiento y transporte de pieles.	Aun con las limitaciones de calidad de las pieles, las curtiembres logran acabados de gran calidad.
	Mal manejo del ganado en los hatos, restándole calidad a las pieles.	Mejoras en el tipo de explotación ganadera.
	Costo ambiental de la curtiembre.	Tecnificación progresiva del proceso de desuello.
	Baja inversión en tecnología que mejore la productividad y reduzca el impacto ambiental de la industria del curtido.	Demanda internacional creciente de Pieles.
	Ausencia de programas de descontaminación y certificaciones medioambientales en las curtiembres.	Acuerdos comerciales y preferencias arancelarias.
	Lenta evolución tecnológica.	Inversiones en producción limpia y certificaciones en calidad y medio ambiente para las curtiembres.
MANUFACTURA Y CALZADO	Informalidad y contrabando en la industria de manufactura y calzado.	Mejoras en el diseño y calidad para acceder al mercado europeo.
	Deficiencias en diseño y calidad.	Establecimiento de esquemas asociativos para elevar los niveles de productividad y competitividad.
	Ausencia de esquemas asociativos.	Realización de ferias, misiones comerciales y show rooms/ vitrinas de exposición, con el fin de promocionar los productos.
	Métodos obsoletos de conversión y tratamiento de pieles.	
	Fuertes restricciones medioambientales que afectan las curtiembres.	
	Alta competencia internacional por calidad y diseño.	
	Ausencia de economías de escala.	
	Contrabando de productos terminados.	
	Entrada masiva de productos asiáticos a muy bajo costo.	
	Desplazamiento de la demanda interna de calzado hacia productos importados, especialmente desde china.	

Fuente: *Benchmark, Reporte sectorial Cuero, curtiembre, marroquinería y calzado, Op. Cit., P.24.*

2.1.3. Pulpa, Papel, Cartón, Editoriales Y Artes Gráficas

2.1.3.1. Características de la Cadena

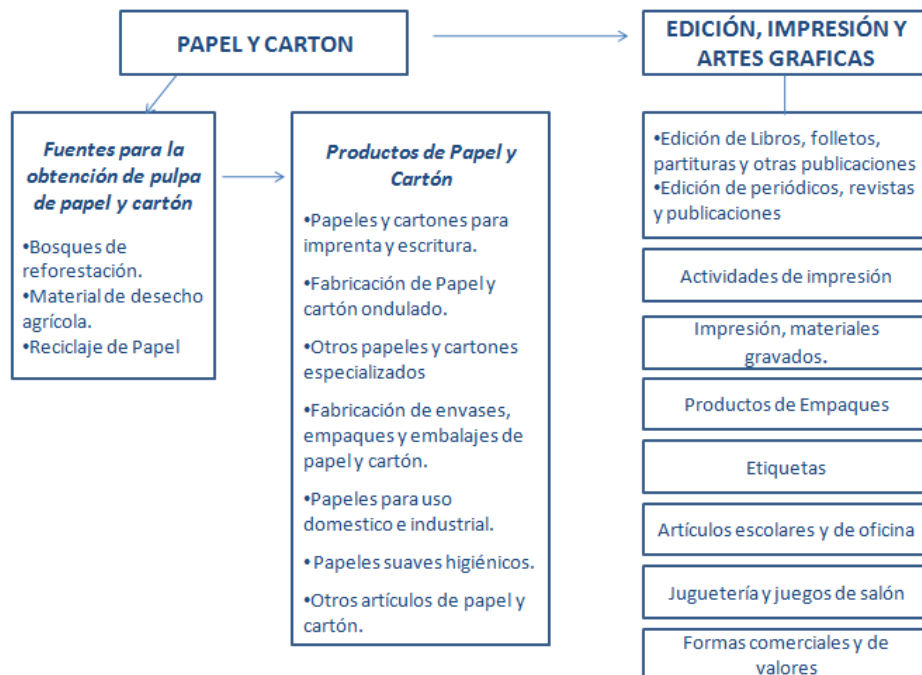
La cadena productiva del Pulpa, Papel, Cartón, Editoriales y Artes gráficas, se compone de dos tipos de actividades industriales, en primera instancia la fabricación de papel, cartón y productos, seguido de las actividades relacionadas con Artes gráficas de la cual hacen parte la edición, impresión y reproducción (Secretaría de Planeación, 2009. P.8).

El sector Papel, Cartón y sus productos, inicia con la obtención de pulpa de papel y cartón a partir de fuentes como bosques de reforestación, material de desecho agrícola y reciclaje de papel. Posteriormente con la transformación a gran escala de la pulpa de papel y cartón, se derivan productos como: Papeles y cartones para imprenta y escritura; Fabricación de Papel y cartón ondulado; Fabricación de envases, empaques y embalajes de papel y cartón; Papeles para uso doméstico e industrial y Papeles suaves higiénicos.

El sector Artes Gráficas utiliza como materia prima los productos derivados de la pulpa de Papel y cartón, de esta manera se obtienen : Edición de libros, folletos, partituras y otras publicaciones; Edición de periódicos, revistas y publicaciones periódicas; Impresiones y materiales gravados; artículos escolares y de oficina; variados tipos de empaques y etiquetas, entre otros. Ver *Ilustración 4*.

Es de interés para el actual proyecto de investigación el eslabón o sector de Edición, impresión y artes gráficas.

Ilustración 4. Cadena productiva Papel, Cartón, Edición y Artes graficas



Fuente: Elaboración propia, tomando como referencia *Benchmark, Reporte sectorial Editorial Cuero, 2009. P. 19*

2.1.3.2. La industria de Pulpa, Papel, Cartón, Editoriales Y Artes Gráficas en Colombia

DNP a través del documento sectorial de la cadena de la pulpa, papel, Cartón, Industria gráfica e Industria editorial, afirma que el Valle del Cauca, Bogotá y Antioquia concentran el 77,64% de la producción de la cadena. Estos departamentos generan el 35.19%, el 23.88% y el 18.57% del total de la producción respectivamente. (DNP, Documento sectorial cadena pulpa, papel, Cartón, Industria gráfica e Industria editorial, 2007. P.18)

La producción de papel está principalmente en el Valle del Cauca, departamento que en 2004 produjo el 88,1% de los papeles y cartones para imprenta y escritura del país, 68,7% de papeles para empaques y tuvo una participación importante en la fabricación de pulpa para papel y cartón. El análisis realizado por la Cámara de Comercio de Cali para establecer los lineamientos estratégicos de la región frente al TLC, definió que sector pulpa, papel y cartón contaba con potencial de desarrollo en el mercado americano debido a que la producción en el departamento y la demanda en Estados Unidos, han crecido significativamente.

La productividad de la industria vallecaucana del papel fue superior al promedio nacional, según se puede ver en la Gráfica 5. A pesar del importante desarrollo que ha tenido esta industria en el departamento, su ubicación, los costos de la energía eléctrica, la insuficiencia de redes de energía y el déficit en la generación de energía propia, son obstáculos para el desarrollo del sector.

Las imprentas editoriales, por su parte, se encuentran concentradas en Bogotá y representan el 6,4% del PIB industrial y el 8% de las exportaciones industriales de Bogotá- Cundinamarca. En el 2004, esta ciudad contribuyó con el 82% de la producción de pre prensa y edición, el 97% de los libros, el 67,5% de las publicaciones periódicas y el 67,6% de los materiales comerciales y publicitarios.

En Bogotá, el sector está compuesto sobre todo por micro y pequeñas empresas que han ido consolidando su posición en el mercado nacional. Sus ventajas, según la Cámara de Comercio de Bogotá, son su capacidad de adaptarse a los avances tecnológicos y de atraer inversión extranjera directa.

Al igual que la producción total del país en este sector, las exportaciones se encuentran concentradas en Valle del Cauca, Cundinamarca, Antioquia y Bogotá que significan el 43%, el 26,5%, el 12,5% y el 9,6% respectivamente al valor total. Los productos exportados dependen de la especialización productiva de cada departamento: como en la producción total, Valle y Antioquia exporta sobre todo papeles de diferentes tipos, mientras Cundinamarca y Bogotá, impresos y editoriales.

2.1.3.3. Debilidades y fortalezas del sector

El sector Pulpa, Papel, Cartón, Editoriales Y Artes Gráficas presenta grandes fortalezas, y a la vez enfrenta algunos problemas que afectan el desempeño de las actividades en el mercado. La *Tabla 4* presenta las debilidades y fortalezas del sector en la economía.

Tabla 4. Debilidades y fortalezas de la cadena Pulpa, papel, cartón, editoriales y artes graficas

DEBILIDADES	FORTALEZAS
Los procesos de reciclaje son deficientes y sus costos son altos.	Colombia cuenta con altas tasas de utilización de papeles y cartones de desecho.
En Colombia; el consumo per cápita de pulpa, papel, cartón y productos de la industria gráfica es bajo.	La cadena cuenta con larga trayectoria y conocimiento del mercado nacional y en la representación de empresas líderes a nivel mundial.
Los costos de la energía y del transporte son altos, relacionados con los demás costos de producción.	Los productos de pulpa y papel colombianos son de excelente calidad y permiten al sector expandirse a mercados regionales cercanos e incluso, a Estados Unidos.
Los índices de lectura en el país son deficientes.	Los productos de la industria gráfica son de alta calidad.
La piratería y el contrabando afectan enormemente a las empresas de la cadena.	La industria gráfica nacional tiene una larga trayectoria exportadora.
Las vías que conectan los centros de producción con los puertos no están en buen estado, dificultando el cumplimiento de los tiempos de entrega.	El aparato productivo ha tenido un cambio tecnológico dinámico, que ha posicionado al sector como un productor competitivo a nivel internacional, con una oferta diversificada.
El acceso a fuentes de financiación es difícil debido a las exigencias para el desembolso de crédito.	
Existe escasez de trabajadores calificados.	
Los países a los que se exporta la mayoría de los productos de la cadena sufren de inestabilidad macroeconómica.	

Fuente: DNP, *Documento sectorial cadena pulpa, papel, Cartón, Industria gráfica e Industria editorial*, Op. Cit. P.24.

2.2. DEFINICIÓN DE LOS CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Para escoger los criterios a utilizar en el AHP, se tuvieron en cuenta indicadores relacionados con la Actividad Pyme, Estructura sectorial, Relaciones de costo, Precios, Comercio Exterior y Situación financiera, todos estos contenidos en el estudio *Mercados Pyme 2010* (Anif, 2010, P.7). Este estudio recopiló los resultados obtenidos en la Encuesta Anual Manufacturera (EAM) correspondiente al año 2007, la cual partió de una muestra de 7.257 establecimientos, de estos 792 correspondieron a la gran empresa, 1.065 a las microempresas y 5.400 a las pequeñas y medianas empresas a nivel Nacional.

A continuación se encuentra en una serie de tablas, la definición de los posibles criterios de evaluación por segmentos de indicadores, empezando con los indicadores de actividad Pyme en la *Tabla 5*.

Tabla 5. Definición indicadores Actividad Pyme

Indicador	Definición
Personal Ocupado (No. empleados)	Este indicador corresponde al total de personas ocupadas por los establecimientos industriales, permanentes (planta) y temporales contratadas directamente por la empresa o a través de agencias. Se incluyen los propietarios, socios y familiares no remunerados, que trabajen en el establecimiento. No se contabilizan dentro del personal permanente aquellos trabajadores en licencia ilimitada y no remunerada, en servicio militar, pensionados, miembros de la junta directiva de la empresa a quienes se paga únicamente por la asistencia a las reuniones, los propietarios, socios y familiares que no trabajen en el establecimiento, ni los trabajadores a domicilio.
Número de establecimientos	Es la cantidad de establecimientos industriales que conforman cada uno de los respectivos sectores.
Producción Bruta (\$Miles)	Este indicador se refiere al valor en pesos de la producción generada por cada sector industrial de interés que es analizado dentro de la <i>Gran encuesta Pyme 2010</i> .
Valor Agregado (\$ millones constantes de 2006)	Es el valor adicional que adquieren los bienes y servicios al ser transformados durante el proceso productivo. El valor agregado o producto interno bruto es el valor creado durante el proceso productivo.

Fuente: Elaboración propia

La siguiente *Tabla 6* contiene las definiciones de los indicadores del segmento Estructura Sectorial, los cuales describen el comportamiento de las condiciones y resultados del sector.

Tabla 6. Definición indicadores de Estructura Sectorial

Indicador	Definición
Índice de Competitividad del costo laboral (\$ Miles de 2006)	El índice de competitividad del costo laboral es el valor agregado generado por cada \$1.000 invertidos en el pago de los costos laborales.
Índice de Productividad laboral (\$ Miles de 2006)	El índice de productividad laboral se define como el valor agregado real generado por cada trabajador ocupado en un determinado período.
Índice de temporalidad laboral (veces)	Se define como la proporción entre el número de trabajadores permanentes y el número de empleados temporales que laboraron durante el año analizado.
Índice de intensidad del capital (\$Miles de 2006)	Este índice se calcula como el cociente entre los activos fijos (a precios constantes de 2006) y el personal permanente.
Índice de eficiencia en procesos (%)	El índice de eficiencia en proceso determina el porcentaje de consumo intermedio que se transforma en valor agregado al final del proceso productivo.
Índice de contenido del Valor Agregado (%)	Se define como la proporción de la producción bruta representada en el valor agregado.

Fuente: Elaboración propia

Los indicadores de relaciones de costo dan una mirada de cuan efectivo es el uso de los recursos en la producción y la definición de ellos se encuentra en la siguiente *Tabla 7*.

Tabla 7. Definición indicadores de Relaciones de Costo

Indicador	Definición
<i>Índice de costo unitario laboral (%)</i>	Es el porcentaje que representan los costos laborales con relación al valor de la producción bruta.
<i>Costo laboral / Ingresos por ventas (%)</i>	Muestra el peso relativo de las cargas laborales sobre el ingreso por ventas, por tanto entre mayor sea este indicador, menor será el margen operacional.
<i>Costo de las materias primas/ Ingresos por ventas (%)</i>	Es la proporción de los ingresos que se deben destinar al cubrimiento de los costos de materias primas.
<i>Costo de la materia prima importada/ costo total de las materias primas (%)</i>	Es la porción de costos de la materia prima importada del total de costos de materias primas.
<i>Energía eléctrica comprada/ ingresos por ventas (%)</i>	A través de este indicador se calcula el peso relativo del costo de la energía eléctrica consumida por cada uno de los sectores sobre el valor de sus ventas.

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los precios, se tuvo en cuenta los costos de insumos o materias primas a los que productores estuvieron expuestos, ver definición en *Tabla 8*.

Tabla 8. Definición indicadores de Precio

Indicador	Definición
<i>Índice de Precios al productor (% , crecimiento geométrico del 2000-2008)</i>	Es el porcentaje de variación presentado en el periodo del 2000 al 2008 en los precios de los insumos para los sectores industriales.

Fuente: Elaboración propia

Se definieron como posibles indicadores a los dos principales datos de comercio exterior, que corresponden a las exportaciones e importaciones de bienes y servicios. Estos indicadores puntualizan el nivel de internacionalización de una economía, que para este caso son los sectores y se definen en la siguiente tabla.

Tabla 9. Definición indicadores de Comercio Exterior

Indicador	Definición
<i>Exportaciones (Variación % anual del acumulado en doce meses a Marzo de 2010)</i>	Es el porcentaje de variación que presentan las exportaciones en doce meses a Marzo del 2010.
<i>Importaciones (Variación % anual del acumulado en doce meses a Marzo de 2010)</i>	Es el valor acumulado en un año de las importaciones colombianas para el conjunto de sectores analizados.

Fuente: Elaboración propia

Por último tenemos el segmento de situación financiera, que estudia la posibilidad del sector económico de generar riqueza, ver *Tabla 10*.

Tabla 10. Definición indicadores de Situación Financiera

Indicador	Definición
Margen operacional (%)	El margen operacional es la razón entre la utilidad operacional y el ingreso operacional. En otras palabras es el porcentaje que queda de los ingresos operacionales una vez descontado el costo de venta.
Rentabilidad del activo (%)	Este indicador mide la razón entre la utilidad neta y el total de activos. Muestra cuánta utilidad genera la actividad productiva de la empresa frente a las inversiones realizadas.
Razón corriente (Veces)	Este indicador se calcula como el activo corriente sobre el pasivo corriente e indica cual es la capacidad del sector para hacer frente a sus obligaciones a corto plazo.
Razón de endeudamiento (%)	Se entiende como la relación entre el total de los pasivos y el total de los activos del sector. Esta relación muestra que proporción del valor de los bienes del sector ha sido financiada con recursos de terceros.
Crecimiento en Ventas 2008 -2009 (%)	Es el porcentaje de variación en el crecimiento de las ventas comprendido en el periodo del 2008 al 2009, para los sectores analizados en el estudio de <i>La gran encuesta Pyme 2010</i> .

Fuente: Elaboración propia

Una vez definidos los indicadores, se procede a establecer cuáles de estos se convertirán en criterios de evaluación. Este proceso fue resuelto por medio de la evaluación de los criterios, donde un grupo de expertos conformado por profesores de las diferentes áreas de estudio de la escuela de Ingeniería Industrial y Estadística de la Universidad del Valle le otorgó a su juicio, la importancia a cada uno de los indicadores. Fue necesaria la escogencia de los expertos en diferentes áreas de investigación con la finalidad de evitar que se sesgaran las opiniones y así poder contar con información confiable.

En la siguiente *Tabla 11* se presenta el área de estudio al que pertenecen los profesores que participaron en el proceso.

Tabla 11. Grupo de Expertos

Experto	Área
Persona 1	Producción
Persona 2	Producción
Persona 3	Producción
Persona 4	Producción
Persona 5	Logística
Persona 6	Logística
Persona 7	Mercadeo
Persona 8	Finanzas
Persona 9	Calidad
Persona 10	Finanzas
Persona 11	Economía

Fuente: Elaboración Propia.

Ahora, cada experto calificó en una escala de cero a cinco, la importancia de los indicadores, otorgándole el valor de cero a aquellos que no son relevantes para la comparación, el valor de uno a los poco importantes y el calificativo de cinco al de mayor importancia, bajo el principio de considerar solo aquellos indicadores que permitan la comparación entre sectores, teniendo en cuenta que se desea identificar el sector más importante para la economía por su aporte tanto a la sociedad como a la industria.

La *Tabla 12* muestra la calificación que fue otorgada por cada experto a cada uno de los grupos de indicadores provenientes de la Encuesta Anual Manufacturera.

Tabla 12. Calificación otorgada por los Expertos a los indicadores de la EAM

			Persona 1	Persona 2	Persona 3	Persona 4	Persona 5	Persona 6	Persona 7	Persona 8	Persona 9	Promedio	Desviación estándar
1. ACTIVIDAD PYME	1	Personal ocupado (No.)	5	4	4	5	4	5	5	2	5	4,3	1,0
	2	Número de establecimientos (No.)	5	0	0	2	2	2	4	0	0	1,7	1,9
	3	Producción Bruta (\$Miles)	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4,4	0,5
	4	Valor Agregado (\$millones constantes de 2006)	5	5	4	5	5	3	4	4	4	4,3	0,7
2. ESTRUCTURA SECTORIAL	5	Índice de Competitividad del costo laboral (\$Miles de 2006)	4	3	1	5	2	4	2	1	0	2,4	1,7
	6	Índice de Productividad laboral (\$Miles de 2006)	4	5	2	5	2	4	1	1	3	3,0	1,6
	7	Índice de Temporalidad Laboral (veces)	5	5	0	5	2	2	4	0	2	2,8	2,0
	8	Índice de Intensidad del capital (\$Miles de 2006)	4	3	2	3	2	3	3	1	4	2,8	1,0
	9	Índice de Eficiencia en Procesos (%)	4	5	4	4	4	4	4	3	3	3,9	0,6
	10	Índice de contenido de valor agregado (%)	4	5	1	5	5	3	4	1	0	3,1	2,0
3. RELACIONES DE COSTO	11	Índice de costo unitario laboral (%)	5	0	1	5	3	3	1	0	0	2,0	2,1
	12	Costo laboral/ingresos por ventas (%)	5	4	1	5	4	4	4	1	0	3,1	1,9
	13	Costo de las materias primas/ ingresos por ventas (%)	5	2	4	5	5	0	4	4	3	3,6	1,7
	14	Costo de las MP importadas/costo total de las MP (%)	5	2	3	2	3	0	1	4	3	2,6	1,5
	15	Energía eléctrica comprada/ ingresos por ventas (%)	3	3	1	0	3	0	0	3	3	1,8	1,5
4. PRECIOS	16	Índice de precios al productor (%; crecimiento geométrico del 2000 - 2008)	3	3	0	1	3	3	1	0	0	1,6	1,4
5. COMERCIO EXTERIOR	17	Exportaciones (Δ % anual a marzo de 2010)	5	5	5	5	5	5	4	5	4	4,8	0,4
	18	Importaciones (Δ % anual a marzo de 2010)	4	3	3	1	2	3	1	5	4	2,9	1,4
6. SITUACION FINANCIERA	19	Margen operacional (%)	5	4	2	5	5	4	4	3	3	3,9	1,1
	20	Rentabilidad del activo (%)	5	5	2	5	3	4	1	2	0	3,0	1,9
	21	Razón corriente (veces)	5	5	0	4	3	2	1	0	0	2,2	2,1
	22	Razón de endeudamiento (%)	4	3	1	0	4	2	0	3	2	2,1	1,5
	23	Crecimiento en ventas 2008 – 2009 (%)	5	4	4	5	3	4	4	5	4	4,2	0,7

Fuente: Elaboración Propia.

A partir de la valoración que proporcionó cada experto, se calculó el promedio de importancia de los indicadores y la desviación estándar. Estas dos medidas permiten generar los criterios para seleccionar los indicadores, siendo estos criterios: que el indicador obtenga una calificación mayor o igual a cuatro y que la desviación estándar sea menor o igual a uno, con el objetivo de garantizar la escogencia de datos no dispersos y de mayor importancia según las calificaciones otorgadas. De esta forma los indicadores que finalmente fueron seleccionados para el proceso de evaluación y escogencia del sector fueron: *Personal Ocupado*, *Producción Bruta*, *Valor Agregado*, *Exportaciones* y *Crecimiento en Ventas*.

Para seguir la metodología del AHP, se debe contar con la información de los criterios de evaluación en cada una de las alternativas, por tanto, a continuación se procederá a describir el comportamiento de cada uno de los indicadores seleccionados en cada uno de los sectores anteriormente descritos.

- **Personal Ocupado (Número de empleados)**

De acuerdo con los resultados de la EAM Correspondiente al año 2007, la industria colombiana empleó a 637.621 trabajadores, de los cuales 263.690 (41%) fueron del segmento Pyme.

Se puede observar en la Ilustración 5 que el sector Pyme que más personal contrató fue el de confecciones, con 25.999 trabajadores. Con poca generación de empleo se encuentran los sectores de Calzado con 4.306 y Marroquinería con 1.287 empleados. El sector de imprentas empleó 11.651 personas, lo cual lo ubica en el segundo lugar dentro de los sectores de estudio.

Ilustración 5. Personal ocupado en Colombia por sector - Pyme 2007

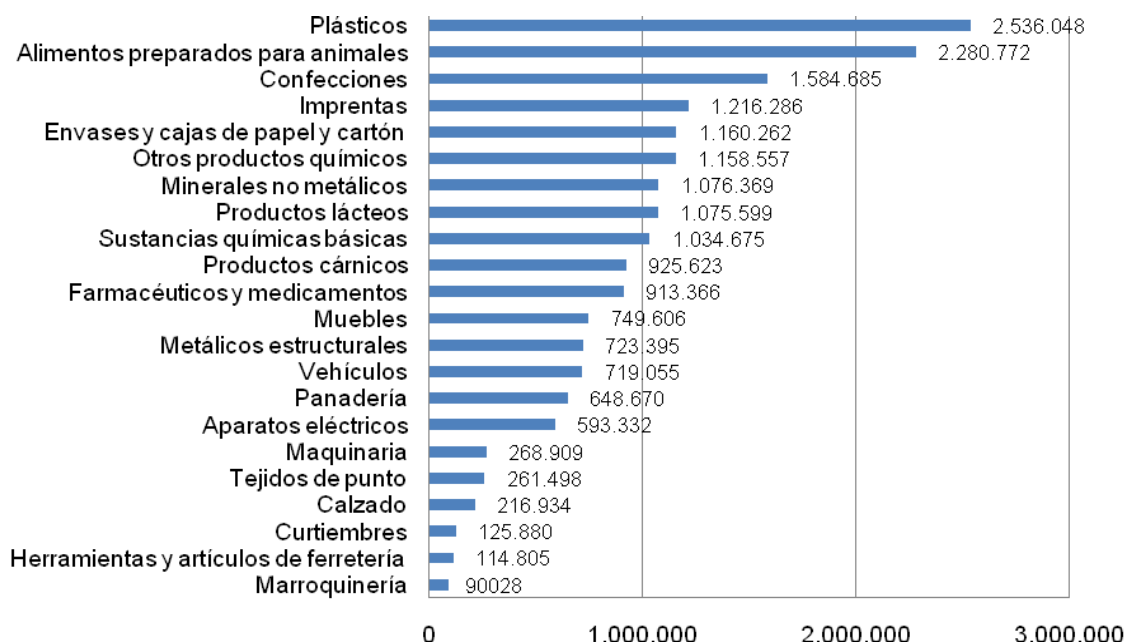


Fuente: Tomado de *Mercados Pyme, Op. Cit. P.7.*

- **Producción Bruta (\$ Miles)**

En el 2007, el 31% de la producción bruta fue generada por las Pymes. Dentro de los sectores con mayor nivel de producción se encuentra Confecciones con \$ 1.6 billones. El segundo lugar dentro de los sectores de estudio, lo ocupa Imprentas con \$1.2 billones. Entre tanto, Calzado con \$216.934 millones y Marroquinería con \$ 90.028 millones, representan el tercer lugar. Ver *Ilustración 6*.

Ilustración 6. Producción Bruta en Colombia por sector - Pyme 2007 (\$ miles)



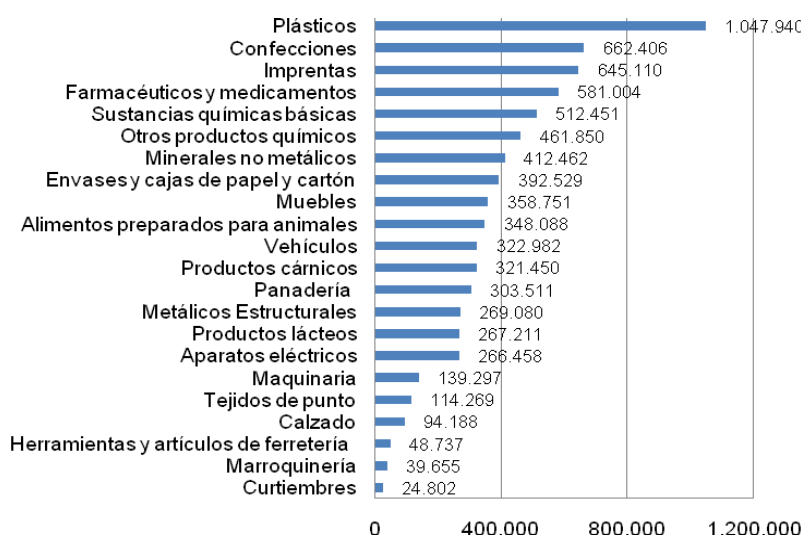
Fuente: Tomado de *Mercados Pyme, Op. Cit. P.8*.

- **Valor agregado (\$ millones constantes de 2006)**

En la muestra de los 22 sectores analizados por la EAM, se encontró que el sector Pyme contribuyó con el 37% del valor agregado de la economía.

A partir de la *Ilustración 7* se puede observar que para el 2007 dentro de las Pymes con mayor generación de valor agregado se encuentran aquellas dedicadas a Confecciones (\$662.000 millones) e Imprentas (\$645.000 millones). Entre los sectores con menor generación de valor agregado, se ubican los dedicados a la producción de Calzado (\$94.188 millones) y Marroquinería (\$39.655 millones).

Ilustración 7. Valor Agregado en Colombia por sector - Pyme 2007 (\$ millones constantes de 2006)

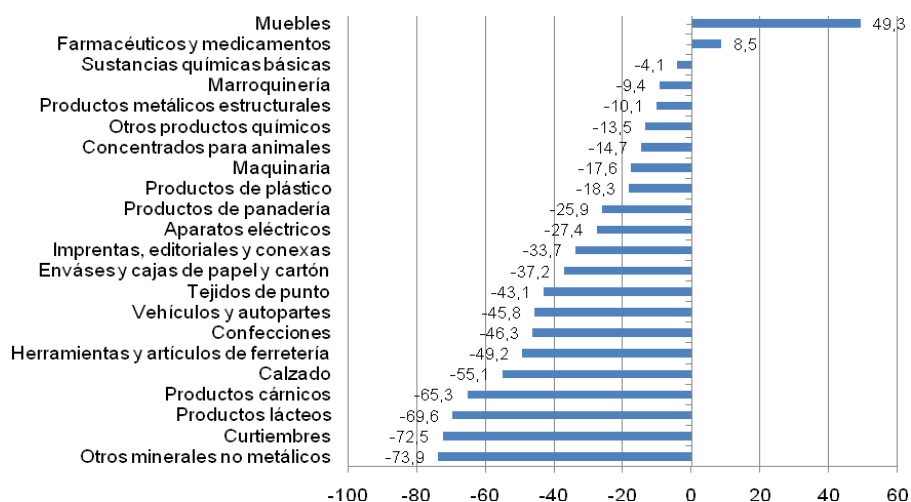


Fuente: Tomado de *Mercados Pyme, Op. Cit. P.9.*

• **Exportaciones (Variación % anual del acumulado a Marzo de 2010)**

En el acumulado anual a marzo del 2010, para la muestra de 22 sectores analizados, la contracción en las exportaciones fue de -30,7%. Los tres sectores bajo análisis presentaron tasas negativas en la variación de las exportaciones, siendo Imprentas el sector que menor disminución tuvo con una tasa del -33,7%, precedido de Confecciones con -46,3% y finalmente Calzado con un -55,1%. Ver *Ilustración 8.*

Ilustración 8. Exportaciones Colombianas (Variación % anual del acumulado a Marzo de 2010)

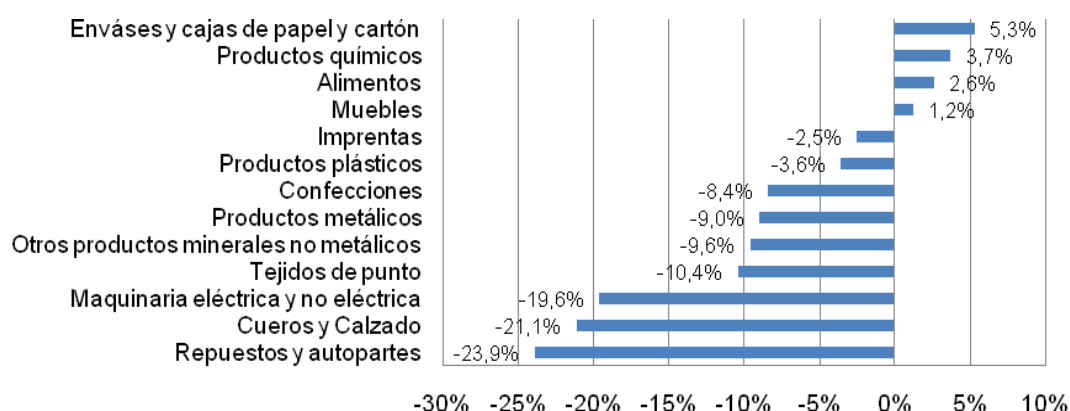


Fuente: Tomado de *Mercados Pyme, Op. Cit. P.19.*

- **Crecimiento en Ventas 2008 -2009 (%)**

Entre el 2008 y 2009, las ventas para la muestra de los 22 sectores analizados se contrajeron el -73%. En la *Ilustración 9* se puede observar que el comportamiento de las ventas fue similar al de las exportaciones en el periodo analizado. Igualmente los sectores de interés presentaron todos un decrecimiento en las ventas, siendo el sector Imprentas con -2,5 % aquel con menor disminución, posteriormente Confecciones con - 8,4 % y para finalizar Calzado con -21,1%.

Ilustración 9. Crecimiento en ventas colombianas 2008-2009 (%)



Fuente: Tomado de *Mercados Pyme, Op. Cit. P.23*.

A partir de la selección de los indicadores y la descripción de su comportamiento en los sectores de interés, se elabora la *Tabla 13*, la cual resume los datos necesarios para seguir con el método de escogencia del sector.

Tabla 13. Resumen de criterios de evaluación por alternativas

INDICADOR	Confecciones	Marroquinería y Calzado	Imprentas y Editoriales
Personal ocupado (Número de empleados)	25.999	5.593	11.651
Producción Bruta (\$ Miles)	1.584.685	306.962	1.216.286
Valor agregado (\$ Millones constantes de 2006)	662.406	133.843	645.110
Exportaciones (Variación % anual del acumulado en doce meses a Marzo de 2010)	-46,3%	-64,5%	-33,7%
Crecimiento en ventas 2008 -2009 (%)	-8,4%	-21,1%	-2,5%

Fuente: Elaboración Propia, tomado de *Mercados Pyme, Op. Cit.*

2.3. VALORACIÓN DE FACTORES

Posterior a la definición de los criterios de evaluación, se debe valorar la importancia relativa de los factores. Es por tanto que se recurre al juicio de los expertos anteriores, para que sean ellos quienes den la valoración o importancia de cada una de las comparaciones entre pares de criterios.

Este procedimiento de comparación se realizó bajo la escala de comparación propuesta por Saaty en 1980, que va de 1 a 9 de la siguiente forma:

- 1: Igual importancia
- 3: Ligeramente más importante
- 5: Fuertemente más importante
- 7: Mucho más importante
- 9: Extremadamente más importante

Dado que el método AHP requiere que los criterios sean comparados entre sí, la preferencia entre criterios se efectuó por medio de una encuesta realizada a los expertos, la cual contiene los criterios enlistados por pares para realizar la comparación. La encuesta se diligenció en primera instancia, marcando a juicio de cada experto, cuál de los dos indicadores es más importante sobre el otro y posterior a ello se marca el grado de importancia (Ver Anexo 1).

Luego de tener las valoraciones se procedió a llevar los datos a una matriz de comparación por pares, por cada uno de los once evaluadores, y se combinaron y agregaron las opiniones a través de la media geométrica, promedio que se usa en los casos que se necesite promediar porcentajes o cifras relativas (UNAL). En el Anexo 2, se presentan las valoraciones realizadas por los expertos a la Encuesta de relaciones pareadas entre indicadores, además de la síntesis de estos datos en la Matriz Media Geométrica. La siguiente Tabla 14 expresa la decisión grupal de modo normalizada, normalización que se realiza dividiendo cada valor de la matriz media geométrica (ver Anexo 2) entre la sumatoria resultante obtenida en cada columna correspondiente a dicho valor (Maurtua, Op. Cit., P.6).

Tabla 14. Matriz de comparaciones pareadas normalizadas

	Personal Ocupado	Producción Bruta	Valor Agregado	Exportaciones	Crecimiento en ventas	Valor Propio
Personal Ocupado	0,19	0,11	0,24	0,15	0,25	0,19
Producción Bruta	0,20	0,11	0,08	0,10	0,12	0,12
Valor Agregado	0,21	0,40	0,27	0,33	0,23	0,29
Exportaciones	0,23	0,20	0,15	0,19	0,18	0,19
Crecimiento en ventas	0,17	0,19	0,25	0,22	0,22	0,21
TOTAL	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00

Fuente: Elaboración Propia

Una vez establecidas las comparaciones normalizadas de los criterios de evaluación, se obtiene el valor propio principal de la matriz normalizada, que significa el orden de prioridad de los criterios. Este valor propio se consigue calculando el promedio aritmético de las filas, como se muestra en la columna Valor Propio, de la *Tabla 14*.

El siguiente paso en la metodología es normalizar los datos de la matriz resumen de criterios de evaluación por alternativas (*Tabla 13*), puesto que con este paso se identifica la prioridad de las alternativas respecto a los criterios. Esta normalización se realizó dividiendo cada valor de la matriz, entre la suma de los sectores en cada criterio y específicamente el sector de imprentas y editoriales, respecto al criterio crecimiento en ventas, obtuvo un valor de 0,71 en prioridad (Ver *Tabla 15*). Luego se procedió a realizar la Matriz de prioridad global (*Tabla 15*), la cual se obtiene multiplicando los datos de los criterios de evaluación normalizados, con el vector Valor Propio, de la matriz de comparaciones pareadas normalizadas (*Tabla 14*). El vector prioridad de las alternativas, quien muestra la prioridad que tiene cada alternativa respecto a la meta global se puede observar en la *Tabla 15*.

Tabla 15. Matriz de prioridad global

	Personal Ocupado	Producción Bruta	Valor Agregado	Exportaciones	Crecimiento en ventas	Vector Prioridad
Confecciones	0,47	0,37	0,32	0,32	0,21	33,1%
Marroquinería y Calzado	0,31	0,35	0,37	0,23	0,08	27,2%
Imprentas y Editoriales	0,21	0,28	0,31	0,44	0,71	39,7%

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, las preferencias o juicios de los decisores, junto al comportamiento de las alternativas bajo los criterios seleccionados, arroja que el sector prioritario o de mayor importancia es el de Imprentas y Editoriales, con un resultado del 39,7% en prioridad frente a las demás alternativas.

Aparte de este proceso de selección, se resalta que en la Agenda Interna se publicó acerca de la importancia del sector Artes Gráficas para la industria en el departamento: *“el Valle priorizó la cadena de pulpa, papel, impresión y artes gráficas; el cuero y sus manufacturas, y la elaboración de prendas de vestir, confiando sobre todo en la calidad de la mano de obra y en la experiencia acumulada en estas actividades”* (DNP, 2007-I, P.27). Además, el sector de Imprentas y Editoriales, sobresale por ser el segundo en generar mayor empleo en el país, por ser el de mayor número de empresas en el departamento local, y entre otros factores, ser el sector industrial con mayor tradición empresarial y legado histórico para el Valle del Cauca.

Este capítulo determina entonces que la tesis *Formulación de una herramienta de diagnóstico para el sistema productivo de las Pymes manufactureras de la ciudad de Cali*, se debe desarrollar en los establecimientos Pyme del sector Imprentas y Editoriales de la ciudad de Cali.

2.4. SÍNTESIS DE RESULTADOS

Puesto que los juicios son otorgados por seres humanos, se debe garantizar que los resultados tengan consistencia, es por tanto que el método AHP ofrece una técnica para medir el grado de consistencia entre las opiniones pareadas que proporcionaron los expertos. Si este grado de consistencia es aceptable, se puede decir que la decisión final es admisible, de lo contrario, los expertos deben replantear sus juicios.

La consistencia o razón de consistencia (RC) se calcula como el cociente entre el índice de consistencia (IC) y el índice de consistencia aleatorio (IA) (Maurtua, Op. Cit., P.10).

$RC = \frac{IC}{IA}$	Donde IC se calcula: $IC = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$	Y λ_{max} se determina a partir de la multiplicación del vector que suma la prioridad de los criterios, con el vector de valor propio de los criterios normalizados.
----------------------	--	--

En cuanto al IA, se define como el índice de consistencia de una matriz de comparaciones generada en forma aleatoria, que depende del número de elementos que se compararán, es decir, depende del número de criterios. El índice de consistencia aleatoria fue propuesta por Saaty en 1980 y en la *Tabla 16* se puede observar el índice de consistencia aleatoria para matrices de hasta 10 criterios (Maurtua, Op. Cit., P.11):

Tabla 16. Índice de consistencia aleatoria

Tamaño Matriz n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Índice aleatoriedad	0	0	0,58	0,89	1,11	1,24	1,32	1,40	1,45	1,49

Fuente: Maurtua, Op. Cit., P.11

Para el presente caso, este índice de consistencia aleatorio es de IA=1,11 resultando el cálculo de la razón de consistencia en un 3,3% (ver *Tabla 17*), lo que señala que los juicios de los expertos son consistentes, puesto que por definición se considera que los valores de la razón de consistencia de un 10% o menos son señal de un nivel razonable de consistencia en las comparaciones pareadas (Maurtua, Op. Cit., P.11).

Tabla 17. Verificación de correlación

λ_{max}	5,15
IC	0,04
IA	1,11
IC/IA	3,36%

Con este resultado de la razón de consistencia se puede considerar confiable los juicios de los evaluadores y por tanto se asume el sector de Imprentas y Editoriales como el sector de interés.

CAPÍTULO 3. HERRAMIENTAS DE DIAGNOSTICO

En este capítulo se presenta el método adoptado, que fue escogido a partir de la revisión de los métodos establecidos en la sección 1.3.3. *Técnicas y Métodos Utilizados para la realización de Diagnósticos*. Una vez seleccionado el método, se exponen las principales nociones, conceptos y metodologías relativas a éste, además de un marco teórico sólido para su aplicación. Por último, se presentan algunas aplicaciones de esta técnica en la industria.

3.1. ESCOGENCIA DEL METODO A EMPLEAR EN EL DIAGNÓSTICO

La propuesta requiere para su implementación un método que permita la comparación empresarial y que de esta manera sea capaz de analizar entidades que utilicen múltiples productos e insumos, y no requiera homogeneidad en la unidad de medida para su análisis, es decir, que las variables puedan expresarse en términos monetarios y/o unidades físicas, puesto que facilitaría el uso de información.

El modelo a emplear debe ofrecer información sobre la calificación de eficiencia de cada una de las empresas que estarán bajo análisis, adicionalmente debe identificar las unidades de referencia que componen la frontera eficiente.

Entonces, a partir de la revisión de los métodos establecidos en la sección 1.3.3 *Técnicas y Métodos utilizados para la realización de Diagnósticos*, es que se encuentra que el Análisis Envolvente de Datos es el método que más se ajusta para su implementación, puesto que es un modelo que requiere pocas suposiciones y permite realizar comparaciones entre múltiples insumos y resultados de la operación de las empresas (Cooper et al., 2004, P.2 Citado por: Gutiérrez, 2010, P.41).

3.2. ANÁLISIS ENVOLVENTE DE DATOS (DEA)

El método Análisis Envolvente de Datos, que en adelante será llamado por sus siglas en ingles DEA, fue construido a partir de una serie de investigaciones en el campo de la producción para la medición de la eficiencia y por tanto éste método se desarrolló bajo el concepto de eficiencia como una estimación de la productividad. La eficiencia en principio es proporcionada entonces de la siguiente forma (Gutiérrez, 2010, P.47):

$$Eficiencia = \frac{Total\ de\ Salidas\ (outputs)}{Total\ de\ Entradas\ (inputs)}$$

Las investigaciones que dieron origen al DEA se presentan a continuación:

- Los investigadores Tjalling C. Koopmans y Gerard Debreu hacia el año de 1951 realizaron investigaciones relacionadas con el uso eficiente de los recursos empresariales y el análisis de producción (Ibíd., P.27).
- Por su parte, Michael J. Farrell en 1957, basado en los trabajos realizados por Koopmans y Debreu, estudió la forma de medir la eficiencia, dividiéndola en eficiencia técnica y asignativa (Ibíd., P.27).
- Abraham Charnes, William Cooper y Edward Rhodes en 1978, inspirados en las investigaciones existentes, dan origen al Análisis Envolvente de Datos (DEA), bajo la propuesta del modelo CCR, llamado así por las iniciales de sus desarrolladores (Ibíd., P.27).
- Rajiv Banker, Abraham Charnes y William Cooper realizan hacia 1984, una extensión del modelo CCR, el cual introduce el supuesto de rendimientos variables a escala y lo llaman modelo BCC por sus iniciales (Ibíd., P.32).

Ahora, dado que es necesario primero ubicarse en la terminología, para luego abordar con detalle los modelos DEA, en la presente sección se presentan los conceptos del DEA, se exponen los aspectos técnicos de la metodología DEA, las ventajas y desventajas de su aplicación, las generalidades de los modelos y por último, los modelos DEA según las orientaciones y la tipología de rendimientos.

3.2.1. Conceptos Básicos Del DEA

La siguiente, es la terminología que será usada a través de los siguientes capítulos del presente proyecto de grado y que permitirá una clara explicación del método DEA.

- **DMU, Decisión Making Unit (Unidad de Toma de Decisiones):** fue el nombre utilizado por Charnes *et al.* (1978) para describir las unidades a ser analizadas en el DEA (Ibíd., P.11).
- **Inputs:** indicador que representa recursos utilizados para la obtención de productos como bienes y servicios (Ibíd., P.13).
- **Output:** indicador que expresa los resultados generados a partir de una actividad productiva (Ibíd., P.13).
- **Modelo BCC:** es un modelo DEA utilizado cuando existe una relación entre inputs y outputs con rendimientos a escala variables (Ibíd., P.13).

- **Modelo CCR:** es el primer modelo DEA desarrollado y es utilizado cuando existe una relación entre inputs y outputs con rendimientos a escala constantes (Ibíd., P13).
- **Pesos:** son valores “desconocidos” que son calculados para resolver el programa lineal de tal manera que cada unidad se muestra en la mejor luz posible. Los pesos indican la importancia asignada a cada factor (input/output) en el análisis (Ibíd., P.15).
- **Holgura (Slack):** representa la baja producción del output o el uso excesivo del input. Representa las mejoras necesarias para convertir una unidad ineficiente en eficiente. Dichas mejoras están en la forma de un incremento/disminución de inputs u outputs (Ibíd., P.15).

3.2.2. Aspectos técnicos de la metodología DEA

Este apartado expone las características específicas de los procedimientos de la metodología, expuestos por Gutiérrez en su trabajo de aplicación del DEA al puerto de Lázaro (Ibíd., P.42). El DEA, es un modelo de frontera no paramétrico determinístico, dado que éste no requiere la especificación de la forma funcional, además de que toda desviación que mide con respecto a la frontera, la considera como una ineficiencia.

Según los inputs y outputs, los modelos DEA determinan cuáles son las mejores prácticas, comparando la DMU escogida con todas las posibles combinaciones lineales del resto de unidades de la muestra, para definir posteriormente con ellas una frontera de producción empírica. La eficiencia de cada DMU analizada se mide como la distancia a la frontera.

El modelo DEA se enfoca en el estudio de la eficiencia desde un punto de vista interno, es decir, de la utilización de los recursos, pero siempre comparando la forma en que los están usando otras empresas similares, lo cual permite generar información útil para guiar las decisiones de las empresas ineficientes que aspiren a mejorar.

Ahora, para realizar la explicación de los modelos, se hace necesario identificar las clases de eficiencia existentes dentro de la metodología DEA y como en principio, la eficiencia fue dividida en dos ramas como eficiencia técnica y eficiencia asignativa por Michael J. Farrell (1957), se presenta a continuación, una explicación de estas.

La eficiencia técnica o eficiencia productiva, consiste según Yarad (1990) en la obtención de la máxima producción física factible, dada la tecnología existente, a partir de una cierta cantidad de insumos (Ibíd., P.31). La eficiencia técnica fue

dividida en eficiencia técnica pura y eficiencia de escala por Banker, Charnes y Cooper (1984) y se definen de la siguiente manera (Ibíd. P.32):

- La eficiencia técnica pura muestra en qué medida la unidad productiva analizada está extrayendo el máximo rendimiento de los recursos físicos a su disposición.
- La eficiencia de escala es relevante cuando la tecnología de producción presenta rendimientos de escala variables. Este tipo de eficiencia muestra si la unidad productiva analizada ha logrado alcanzar el punto óptimo de escala. Los rendimientos de escala se obtienen al aumentar proporcionalmente la cantidad de todos los factores que intervienen en la función de producción.

La eficiencia de escala fue a su vez dividida en tres tipos de rendimientos de escala (Ibíd., P.32):

- Rendimientos constantes a escala. Significa que si se incrementa la cantidad de cada uno de los factores, la producción aumenta en la misma proporción.
- Rendimientos crecientes a escala. Implica que si se incrementa la cantidad de cada uno de los factores, la producción aumenta en una proporción mayor.
- Rendimientos decrecientes a escala. Se presentan cuando al incrementarse la cantidad de cada uno de los factores, la producción aumenta en una menor proporción.

La eficiencia Asignativa o eficiencia de costos fue definida por Yarad (1990) como el gasto monetario total en insumos utilizados para producir una cantidad dada de bienes buscando minimizar los costos de los insumos (Ibíd., P.35).

Las divisiones de la eficiencia se encuentran esquematizadas en la *Ilustración 10*.

Ilustración 10. Diagrama de Eficiencias



Fuente: Elaboración Propia

* Dividida por Banker, Charnes y Cooper (1984)

** Costo de producir una unidad adicional de producto

*** Valor del beneficio de una unidad adicional de consumo

Fuente: Elaboración propia.

3.2.3. Cantidad de empresas o DMUs

Para lograr resultados confiables en la medición de la eficiencia, a través de las investigaciones se han ido definiendo la cantidad de empresas o DMUs que deben ser estudiadas. A continuación se presentan las cantidades de DMUs necesarias según algunos investigadores:

- Norman y Stoker (1991) consideraron que 20 unidades permiten reducir el sesgo por ser DEA un modelo no paramétrico (Acosta, 2011, P.29).
- Cooper et. al. (2000) recomiendan el siguiente número N de DMUs (Ibíd., P.29):

$$N \geq \max \{m \times s, 3(m+s)\}$$
- Ota y Trujillo (2009) afirman que el modelo DEA se puede aplicar a mínimo dos unidades, dado que no está sujeto a cantidad mínima requerida para la evaluación (Ibíd., P.29).

3.2.4. Generalidades De Los Modelos DEA

En principio, los modelos DEA son clasificados principalmente en función de (Gutiérrez, Op. Cit., P.44):

- La orientación, arrojando modelos con orientación Input y modelos con orientación Output. El modelo **input orientado**, busca la optimización en la combinación de *inputs* (los inputs son controlables) para la obtención del *output*. Se logra si se alcanza el coste mínimo de obtener un nivel dado de producción o servicio, con una combinación concreta de factores de producción. El modelo **output orientado** está encaminado a optimizar la producción de *outputs* (los outputs son controlables), es decir, sería el logro del máximo producto o servicio con un coste dado originado por una combinación específica de factores.
- La tipología de los rendimientos a escala, la cual caracteriza la tecnología de producción. Los Rendimientos a Escala hacen alusión a una característica técnica de la producción que examina los cambios en la producción posterior a un cambio proporcional en todas las entradas. Si la producción aumenta en el mismo nivel en que aumentaron las entradas, entonces hay rendimientos constantes a escala (CRTS). Si la producción aumenta en menos del cambio proporcional, existen rendimientos decrecientes a escala (DRS). Si la producción aumenta en más de ese porcentaje, hay rendimientos crecientes a escala (IRS).
 Un breve ejemplo de ello es cuando todos los insumos aumentan en un factor de dos, los nuevos valores para la salida debe ser: dos veces la salida anterior con un rendimiento constante a escala (CRTS) (Ibíd., P.48).

Bajo el supuesto de rendimientos constantes a escala, las medidas de eficiencia técnica, orientación input y output, coinciden.

Los siguientes conceptos fueron tomados de la tesis doctoral, Siguiendo el concepto de productividad, la eficiencia se define formalmente como:

$E = \frac{\sum_{i=0}^N u_i y_i}{\sum_{i=0}^N v_i x_i}$	Dónde: E = eficiencia x_i = inputs y_i = outputs v_i = importancia relativa de las x_i u_i = importancia relativa de las y_i
---	---

Dado que la importancia relativa de los *inputs* y *outputs* se desconoce, el DEA usa pesos variables y los deriva directamente de los datos, para evitar suposiciones a priori y cálculos involucrados en las elecciones de los pesos fijos.

Suponiendo en un Grupo de n DMUs; $DMu_1, DMu_2, \dots, DMu_n$, m inputs, y s outputs, los vectores de la j -ésima DMU (DMU_j) son respectivamente:

$$X = (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{mj})$$

$$Y = (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{sj})$$

Cada DMU consume cantidades de m diferentes *inputs* para producir s diferentes *outputs*. La DMU_j consume cantidades de *input* i , x_{ij} y produce cantidades de *output* r , y_{ij} .

Se supone que:

$$x_{ij} > 0, y_{ij} > 0$$

Además, se supone que cada DMU tiene todos sus valores de input positivos y todos sus valores de output positivos.

La matriz de datos *input* X y la matriz de datos *output* Y pueden ser:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{pmatrix}$$

$$Y = \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & \dots & y_{1n} \\ y_{21} & y_{22} & \dots & y_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ y_{s1} & y_{s2} & \dots & y_{sn} \end{pmatrix}$$

Donde X es una matriz ($m \times n$) y Y una matriz ($s \times n$).

La DMU a medir es representada por DMU_0 y esta es evaluada en relación a los ratios de todas las $j = 1, 2, \dots, n$ DMUj.

$$Eficiencia\ j = \frac{\frac{\sum_{k=1}^s u_{kj} y_{kj}}{\sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij}}}{\frac{\sum_{k=1}^s u_{k0} y_{k0}}{\sum_{i=1}^m v_{i0} x_{i0}}}$$

Donde el numerador representa la DMU que desea medirse y el denominador es la DMU_0 de referencia.

Ya con estas bases se precede a presentar a continuación, los diferentes modelos en sus diferentes formas.

3.2.5. Modelos DEA

Tal como se ha explicado anteriormente, los modelos DEA se diferencian por el tipo de eficiencia a medir, la orientación del modelo y la tipología de los rendimientos a escala. En esta sección se describirá por medio de apartados y agregados según los rendimientos a escala, las distintas formas de las orientaciones de los modelos DEA-CCR y DEA-BCC.

3.2.5.1. Modelos DEA Con Rendimientos A Escala Constantes, Orientación Input

En estos modelos la DMU que se toma como referencia es aquella de mayor productividad de todas las observadas al momento de calcular la eficiencia relativa. En seguida se presentara los modelos CCR-Input en forma Fraccional, en forma Multiplicativo y Envolverte.

3.2.5.1.1. Modelo DEA-CCR Fraccional

El análisis DEA como se había mencionado antes, parte de la ecuación de medida de la productividad y por ello el primer modelo fue expresado de forma fraccional. El siguiente modelo no-lineal pretende obtener el conjunto óptimo de pesos que maximicen la eficiencia relativa.

Modelo (3.1)	
F.O. $Max_{u,v} h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_{r0} y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_{i0} x_{i0}}$	Sujeto a: $\frac{\sum_{r=1}^s u_{rj} y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n$ $u_{rj}, v_{ij} \geq \varepsilon$

Dónde²:

- Suponiendo n DMUs ($j=1,2,\dots,n$).
- h_0^* es la notación que simboliza la eficiencia de la DMU evaluada o de referencia, DMU₀.
- x_{ij} ($x_{ij} \geq 0$) representa las cantidades de Input i ($i=1,2,\dots,m$) consumidos por la j-ésima DMU.
- x_{i0} representa la cantidad de Input i consumida por la DMU evaluada o de referencia, DMU₀.
- y_{rj} ($y_{rj} \geq 0$) representa las cantidades observadas de Output r ($r=1,2,\dots,s$) consumidos por la j-ésima DMU.
- y_{r0} representa la cantidad de Output r producido por la DMU evaluada o de referencia, DMU₀.
- u_{rj} ($r=1,2,\dots,s$) y v_{ij} ($i=1,2,\dots,m$) representan el conjunto óptimo de pesos de los Outputs e Inputs respectivamente, que maximiza la eficiencia relativa.
- u_{r0} y v_{i0} representan los pesos óptimos de los Outputs e Inputs respectivamente, de la DMU evaluada.
- ε es un valor infinitésimo no-arquimedeo
- $u_{rj}, v_{ij} \geq \varepsilon$ es la condición de positividad estricta, que evita que una DMU sea caracterizada incorrectamente como eficiente ($h_0^*=1$) al obtener en la solución óptima algún peso u_{rj} y/o v_{ij} con el valor de cero.

Dado que los pesos se deben definir para cada DMU, éste modelo Fraccional y todos los modelos en adelante, se debe resolver n veces. Por otra parte, si la solución del modelo arroja $h_0^*=1$, la DMU evaluada es eficiente en relación con las otras DMUs, pero si esta solución llegase a indicar $h_0^*<1$, la DMU será ineficiente.

² Esta notación será empleada en todo el Capítulo 3 y en los restantes.

Ahora bien, este modelo Fraccional al tener en su función objetivo un cociente, se hace complicada la resolución, por tanto se plantea linealizarlo siguiendo la transformación lineal de Charnes y Cooper (1962) (Coll y Blasco, 2006, P. 31), la cual se presenta en la siguiente sección.

3.2.5.1.2. Modelo DEA-CCR Multiplicativo

Para resolver la complejidad anterior, el modelo Multiplicativo sustituye los cocientes que aparecen en el modelo Fraccional, por expresiones lineales. Además, la expresión:

$$\sum_{i=1}^m v_{i0} x_{i0} = 1$$

Reduce las infinitas soluciones óptimas del problema a un par de vectores de pesos. Bajo estas consideraciones, el modelo lineal, llamado Multiplicativo se expresa de la siguiente forma:

Modelo (3.2)	
F.O. $Max_{u,v} W_0 = \sum_{r=1}^s u_{r0} y_{r0}$	Sujeto a: $\sum_{i=1}^m v_{i0} x_{i0} = 1$ $\sum_{r=1}^s u_{rj} y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij} \leq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$ $u_{rj}, v_{ij} \geq \varepsilon \quad \forall i, r$

Donde:

- w_0^* es la notación que simboliza la eficiencia de la DMU evaluada o de referencia, DMU₀.

La solución de este modelo determinará los valores óptimos de los pesos u_{rj} y v_{ij} , por lo cual, se tendría $n+1$ restricciones. Las n restricciones provenientes de la condición de que todas las unidades deben tener una eficiencia menor o igual a uno, y la adicional es la restricción de normalización o entrada virtual.

Este modelo coincide en los valores de la salida virtual y la eficiencia bajo estudio, por lo tanto, se toma la salida virtual como la eficiencia de la DMU de referencia.

Además, para la DMU de referencia *“los valores de los Inputs y Outputs virtuales expresan información sobre la importancia que una Unidad atribuye a*

determinados Inputs y Outputs al objeto de obtener su máxima puntuación de eficiencia” (Boussofiane et al., 1991, P. 6 Citado por: Coll y Blasco, 2006, P. 35). Por consiguiente es posible identificar los inputs y outputs que son relevantes para cada DMU en la obtención de la mejor eficiencia según sus datos.

Por último, dado que para todo programa lineal primal u original, existe otro programa lineal asociado, llamado programa dual, se expone entonces el modelo Envolvente.

3.2.5.1.3. Modelo DEA-CCR Envolvente

Este modelo dual, que en la metodología DEA es llamado modelo en forma Envolvente, tiene un uso frecuente puesto que simplifica la resolución del problema lineal primal, al expresar las variables primales como restricciones duales y las restricciones primales por variables duales. En otras palabras, se plantea el modelo dual porque permite resolver problemas lineales donde el número de restricciones es mayor que el número de variables.

El siguiente es el modelo Envolvente:

Modelo (3.3)	
F.O. $\text{Min } \theta_0 - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$	Sujeto a: $\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- \leq \theta x_{i0}, \quad i = 1, \dots, m,$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ \geq y_{r0}, \quad r = 1, \dots, s,$ $\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, \quad \forall i, j, r$ $\varepsilon \geq 0 \text{ y } \theta_0 \text{ libre}$

Donde:

- λ_j representa los pesos o intensidad de la j-ésima DMU.
- θ denota la valoración de eficiencia (técnica) de la DMU₀.
- s_i^- son las holguras Input.
- s_r^+ son las holguras Output.

El modelo (3.3), está resuelto por una única fase que busca la máxima reducción Input para la DMU de referencia, más sin embargo presenta dificultades para identificar todas las holguras (Coelli et al., 1998, P. 142 Citado por: Coll y Blasco, 2006, P. 48). Es por lo anterior que Ali y Seiford (1993) sugieren el siguiente modelo Envolvente, el cual se resuelve en dos fases.

En la primera fase se debe solucionar el siguiente modelo:

Modelo (3.4 a)	
F.O. $\text{Min}_{\theta} \theta_0$	Sujeto a: $\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta_0 x_{i0} \quad i = 1, 2, \dots, m$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{r0} \quad r = 1, 2, \dots, s$ $\lambda_j \geq 0 \quad \forall j$ $\theta_0 \text{ Libre}$

Y a partir de la solución del modelo (3.4 a) se procede a ajustar los Inputs y a maximizar las holguras Inputs y Outputs para desplazar (este resultado) radialmente el punto proyectado en la primera fase, el cual satisface la condición de eficiencia de Farrell (1957), a un punto que satisfaga la condición de optimalidad de Pareto-Koopmans³. La segunda fase debe resolver:

Modelo (3.4 b)	
F.O. $\text{Min}_{\lambda, s^+, s^-} - \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$	Sujeto a: $\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta x_{i0}, \quad i = 1, \dots, m,$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r0}, \quad r = 1, \dots, s,$ $\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, \quad \forall i, j, r$

Este modelo de dos fases al minimizar θ_0 , reduce de forma proporcional los componentes de las entradas, hasta obtener con las mismas salidas, la menor entrada posible. A partir de esto, para una DMU₀ ineficiente se obtienen las unidades en que se debe reducir las entradas de ésta para ser eficiente, puesto que este modelo está planteado con orientación Input.

3.2.5.2. Modelos DEA Con Rendimientos A Escala Constantes, Orientación Output

Los modelos CCR prácticamente pasan o cambian de orientación Input a orientación Output, invirtiendo el cociente entre Output virtual y el Input virtual. De esta forma, se plantean los diferentes modelos CCR-Output en forma Fraccional, Multiplicativo y Envolvente.

³ La condición de Eficiencia de Pareto-Koopmans define que una DMU es eficiente si y solo si $\theta^* = 1$ y todas las holguras son cero, en caso contrario la DMU es calificada como ineficiente.

3.2.5.2.1. Modelo DEA-CCR Fraccional

El modelo en forma Fraccional se define por el siguiente problema:

Modelo (3.5)	
F.O. $Max_{u,v} h_o = \frac{\sum_{i=1}^m v_{io} x_{io} r_o}{\sum_{r=1}^s u_{ro} y_{ro}}$	Sujeto a: $\frac{\sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij}}{\sum_{r=1}^s u_{rj} y_{rj}} \geq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n$ $u_{rj}, v_{ij} \geq \varepsilon$

3.2.5.2.2. Modelo DEA-CCR Multiplicativo

El anterior modelo Fraccional, se linealiza de igual manera que el modelo con orientación Input, utilizando la transformación de Charnes y Cooper y queda expresado de la siguiente forma:

Modelo (3.6)	
F.O. $Min_{u,v} W_o = \sum_{i=1}^m v_{io} x_{io}$	Sujeto a: $\sum_{r=1}^s u_{rj} y_{rj} = 1$ $\sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij} - \sum_{r=1}^s u_{rj} y_{rj} \geq 0 \quad j = 1, 2, \dots, n$ $u_{rj}, v_{ij} \geq \varepsilon$

3.2.5.2.3. Modelo DEA-CCR Envolvente

El problema Envolvente CCR Output se formula en una fase de la siguiente forma:

Modelo (3.7)	
F.O. $Max z_o = \varphi_o + \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$	Sujeto a: $\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} + s_i^- = x_{io}, \quad i = 1, \dots, m,$ $\varphi y_{ro} - \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} + s_r^+ = 0, \quad r = 1, \dots, s,$ $\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, \quad \forall i, j, r$ $\varepsilon \geq 0 \text{ y } \varphi_o \text{ libre}$

Donde:

- z_0^* es la notación que simboliza la eficiencia de la DMU evaluada o de referencia, DMU_0 .
- ϕ^* representa la amplificación que deben tener las salidas para llegar hasta la frontera de eficiencia, es decir, son las mejoras que se deben obtener en los resultados de la operación de la DMU, luego de una reducción o aumento en los insumos o entradas del proceso.

La diferencia entre el modelo Envolvente con orientación Input y el modelo Envolvente con orientación Output se encuentra en que el primero pretende reducir los Inputs de la DMU de referencia y el segundo busca maximizar el aumento proporcional en los Outputs que podría producir la DMU de referencia, dado sus niveles de Inputs.

El modelo dual (3.7), el cual debe ser resuelto a través del procedimiento de dos fases, arroja una solución óptima, haciendo esta vez que el factor de eficiencia ϕ^* sea mayor o igual a uno ($\phi^* \geq 1$), donde una DMU con calificación de uno ($\phi^* = 1$) y con holguras nulas, es técnicamente eficiente. Por consiguiente, entre más elevado sea el valor de ϕ^* más ineficiente sería la DMU.

Para este caso, la eficiencia técnica Output de la DMU de referencia viene dada por la expresión $1/\phi^*$. Ahora, aplicaciones bajo el supuesto de rendimientos a escala constante de los modelos Envolventes CCR orientación Input y orientación Output han arrojado que las mediciones de eficiencias coinciden, es decir $\theta_0^* = 1/\phi^*$ (Coll y Blasco, 2006, P. 54).

3.2.5.3. Modelos DEA Con Rendimientos A Escala Variables, Orientación Input

Esta tipología de rendimientos se generó a partir de la creación del modelo BCC, en el cual Banker, Charnes y Cooper supusieron que las DMUs podían presentar aumentos en la producción, tanto menores como mayores respecto al aumento proporcional de sus entradas (Gutiérrez, Op. Cit., P. 100).

Por otra parte, las definiciones teóricas introducidas en el apartado de los modelos con rendimientos constantes, modelos DEA-CCR son de aplicación en el presente, puesto que los modelos DEA-CCR fueron los fundamentos del modelo DEA-BCC, es decir, el DEA-BCC es una extensión del DEA-CCR.

A continuación se muestran las formas de los modelos BCC-Input en forma Fraccional, en forma Multiplicativo y Envolvente, con rendimientos a escala variables.

3.2.5.3.1. Modelo DEA-BCC Fraccional

Para que el modelo considere ahora los rendimientos de escala variables, se debe introducir una restricción que indique al modelo que cada DMU_j o DMU₀ de referencia, debe ser comparada con aquellas de su tamaño y no con todas las DMU existentes en el problema. La forma Fraccional del modelo DEA-BCC Input se puede expresar de la siguiente manera:

Modelo (3.8)	
F.O. $Max_{u,v,k} h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_{r0} y_{r0} + k_0}{\sum_{i=1}^m v_{i0} x_{i0}}$	Sujeto a: $\frac{\sum_{r=1}^s u_{rj} y_{rj} + k_0}{\sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij}} \leq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n$ $u_{rj}, v_{ij} \geq \varepsilon$ $k_0 \text{ no restringida} \quad \forall i, r, j$

Donde:

- k_0 es un término constante que representa el valor del intercepto (k) en el eje Output, de manera que:
 - $k_0^* > 0$ para todas las soluciones óptimas, prevalecen rendimientos crecientes a escala.
 - $k_0^* = 0$ para cualquier solución óptima, prevalecen rendimientos constantes a escala.
 - $k_0^* < 0$ para todas las soluciones óptimas, prevalecen rendimientos decrecientes a escala.

3.2.5.3.2. Modelo DEA-BCC Multiplicativo

El modelo multiplicativo que de nuevo se obtiene de aplicar la linealización propuesta por Charnes y Cooper, se expresa de la siguiente forma:

Modelo (3.9)	
F.O. $Max_{u,v,k} W_0 = \left(\sum_{r=1}^s u_{r0} y_{r0} \right) + k_0$	Sujeto a: $\sum_{i=1}^m v_{i0} x_{i0} = 1$ $\sum_{r=1}^s u_{rj} y_{rj} + k_0 \leq \sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij} \quad j = 1, 2, \dots, n$ $u_{rj}, v_{ij} \geq \varepsilon$ $k_0 \text{ no restringida}$

La DMU₀ de referencia será calificada como eficiente sí $w_0^* = 1$ y existe un óptimo con holguras mayores a cero. Por último, el valor k_j^* es usado para identificar el tipo de rendimiento a escala en el que opera la DMU de referencia.

3.2.5.3.3. Modelo DEA-BCC Envolvente

A continuación se expresa el modelo BCC envolvente, como un modelo único de una fase y que se debe resolver en dos fases:

Modelo (3.10)	
F.O. $\text{Min } \theta_0 - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$	Sujeto a: $\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} = \theta x_{i0} - s_i^-, \quad i = 1, \dots, m,$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} = y_{r0} + s_r^+, \quad r = 1, \dots, s,$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ $\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, \quad \forall i, j, r$ $\varepsilon \geq 0 \text{ y } \theta_0 \text{ libre}$

Este modelo contiene una restricción adicional, la cual es la sumatoria de las λ_j igualada a uno, que obliga a que las DMU₀ de referencia se proyecten sobre las unidades más productivas, con el fin de alcanzar una eficiencia igual a uno.

Finalmente la DMU₀ de referencia será calificada como eficiente, si cumple con una solución óptima θ^* y las variables de holgura son nulas o iguales a cero.

3.2.5.4. Modelos DEA Con Rendimientos A Escala Variables, Orientación Output

El modelo diseñado para este tipo de características es el DEA-BCC Output y como se había mencionado anteriormente, el cambio de orientación equivale a invertir el cociente entre el Output virtual y el Input virtual. A través de las siguientes secciones se planteará las formas del modelo BCC Output.

3.2.5.4.1. Modelo DEA-BCC Fraccional

El modelo en forma cociente que evalúa la eficiencia de una DMU desde el punto de vista de la maximización de los Outputs, viene dado por el siguiente problema:

Modelo (3.11)	
F.O. $Max_{u,v,k} h_o = \frac{\sum_{i=1}^m v_{io} x_{io} + k_o}{\sum_{r=1}^s u_{ro} y_{ro}}$	Sujeto a: $\frac{\sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij} + k_o}{\sum_{r=1}^s u_{rj} y_{rj}} \geq 1 \quad j = 1, 2, \dots, n$ $u_{rj}, v_{ij} \geq \varepsilon$ $k_o \text{ no restringida}$

3.2.5.4.2. Modelo DEA-BCC Multiplicativo

Linealizando el anterior modelo se obtiene la siguiente forma multiplicativa:

Modelo (3.12)	
F.O. $Min_{u,v,k} W_o = \left(\sum_{i=1}^m v_{io} x_{io} \right) + k_o$	Sujeto a: $\sum_{r=1}^s u_{ro} y_{ro} = 1$ $\sum_{i=1}^m v_{ij} x_{ij} + k_o \geq \sum_{r=1}^s u_{rj} y_{rj} \quad j = 1, 2, \dots, n$ $u_{rj}, v_{ij} \geq \varepsilon$ $k_o \text{ no restringida}$

Para este caso, la eficiencia técnica pura de la DMU_o de referencia vendrá dada por $1/w_o^*$, de modo que la DMU bajo evaluación será eficiente si $w_o^* = 1$.

Adicional y tal como se explicó en el modelo BCC-Input Fraccional, el signo que tome el término k (positivo, negativo o nulo) en la solución óptima, indicará el tipo de rendimiento a escala que predomina para la DMU que sea evaluada. Más sin embargo como son modelos con diferentes orientaciones y el signo está invertido, se tiene:

- $k_o^* > 0$ para todas las soluciones óptimas, prevalecen rendimientos decrecientes a escala.
- $k_o^* = 0$ para cualquier solución óptima, prevalecen rendimientos constantes a escala.
- $k_o^* < 0$ para todas las soluciones óptimas, prevalecen rendimientos crecientes a escala.

3.2.5.4.3. Modelo DEA-BCC Envolvente

Para este caso, el problema dual está asociado al siguiente modelo:

Modelo (3.13)	
F.O. $Max z_0 = \varphi + \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right)$	Sujeto a: $\sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} = \varphi y_{r0} + s_r^+, \quad r = 1, \dots, s,$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} = x_{i0} - s_i^-, \quad i = 1, \dots, m,$ $\sum_{j=1}^n \lambda_j = 1$ $\lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, \quad \forall i, j, r$ $\varepsilon \geq 0 \text{ y } \varphi_0 \text{ libre}$

Este modelo DEA-BCC Envolvente mide la eficiencia técnica Output por medio de la fracción $1/\varphi^*$ e indica en qué medida los niveles de Outputs de la DMU₀ de referencia pueden ser aumentados, dado el nivel de Inputs.

La DMU₀ de referencia será calificada como eficiente si $\varphi^* = 1$ y las holguras son todas nulas.

3.2.6. Aplicaciones

Pese a ser una técnica relativamente nueva, en la literatura es posible encontrar una gran variedad de investigaciones en que el DEA es aplicado a los más variados sectores económicos. Si bien en un principio, su utilización se restringía a entidades de carácter público o sin fines de lucro, hoy en día es cada vez más recurrente su aplicación a sector privado. (Benedetti Op Cit., P. 22).

De esta manera se pueden encontrar numerosas metodologías y aplicaciones que utilizan el Análisis envolvente de Datos para medir la eficiencia técnica en múltiples sectores como: las seccionales de la fiscalía, departamentos experimentales en universidades, un banco de proyectos, la gestión logística de las industrias, la medición de la productividad empresarial, la industria textil española, la industria de conservas vegetales, entre muchas otras.

A continuación se presenta una breve descripción de las aplicaciones que han sido tomadas como referencia para el marco teórico del método DEA y el desarrollo de la propuesta, que tiene como objetivo la medición de la eficiencia del sistema productivo en las Pymes del sector Imprentas y Editoriales.

3.2.6.1. Aplicaciones del método DEA en diferentes sectores económicos

Aplicación del método de optimización DEA en la evaluación de la eficiencia técnica de las seccionales de la Fiscalía.

Se realizó un análisis envolvente de datos para identificar las seccionales de la fiscalía que operan con condiciones de óptima eficiencia técnica. El modelo arroja como resultado el esfuerzo productivo que alcanza cada una de las 28 dependencias regionales de la fiscalía, identificando así aquellas seccionales que operan con máxima productividad y eficiencia técnica, las cuales conforman la llamada “Frontera productiva”. El modelo también compara los insumos que utilizan las seccionales que no hacen parte de la “Frontera productiva” con los mínimos necesarios que podrían utilizar si aplicaran los procedimientos óptimos de operación que emplean las seccionales con máxima eficiencia (Ruiz, 2004).

La evaluación de la eficiencia técnica. Una aplicación del DEA a la Universidad de la Laguna.

Se lleva a cabo la aplicación del análisis envolvente de datos con la finalidad de analizar la eficiencia técnica con la que actúan los departamentos experimentales de la Universidad de la Laguna.

De esta manera se desarrolla un Marco teórico para el Análisis envolvente de datos y adicionalmente se identifican las variables a utilizar por el modelo.

Para la selección del modelo DEA que más se ajusta a las necesidades de la investigación, se realizan cuatro procedimientos: pruebas de contrastes de Mann-Whitney y de Kolmogorov-Smirnov; Coeficiente de correlación; cálculo de la eficiencia de escala a través del cociente entre los índices de eficiencia obtenidos bajo por el modelo CCR y los índices de eficiencia obtenidos por el modelo BCC.

A partir de lo anterior se define que para los departamentos no experimentales de la Universidad de la laguna y con los datos considerados, el análisis se caracterizaría por presentar rendimientos constantes a escala, razón por la cual se emplea el modelo CCR.

Se realiza el cálculo de la eficiencia a partir del modelo CCR con orientación Output, posteriormente se aplica el modelo de supereficiencia de Andersen y Petersen para realizar una jerarquización de las unidades eficientes.

Por último se incluyen los valores de cada input y cada outputs que tendrían que tener cada departamento para ser considerado eficiente. (Martín, 2003).

3.2.6.2. Aplicaciones del método DEA en proyectos de grado de la Escuela de Ingeniería Industrial y Estadística de la Universidad del Valle.

En la Escuela de ingeniería Industrial y estadística de la universidad del Valle, se han desarrollado diferentes investigaciones que tienen como base la aplicación del método DEA:

Propuesta Metodológica para la evaluación Expost en un Banco de Proyectos: Aplicación de la metodología análisis envolvente de datos (DEA).

Tesis de grado que tiene como objetivo el análisis de la eficiencia del Banco de proyectos de la universidad del Valle, a través de la implementación del método DEA.

Se realiza la medición de la eficiencia de cada uno de los proyectos bajo estudio, y establece aquellos que hacen parte de la “frontera productiva”, también se identifica la contribución a la puntuación de la eficiencia tanto de los inputs (Recurso humano, Recurso económico y tiempo de entrega del proyecto) como de los output (Personas beneficiadas, Recurso económico ejecutado, Tiempo de ejecución del proyecto).

A su vez se determinan los valores objetivo que permitirían que aquellos proyectos ineficientes se conviertan en eficientes, de tal manera por medio de la comparación de los valores objetivo y los observados es posible determinar la mejora (reducción de inputs y /o incremento de outputs) que deberá experimentar cada proyecto para convertirse en eficiente.

Finalmente se presenta una propuesta metodológica para la aplicación del método DEA (Acosta, Op. Cit.).

Propuesta metodológica para la aplicación del DEA (Data envelopment analysis) en la comparación de la gestión logística entre las industrias Vallecaucanas.

Proyecto de grado en el cual se desarrolla la implementación del método DEA, con el objetivo de realizar un Benchmarking mediante la evaluación de la eficiencia de la gestión logística de un grupo de empresas Vallecaucanas. La gestión logística incluiría tanto la gestión de almacenamiento como de distribución y el transporte en las empresas bajo estudio.

El modelo dirigido a la gestión del Almacenamiento toma como Inputs: labor, espacio y equipo; y como Outputs: Movimiento, almacenamiento y Acumulación. El modelo dirigido a la gestión del transporte y distribución toma como inputs: Mano de obra, Costos de transporte, área de operaciones, equipo o elemento de traslado; y como Outputs: Pedidos entregados, Capacidad utilizada, Disponibilidad.

Dentro de los resultados se encuentra la evaluación de las eficiencias para cada unidad productiva, la contribución en pesos de cada Inputs y Outputs sobre la máxima eficiencia, el hallazgo de los valores de holgura para los DMU no eficientes y la comparación de los valores observados vs. Los objetivos de las empresas ineficientes.

Para concluir se presenta una guía metodológica que resume los pasos y análisis para la aplicación del método DEA. (Otaya, Trujillo, 2009).

3.2.6.3. Aplicaciones del método DEA para la medición de la eficiencia del sistema productivo.

Las siguientes aplicaciones emplean el Análisis envolvente de datos para el cálculo de la eficiencia técnica del sistema productivo para los sectores que han sido de interés en los respectivos estudios:

Evaluación de la eficiencia de la industria textil española a partir de información económico-financiera: una aplicación del análisis envolvente de datos.

En este trabajo se aplica la metodología DEA para evaluar a partir de información económico-financiera, la eficiencia técnica productiva de la industria textil española.

Se describen las bases teóricas del análisis envolvente de datos. Posteriormente después de una Previa una revisión de la literatura se justifica y especifican las variables para el estudio de la eficiencia productiva de las empresas textileras, de manera tal que se consideran como inputs: activo total, número de empleados, costo de materiales y como output valor añadido.

Tras realizar un proceso de depuración de los datos brutos obtenidos de la explotación de la base de datos Sabi (año 2003 al cierre de ejercicio), se ha contado con un total de 1296 empresas especializadas, en el sentido que cada una de las empresas consideradas declaran centrar su actividad productiva en un único grupo textil de los 7 en que la clasificación de actividades CNAE-93 subdivide esta industria. Por tanto, dado que se ha buscado tal homogeneidad en las empresas, la evaluación de la eficiencia técnica se ha realizado de forma separada para cada grupo textil.

Por grupo de actividad textil, para cada una de las empresas se ha ejecutado el modelo DEA-CCR y el modelo DEA-BCC, obteniéndose a partir de los anteriores las puntuaciones individuales de eficiencia técnica global (ETG), eficiencia técnica pura (ETP). Finalmente se presenta una discusión de los principales resultados obtenidos en cada uno de los 7 grupos textiles analizados. (Coll, Blasco, 2007).

La industria de conservas vegetales de la Región de Murcia. Análisis de la eficiencia técnica.

En este trabajo se analiza al sector de las conservas vegetales de la Región de Murcia. Se presenta una panorámica de la situación del sector en esta región, se describe la problemática que rodea a la industria y se examinan las estrategias propuestas para la reconversión e inversión.

A partir de las estrategias emprendidas, es de interés la medición de las mejoras alcanzadas, razón por la cual se analiza el nivel de eficiencia y productividad de esta industria utilizando como técnica de medición el DEA sobre la información

de una muestra de 34 empresas obtenida de la base de datos DUNS-50.000. Se realiza la aplicación del Análisis envolvente de datos contrastando si existe alguna relación entre los niveles de eficiencia calculados y las características de las empresas. Para la aplicación del modelo se considera un único output: los ingresos por ventas, y como inputs: el activo total de la empresa, el número de empleados, la gama de productos, la orientación exportadora de la empresa (% de las ventas destinadas a mercados externos) y el nivel de modernización de la gestión comercial (aproximada a través de la disponibilidad de imagen de empresa y servicios a través de internet). (Martínez et al, 2005).

3.2.7. Ventajas Y Desventajas Del Método DEA

A partir de la previa revisión de la literatura sobre investigación y estudios que abordan el Análisis envolvente de datos que se encuentran consignadas en el estado del arte del presente proyecto de investigación, se determinan en este apartado, las ventajas e inconvenientes que presenta la metodología DEA al ser aplicada.

VENTAJAS

El DEA presenta una serie de ventajas para medir la eficiencia de organizaciones multiproducto (Martin, Puerto, 2007. P. 7). A continuación se enlistan los beneficios que ofrece el método:

- No requiere de una forma funcional (Función de producción), lo cual lo hace un método con amplia flexibilidad.
- Permite analizar sectores en donde las entidades utilicen múltiples productos y múltiples insumos.
- Permite multidimensionalidad de inputs y outputs, lo cual quiere decir que no requiere homogeneidad en la unidad de medida de insumos y productos.
- Al ser un método no paramétrico, permite modelos más ricos y no dependientes del conocimiento sobre preferencias, precios, prioridades o tecnología.
- Proporciona unidades de referencia e identifica la mejor práctica.
- A su favor se encuentra la factibilidad de incorporar economías de escala en el análisis; ventaja importante que justifica su elección.
- Ofrece información minuciosa y detallada.

- Permite incorporar variables exógenas o no controlables por lo que ofrece un análisis más real y objetivo.

DESVENTAJAS

Entre las principales debilidades que presenta el método Análisis Envolvente de Datos (Benedetti, 2010. P. 21), se encuentran las siguientes:

- Necesidad de una proporción óptima de variables. Las estimaciones obtenidas a través del análisis DEA pueden ser consecuencia de las especificaciones dadas al modelo o las variables usadas para la medición de la eficiencia. Resulta complejo el conocer la adecuación o no de las variables incluidas en el modelo, es por esto que el juicio de personas expertas en el campo a evaluar y la revisión de la literatura resultan claves al momento de elegir las variables.
- El DEA mide el error aleatorio como si fuera ineficiencia. Atribuye cualquier alejamiento de la frontera a motivos de ineficiencia, y no discierne cuanto de ese alejamiento es debido a factores aleatorios o errores de medición y cuánto es debido a ineficiencia. Para este punto es clave la calidad de la información que se utilizará en el análisis.
- La sensibilidad de los resultados para muestras pequeñas o ante la presencia de observaciones atípicas (outliers), lo que podría interpretarse como eficiente dado que no existirían unidades de comparación con esa unidad en particular.
- La dificultad para ordenar las unidades calificadas como eficientes, pues todas presentan el mismo puntaje.

CAPÍTULO 4. DESARROLLO DE LA PROPUESTA

En este capítulo se definieron las variables de entrada y de salida del modelo, se describieron los datos que serán empleados, se calculó la cantidad de DMUs necesarias para el análisis, se seleccionó el modelo a emplear.

4.1. DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES

Las variables que fueron empleadas en este proyecto de investigación, fueron seleccionadas teniendo como referencia los factores básicos que fueron expuestos en la sección 1.3.6 , y todas aquellos Inputs y Outputs que han sido utilizadas en estudios sobre la eficiencia del sistema productivo (apartado 3.2.6.3). De esta manera, artículos como: La medición de la productividad empresarial; Evaluación de la eficiencia de la industria textil española; y La industria de conservas vegetales de la Región de Murcia, coinciden todos en utilizar dentro sus inputs, el activo total de la empresa, el número de empleados y el costo de los materiales e insumos. En cuanto a los outputs, a nivel general se consideran los Ingresos por ventas, Valor agregado y/o el total de productos y servicios generados.

La definición de las variables de entrada y de salida permitirá dar cumplimiento al Objetivo específico No 3: *“Determinar los componentes internos del sistema productivo que permitan caracterizar en la herramienta de diagnóstico, las Pymes manufactureras de interés”*.

4.1.1. Variables de Entrada

El modelo DEA diseñado para la medición de la eficiencia del sistema productivo de las Pymes del sector Imprentas y Editoriales, tendrá como Inputs:

(X1) Personal Ocupado: Número de personas empleadas en la empresa.

(X2) Activo Fijo Neto: Bienes de propiedad de la empresa dedicados a la producción y distribución de los productos o servicios ofrecidos. Hacen parte: terrenos, edificios, instalaciones, plantaciones, vehículos, muebles, maquinaria y equipo y depreciaciones acumuladas.

(X3) Costos Operativos: Agrupa los costos directos e indirectos necesarios en la elaboración de productos y/o prestación de los servicios vendidos, de acuerdo con la actividad social desarrollada por el ente económico, en un período determinado. Incluye materia prima, mano de obra y gastos relacionados con la manufactura del producto.

4.1.2. Variables de Salida

A partir de las variables de entrada seleccionadas anteriormente, y dadas las necesidades de información del actual modelo, se consideraron los siguientes Outputs:

- **(Y1) Ingresos por ventas:** Son los recursos obtenidos por las ventas del producto o servicio que presta la firma durante un periodo establecido.
- **(Y2) Margen Operacional:** Es la razón que se calcula como la Utilidad Operativa (ingresos menos costos y gastos de operación) sobre las Ventas. Se usa para evaluar la eficiencia operativa de una empresa y proporciona información sobre cuánto beneficio se produce por cada peso de ventas. Comparando empresas de la misma industria, el margen operacional puede indicar aquellas eficientes.
- **(Y3) Rentabilidad sobre Activos ROA:** Indicador de rentabilidad que se calcula como la razón entre la Utilidad Operativa anual y los activos totales. El ROA da a los inversionistas una idea de la eficiencia de la empresa en cuanto a la gestión del uso de sus activos totales para generar ganancias, con lo que permite tomar decisiones de asignación de recursos. Cuanto mayor sea el ROA mejor, puesto que la empresa está ganando más dinero con menos inversión.

4.1.3. Los Datos

De acuerdo a las necesidades de información y bajo la consideración de que el alcance de la presente investigación no incluye trabajo de campo en las empresas del sector artes gráficas, se recurrió al uso de una base de datos adquirida en la cámara de comercio, la cual contiene información actualizada procedente de los balances generales y estados de resultados, lo cual es de gran utilidad para el desarrollo de la propuesta.

La base de datos de la Cámara de Comercio contiene información de 60 Pymes y con el objetivo de garantizar la confiabilidad de los datos introducidos al modelo, fue necesario descartar aquellas empresas que contenían dentro de las variables de interés valores negativos o iguales a cero, se eliminaron también aquellas que no contaban con información actualizada a diciembre del 2010 y que no cumplieran con el rango del número de empleados exigidos por la ley para ser catalogadas como empresas pequeñas o medianas.

A partir de lo anterior, la base de datos para el sector de Imprentas y editoriales quedo reducida a un total de 22 empresas. En la *Tabla 18*, se pueden observar los valores correspondientes a las variables de entradas y salidas para cada una de las empresas bajo análisis.

Tabla 18. Variables de entrada y de salida para las empresas bajo estudio

NOMBRE DE LA EMPRESA	Tamaño	Personal Ocupado (No personas)	Activos fijos netos (\$ miles)	Costos Operativos (\$ miles)	Ingresos por ventas (\$ miles)	Margen Operacional (%)	ROA (%)
MARIN Y HOYOS CIA LTDA GRAFICAS CIMA	Pequeña	19	411.119.900	890.120.544	1.170.767.459	0,124	0,157
EDITORIAL COLOMBIA LTDA.		12	65.275.000	281.342.000	471.674.000	0,251	0,308
SERVIGRAFIC S.A.S		20	319.496.000	1.155.488.000	1.781.176.000	0,090	0,133
GRAFICAS MODERNAS S.A.		30	339.701.510	2.091.099.430	2.850.584.994	0,172	0,323
PEÑA TORRES IMPRESORES LTDA.		12	114.739.919	193.995.586	1.082.759.532	0,179	0,151
LITOGRAFIA Y TIPOGRAFIA MEJIA E HIJOS		15	28.354.000	339.106.000	756.066.000	0,129	0,185
IMPRESOS RICHARD LTDA		40	460.324.389	3.828.964.560	5.209.334.198	0,152	0,312
DP IMPRESORES S.A		13	887.900.603	485.344.772	1.065.240.340	0,165	0,105
INDUCONTABLES LIMITADA		25	31.064.684	913.140.389	1.163.437.673	0,087	0,104
LUCASIAN LABS S.A.S.		30	136.214.209	1.669.988.915	2.410.662.254	0,168	0,395
GRUPO CRECER S.A.		19	122.996.118	69.590.041	1.872.613.423	0,532	0,950
GAMAR SOCIEDAD S.A.S.	Mediana	53	118.113.486	3.573.960.265	4.672.717.639	0,193	0,505
TERMINADOS Y BARNIZADOS U V SAS		72	798.751.869	2.831.414.311	3.729.911.671	0,149	0,224
NUEVO DIARIO DE OCCIDENTE		55	74.895.989	1.255.336.451	2.563.908.777	0,423	0,651
SISTEMAS EDUCATIVOS EMANUELL S A		95	1.872.599.294	1.966.850.231	3.278.641.274	0,105	0,142
X-TAMPARTEX LTDA		110	574.695.976	1.430.479.905	1.966.239.000	0,040	0,085
INDUGRAFICAS S A S		115	1.472.924.000	13.671.266.000	18.667.827.000	0,180	0,235
IMPRESORA FERIVA S.A.		127	2.488.015.000	5.458.963.000	8.283.619.000	0,135	0,159
LITORUIZ IMPRESORES LTDA.		100	2.695.617.962	7.365.707.971	9.115.475.278	0,080	0,120
INGENIERIA GRAFICA S.A.		55	1.910.494.000	6.538.843.000	10.122.795.000	0,217	0,255
WM IMPRESORES S.A.		78	1.386.667.087	5.763.594.647	7.841.464.300	0,151	0,156
INDUSTRIAS ALFA Y OMEGA S.A		51	984.136.527	11.873.532.564	13.698.471.496	0,068	0,114

Fuente: Elaboración propia tomando como referencia la base de datos de la Cámara de Comercio.

4.2. CANTIDAD DE DMUs

Definir la cantidad de organizaciones o DMUs es primordial para los resultados esperados en la evaluación de la eficiencia, ya que un buen cálculo de ellos permite un análisis más confiable de los resultados arrojados por el modelo.

Entonces, una vez han sido seleccionadas las variables de entrada y de salida para el modelo, se procede a calcular el número de DMUs, según la ecuación recomendada y definida por Cooper en el 2000:

$$N \geq \text{Max} \{m \times s, 3(m + s)\}$$

$$N \geq \text{Max} \{3 \times 1, 3(3 + 3)\}$$

$$N \geq \text{Max} \{3, 18\}$$

$$N \geq 18$$

El resultado implica que el modelo DEA debe evaluar un mínimo 18 DMUs, para garantizar la confiabilidad de los resultados.

4.3. ESCOGENCIA DEL MODELO

La propuesta desarrollada va dirigida a calcular la eficiencia del sistema productivo de un grupo de empresas Pyme del sector Imprentas y editoriales pertenecientes al departamento del Valle del Cauca. Entonces se fija como objetivo, realizar el cálculo de la eficiencia que según la metodología DEA, puede estar encaminada tanto a minimizar los Inputs para producir la misma cantidad de Outputs, como a maximizar los Outputs dado el nivel actual de Inputs.

Para el presente proyecto, es de interés lograr que las empresas mejoren su eficiencia sin incurrir en mayores costos de insumos, puesto que se analizaran Pymes y generalmente estas empresas cuentan con recursos limitados. Dado lo anterior, el modelo a usar maximizara las salidas de un grupo de empresas de igual tamaño a partir de unos recursos fijos disponibles.

Entonces las condiciones anteriores exigen utilizar el modelo **DEA BCC en forma envolvente con orientación Output**, por medio del cual se daría cumplimiento al objetivo general del presente proyecto de investigación: *“Desarrollar una herramienta de diagnóstico para las Pymes manufactureras de la ciudad de Cali, con la finalidad de describir el estado en que se encuentra el sistema productivo”*.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Este capítulo contiene las características del software a emplear y una breve descripción de su implementación para el cálculo de la eficiencia del sector Imprentas y editoriales. Una vez ingresados los datos, se presentan y describen los resultados obtenidos: las eficiencias para cada una de las empresas, la contribución de los Inputs y Output utilizados en el modelo, los valores de holgura y las mejoras potenciales para las unidades ineficientes.

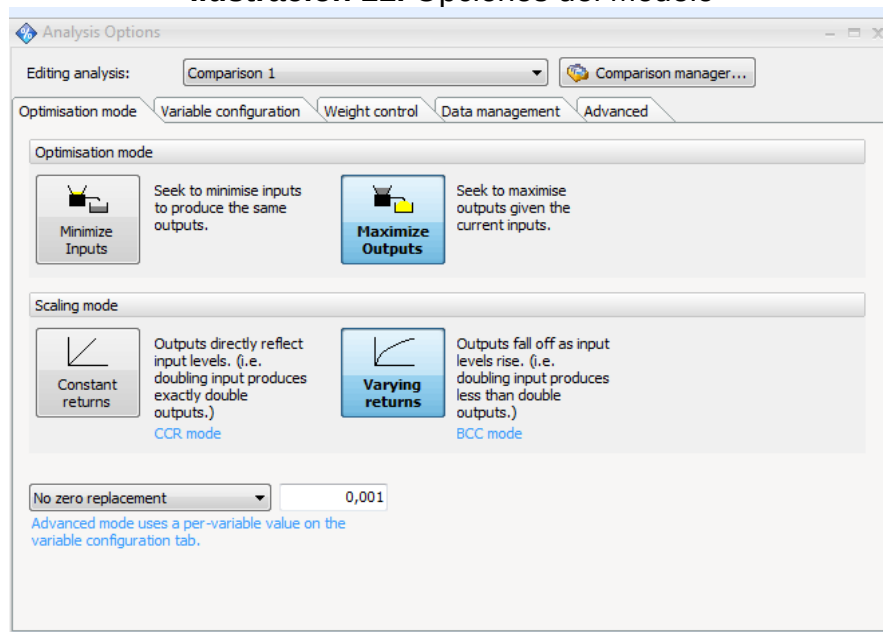
5.1. CÁLCULO DE LA EFICIENCIA PARA LAS EMPRESAS DEL SECTOR IMPRENTAS Y EDITORIALES

Para realizar el cálculo de la eficiencia técnica del sistema productivo a través de la comparación de las DMUs de interés, se utilizó el Demo del Software Frontier Analyst Profesional Versión 4.

El Software Frontier Analyst utiliza el método de resolución por dos fases (Envolvente) para evaluar la eficiencia de un conjunto de unidades (Coll y Blasco, 2006, P. 50)

Debido a que la capacidad de la versión Demo es de 12 DMUS, fue necesario introducir al programa la información por medio de dos grupos de datos tomando como referencia su tamaño: pequeña y mediana empresa. Una vez ingresados los datos, se seleccionaron las opciones orientación Output (Maximize Outputs) del modelo DEA – BCC (Varying returns). Ver *Ilustración 11*.

Ilustración 11. Opciones del Modelo



Fuente: *Propiedad del autor, calculo con Frontier Analyst versión 4.*

Para el grupo de las pequeñas empresas analizadas, se obtuvieron los siguientes puntajes de eficiencia para la gestión del sistema productivo. Ver *Ilustración 12*.

Ilustración 12. Puntajes de Eficiencia para las empresas Pequeñas del sector Imprentas y editoriales.

Efficiency Table			
Efficiency scores Summary graph Distribution			
Units		Comparison 1	
Unit name	Score	Efficient	Condition
DP IMPRESORES S.A	87,1%		
EDITORIAL COLOMBIA LTDA.	100,0%	✓	
GRAFICAS MODERNAS S.A.	78,5%		
GRUPO CRECER S.A.	100,0%	✓	
IMPRESOS RICHARD LTDA	100,0%	✓	
INDUCONTABLES LIMITADA	100,0%	✓	
LITOGRAFIA Y TIPOGRAFIA MEJIA E	100,0%	✓	
LUCASIAN LABS S.A.S.	100,0%	✓	
MARIN Y HOYOS CIA LTDA GRAFICAS	56,7%		
PEÑA TORRES IMPRESORES LTDA.	100,0%	✓	
SERVIGRAFIC S.A.S	79,4%		
11 units		Min: 56,71	

Fuente: *Propiedad del autor, calculo con Frontier Analyst versión 4.*

Los resultados permiten identificar que 7 de las 11 empresas pequeñas analizadas son técnicamente eficientes, siendo dichas empresas: Editorial Colombia Ltda., Grupo crecer s.a., Impresos Richard Ltda., Inducontables limitada, Litografía y tipográfica Mejía, Lucasian Labs S.A.S., Peña torres impresores Ltda. Las anteriores empresas nombradas son las que determinan la frontera eficiente y el resto de ellas son calificadas como ineficientes.

Cabe resaltar que las empresas ineficientes presentan un rango de eficiencia que va desde el 56,7% hasta un 87,1%.

En la *Ilustración 13* aparecen las Puntuaciones de Eficiencia para las empresas Medianas del Sector Imprentas y editoriales.

Ilustración 13. Puntajes de eficiencia para las empresas Medianas del sector

Units		Comparison 1	
Unit name	Score	Efficient	Condition
GAMAR SOCIEDAD S.A.S.	100,0%	✓	●
IMPRESORA FERIVA S.A.	96,6%		●
INDUGRAFICAS S A S	100,0%	✓	●
INDUSTRIAS ALFA Y OMEGA S.A	100,0%	✓	●
INGENIERIA GRAFICA S.A.	100,0%	✓	●
LITORUIZ IMPRESORES LTDA.	82,0%		●
NUEVO DIARIO DE OCCIDENTE	100,0%	✓	●
SISTEMAS EDUCATIVOS EMANUELL S A	91,5%		●
TERMINADOS Y BARNIZADOS U V SAS	77,4%		●
WM IMPRESORES S.A.	88,4%		●
X-TAMPARTEX LTDA	69,9%		●

11 units Min: 69.86

Fuente: *Propiedad del autor, calculo con Frontier Analyst versión 4.*

Para el caso del grupo de las 11 empresas medianas, se encontro que 5 de ellas obtuvieron la calificación de eficientes, otras 2 estuvieron a punto de alcanzar la eficiencia obteniendo puntajes mayores al 90%, y las 4 restantes fueron calificadas como ineficientes.

Entonces los resultados muestran que las empresas Gamar sociedad S.A.S, Indugraficas S.A.S., Industrias Alfa y omega S.A., Ingenieria grafica S.A y Nuevo diario de occidente, son las que conforman frontera eficiente.

Las empresas ineficientes, se ubicaron en un rango de eficiencia que va desde el valor mínimo de 69,9% hasta un 96,6%.

Al realizar una comparación entre los grupos de empresas, se puede observar que en las pequeñas empresas el 63,6% de ellas obtuvo la calificacion de eficientes, mientras que para las empresas medianas solo el 45,5% obtuvieron el nivel de eficiencia.

5.2. CONTRIBUCIÓN DE INPUTS/ OUTPUTS

Los resultados de esta sección, hacen alusión a cómo cada Input y Output contribuyen a la puntuación de la eficiencia para cada DMU. La suma de las contribuciones de los Inputs debe ser 100%, al igual que la de los Outputs. (Coll, Blasco, Op. Cit., P.70).

Estas contribuciones se hallan buscando su mejor combinación junto a los Input y Outputs, optimizando el nivel de eficiencia de cada empresa.

La *Tabla 19* muestra la contribución de los inputs y los outputs para las empresas Pequeñas del Sector Imprentas y editoriales.

Tabla 19. Contribución de Inputs/Outputs empresas pequeñas del sector

DMU	VARIABLES					
	X1 No empleados	X2 Activos Fijos	X3 Costos operativos	Y1 Ingresos por Ventas	Y2 Margen operacional	Y3 ROA
DP IMPRESORES S.A	100%	0%	0%	90,6%	9,4%	0%
EDITORIAL COLOMBIA LTDA.	26,5%	73,5%	0%	0%	100%	0%
GRAFICAS MODERNAS S.A.	87,8%	0%	12,3%	100%	0%	0%
GRUPO CRECER S.A.	75,2%	21,9%	2,9%	0%	0%	100%
IMPRESOS RICHARD LTDA	39,7%	20,6%	39,7%	76,1%	0%	23,9%
INDUCONTABLES LIMITADA	0%	100%	0%	100%	0%	0%
LITOGRAFIA Y TIPOGRAFIA MEJIA E HIJOS	0%	100%	0%	0%	0%	100%
LUCASIAN LABS S.A.S.	0%	100%	0%	92,5%	7,5%	0%
MARIN Y HOYOS CIA LTDA GRAFICAS CIMA	91,4%	0%	8,6%	100%	0%	0%
PEÑA TORRES IMPRESORES LTDA.	96,9%	0%	3,1%	100%	0%	0%
SERVIGRAFIC S.A.S	89,6%	0%	10,4%	100%	0%	0%
TOTAL	607%	416%	77%	759%	117%	224%

Fuente: Elaboración propia tomando como referencia los resultados del *Frontier Analyst versión 4*.

En el caso de las pequeñas empresas, se puede observar a partir de la tabla 9 que para las variables de entrada aquella que contribuye de mayor manera al cálculo de la eficiencia es el número de empleados. Dentro de las variables de salida, los ingresos por ventas es aquella que tiene mayor contribución en el cálculo de la eficiencia.

La contribución de los Inputs y Outputs para las empresas Medianas del sector Imprentas y editoriales aparece en la *Tabla 20*.

Tabla 20. Contribución de Inputs/Outputs empresas Medianas del sector

DMU	VARIABLES					
	X1 No empleados	X2 Activos Fijos	X3 Costos Operativos	Y1 Ingresos por Ventas	Y2 Margen Operacional	Y3 ROA
GAMAR SOCIEDAD S.A.S.	100%	0%	0%	0%	0%	100%
IMPRESORA FERIVA S.A.	0%	0%	100%	100%	0%	0%
INDUGRAFICAS S A S	0%	100%	0%	99,3%	0,7%	0%
INDUSTRIAS ALFA Y OMEGA S.A	100%	0%	0%	0%	0%	100%
INGENIERIA GRAFICA S.A.	84,3%	0%	15,7%	100%	0%	0%
LITORUIZ IMPRESORES LTDA.	0%	0%	100%	100%	0%	0%
NUEVO DIARIO DE OCCIDENTE	78,4%	5%	16,6%	8,4%	91,6%	0%
SISTEMAS EDUCATIVOS EMANUELL S A	0%	0%	100%	100%	0%	0%
TERMINADOS Y BARNIZADOS U V SAS	0%	0%	100%	100%	0%	0%
WM IMPRESORES S.A.	0%	10%	90%	100%	0%	0%
X-TAMPARTEX LTDA	0%	0%	100%	100%	0%	0%
TOTAL	363%	115%	622%	808%	92%	200%

Fuente: Elaboración propia tomando como referencia los resultados del *Frontier Analyst versión 4*.

A nivel general, los resultados anteriores muestran que dentro de los Inputs, la variable que contribuye en mayor medida a la calificación de la eficiencia son los Costos operativos. Por otra parte, dentro los outputs se encontraron que para la muestra analizada la variable que aporta en mayor medida a la calificación de la eficiencia es Ingresos por ventas.

5.3. VALORES DE HOLGURA

Los valores de Holgura indican en qué cantidad es posible incrementar o reducir los Inputs y Outputs con el fin de volver eficiente la DMU. El cálculo de las holguras solo se realiza para las unidades ineficientes, ya que las empresas eficientes al no tener niveles que mejorar, cuentan con valores de holgura iguales a cero.

La *Tabla 21* va dirigida a las pequeñas empresas ineficientes, y muestra los porcentajes de holgura que deben incrementarse en cada input y outputs para que la empresa sea eficiente.

Tabla 21. Holguras de las empresas Pequeñas del sector

DMU	VARIABLES					
	X1 No empleados	X2 Activos Fijos	X3 Costos operativos	Y1 Ingresos por Ventas	Y2 Margen operacional	Y3 ROA
DP IMPRESORES S.A	0%	86%	5%	0%	0%	6,2%
GRAFICAS MODERNAS S.A.	0%	4,1%	0%	0%	17,9%	17,5%
MARIN Y HOYOS CIA LTDA GRAFICAS CIMA	0%	25,5%	0%	0%	5,1%	7,4%
SERVIGRAFIC S.A.S	0%	12,6%	0%	0%	16%	9%
VARIACION TOTAL	0%	128%	5%	0%	39%	40%

Fuente: Elaboración propia tomando como referencia los resultados del *Frontier Analyst versión 4*.

Para las empresas pequeñas se puede observar que en cuanto a las entradas y salidas el modelo no considera necesario variaciones en el número de empleados y en los ingresos por ventas.

La variable de entrada más susceptible de mejora son los Activos fijos. En cuanto a las variables de salida, las variaciones en el margen operacional y el ROA son muy parejas.

Para las unidades evaluadas como medianas empresas, se presentan los valores de holgura mostrados en la *Tabla 22*.

Tabla 22. Holguras de las empresas Medianas del sector

DMU	VARIABLES					
	X1 No empleados	X2 Activos Fijos	X3 Costos operativos	Y1 Ingresos por Ventas	Y2 Margen Operacional	Y3 ROA
IMPRESORA FERIVA S.A.	56,7%	35,3%	0%	0%	28,3%	26,3%
LITORUIZ IMPRESORES LTDA.	30%	31%	0%	0%	27,3%	16,4%
SISTEMAS EDUCATIVOS EMANUELL S A	31,5%	57,5%	0%	0%	66,3%	68,0%
TERMINADOS Y BARNIZADOS U V SAS	13,4%	6,5%	0%	0%	39,9%	37,4%
WM IMPRESORES S.A.	14%	0%	0%	0%	23,0%	27,9%
X-TAMPARTEX LTDA	43,3%	16,3%	0%	0%	84,7%	79,3%
VARIACIÓN TOTAL	188,9%	146,6%	0,0%	0,0%	269,5%	255,3%

Fuente: Elaboración propia tomando como referencia los resultados del *Frontier Analyst versión 4*.

En cuanto a las entradas y salidas el modelo no considera necesario reducir o mejorar los costos operativos ni los Ingresos por ventas.

Por su parte el Número de empleados se ha hallado como la variable de entrada más susceptible de mejora.

Las salidas restantes se encuentran en niveles de mejora semejantes, es decir la tendencia de la mejora del ROA se acerca a la del Margen operacional.

5.4. MEJORAS POTENCIALES

Para las unidades ineficientes, este reporte contiene como valores actuales los datos inicialmente introducidos al programa para cada empresa, junto con los valores objetivos y el porcentaje de mejora para cada variable Input y output.

El reporte de mejoras es obtenido directamente desde el programa Frontier, estos se pueden observar para los dos grupos de datos en los *Anexos 3 y 4*.

- En el *Anexo No 3* se encuentra el reporte de mejoras potenciales para las Pequeñas empresas que son ineficientes.

A partir de la revisión de estos resultados, se puede identificar que el Input Personal ocupado para todas las empresas ineficientes, no presenta valores objetivos, es decir, no requiere Mejoras potenciales. Caso similar ocurre con los Costos Operativos, a excepción de la empresa *Dp Impresores*, la cual debe realizar una disminución del 39,71% para esta variable.

El Input más propenso a mejorar son los Activos fijos, puesto que todas las empresas pequeñas que resultaron ineficientes tienen como mejora potencial la disminución de esta variable.

En cuanto a los Outputs, estos solo presentan como mejora potencial aumentos en sus valores objetivos.

- En el *Anexo No 4* se presentan las mejoras potenciales que se pueden realizar en los Input y Outputs para las empresas Medianas del sector Imprentas y editoriales.

Para el caso de las medianas empresas ineficientes, el Input de Costos operativos no requiere mejoras potenciales, caso contrario ocurre con los Activos fijos y el personal ocupado, puesto que es necesario que ambas variables logren reducciones significativas en sus valores para que las empresas bajo análisis alcancen la eficiencia.

Todos los Outputs estudiados deben aumentar sus valores en altas proporciones para que las empresas puedan alcanzar la eficiencia.

Analizando lo anterior se puede concluir que el modelo con orientación Output, propone mejoras potenciales considerado solo reducciones para los Inputs, y aumentos en los Output, para que las empresas a partir de estas mejoras alcancen la calificación de eficiencia.

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES

- Se realizó un proceso de selección de sectores puesto que el presente proyecto se haya enmarcado en un proyecto de investigación, el cual partió con la selección del sector más representativo para la economía del Valle del Cauca.
- Se presentaron dificultades en la obtención de datos de un mismo periodo a nivel departamental, por tanto se usaron para la selección del sector caso de estudio, datos nacionales generados por la encuesta anual manufacturera del año del 2007.
- Dado que el método DEA toma las variables de entrada y de salida y las consolida para generar la frontera de producción y por tanto la eficiencia, no es necesario utilizar datos desagregados.
- Dado que el presente trabajo de grado tiene como finalidad desarrollar una herramienta de diagnóstico para las Pymes manufactureras de la ciudad de Cali, se decidió emplear el método DEA, ya que permite la comparación de la eficiencia técnica de un grupo de empresas, mostrando el estado en que se encuentra el sistema productivo y las mejoras potenciales que se pueden realizar en las variables estudiadas.
- La metodología DEA cumple su funcionalidad como herramienta de diagnóstico, pues permite observar el estado actual de las variables de interés, establecer su estado deseado a través de la comparación empresarial, e identificar de los puntos a mejorar, y en pro de esto, establecer estrategias y propuestas de mejoramiento para alcanzar la eficiencia de la entidad.
- La metodología DEA también puede ser empleada como herramienta BENCHMARK, pues a través del cálculo de la eficiencia permite establecer las empresas líderes del sector junto a sus mejores prácticas, y a partir de la comparación con las entidades ineficientes, es posible identificar los aspectos que se deben optimizar y los valores objetivos que deben ser alcanzados para adquirir la calificación de eficientes.
- Fue de importancia la selección del modelo BCC con orientación output, puesto que se buscaba una herramienta que permitiera a los encargados de las decisiones de producción e inversión en las empresas, identificar hasta qué punto su proceso de producción podía esperar incrementar sus outputs o resultados, simplemente aumentando su eficiencia, sin demandar más recursos de los ya dispuestos.

- Puesto que el proyecto se planteó con miras a establecer una herramienta de diagnóstico que permitiera identificar los aspectos en que fallan las empresas y servir como base para proyectos de articulación Universidad-Empresa, se puede decir que la metodología DEA permitiría a largo plazo la mejora de la eficiencia, implicando básicamente la maximización del beneficio y la minimización de los costos. Con lo anterior se concluye que es posible plantear estrategias para la mejora de las variables estudiadas y como consecuencia, poder lograr aumentar el tiempo de permanencia de las empresas en el mercado y de esta manera amortiguar el cierre de las Pymes.
- Implementar el método DEA como herramienta de diagnóstico sobre la información fraccionada en dos grupos de empresas: pequeñas y medianas, es el procedimiento correcto, puesto que cada grupo de empresas presenta características y comportamientos en las variables de interés muy propios de su tamaño y de esta manera fue posible realizar un análisis más exacto.
- La propuesta planteada, por medio de un software con mayor capacidad y una base de datos más extensa, hace posible su utilización como una herramienta a gran escala, puesto que permitiría estudiar el comportamiento y la eficiencia real de todo un sector económico.
- La muestra analizada del sector arroja que el 63,6% de las pequeñas empresas son eficientes, mientras que de las empresas medianas, solo el 45,5% son eficientes. Esto lleva a pensar que existe una gran mayor brecha entre las empresas medianas, que pueden ser dada por el tipo de tecnología, los sistemas de compras, los tipos de contrataciones, etc.
- Se puede observar que tanto para las pequeñas como para las medianas empresas del sector imprentas y editoriales, la variable de salida que contribuye de mayor manera al cálculo de la eficiencia son los ingresos por ventas. En cuanto a las variables de entrada, para las pequeñas empresas es relevante el Número de empleados, mientras que para las medianas empresas son los costos operativos.
- En cuanto a las holguras, se puede apreciar que para las pequeñas empresas la variable de entrada más susceptible es los activos fijos, lo cual sugiere que cualquier medida que se tome y ayude a mejorar este indicador puede lograr aumentos en la eficiencia de las organizaciones. Para las empresas medianas el Número de empleados es la variable más susceptible de mejora.
- Al emplear el método DEA es importante mencionar la funcionalidad del programa *Frontier Analyst*, pues los resultados y entregables que arroja (Cálculo de las eficiencias, Contribución de Inputs/ Outputs, Variables de holgura y Mejoras potenciales) facilita el estudio del comportamiento del sistema productivo en el sector de interés.

- El alcance y uso del método DEA va mucho más allá de tan solo ser empleado para el sistema productivo, ya que debido a su amplia funcionalidad es posible realizar un diagnóstico para toda la organización como un sistema y por ende las demás áreas afines.

BIBLIOGRAFÍA

- **Acevedo, M. y Ramírez, J. (2005).** Diferencias regionales en la eficiencia técnica del sector confecciones en Colombia: un análisis de fronteras estocásticas. Disponible en:
<http://www.google.com/url?sa=t&source=web&cd=3&sqi=2&ved=0CCYQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.revistas.unal.edu.co%2Findex.php%2Finnovar%2Farticle%2Fdownload%2F41%2F74&rct=j&q=Definicion%20An%20E1lisis%20de%20fronteras%20estoc%20E1sticas&ei=CNuMTd7oNKeJ0QHA9bS1Cw&usq=AFQjCNEt03TedMcvbXOrKmDU1_SAzL54ow&cad=rja>. P. 93. [Consulta: 27 Marzo de 2010]
- **Acosta, A. y Cardona, V. (2008).** Mejoramiento de la herramienta de diagnóstico de la salud ocupacional -DGSO- y la aplicación piloto en pymes de la ciudad de Cali. Cali, 2008. Trabajo de grado (Ingeniero Industrial). Universidad Icesi.
- **Acosta, D. (2011).** Propuesta Metodológica para la evaluación Expost en un Banco de Proyectos: Aplicación de la metodología análisis envolvente de datos (DEA). Cali, 2011. Trabajo de grado (Ingeniero Industrial). Universidad del Valle.
- **Aguilar, P. (2009).** CNP. Factores determinantes de la productividad y el crecimiento económico de Colombia, Un análisis con énfasis en las empresas manufactureras (2005). Disponible en:
<<http://repository.cesa.edu.co/bitstream/10726/203/1/36.%20La%20Productividad%20como%20Factor%20de%20competitividad%20.pdf>>. P.5. [Consulta: 10 Marzo de 2010]
- **Alarcón, D. (2005).** Modelo integrado de valor para estructuras sostenibles. Barcelona, 2005. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Cataluña. Disponible en:
<<http://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/6166/01Dan01de01.pdf?sequence=1>>. [Consulta: 10 Junio de 2010]
- **Álvarez A., Arquero H., Martínez I. (2004).** Empleo del ahp (proceso analítico jerárquico) Incorporado en sig para definir el emplazamiento óptimo de equipamientos universitarios. Aplicación a una biblioteca. Disponible en:
<http://age.ieq.csic.es/metodos/docs/XII_2/042%20-%20Alvarez%20Alonso%20et%20al.pdf>. P. 2. [Consulta 5 marzo de 210]
- **Álzate, L. y Serna, D. (2008).** Diseño de una herramienta de análisis sobre las condiciones mínimas necesarias para la implementación de logística reversiva en las empresas. Cali, 2008. Trabajo de grado (Ingeniero Industrial). Universidad Icesi.

- **Anif (2010).** Centro de estudios económicos, Revista: Mercados PYME, 2009, Imprentas y editoriales. P. 4.
- **Asobancaria (2005).** La Semana Económica. Financiamiento de las Pymes: Un Compromiso de Todos. Disponible en:
<http://www.asobancaria.com/upload/docs/docPub2462_2.pdf>. [Consulta: 21 de Septiembre de 2009].
- **Baena, E. y Rodenes, M. (2004).** Modelo para el análisis y diagnóstico de Pymes del sector de confección textil de Risaralda (Colombia). Medición del impacto de algunos factores mesoeconómicos en los resultados de las empresas. Disponible en:
<<http://www.utp.edu.co/php/revistas/ScientiaEtTechnica/docsFTP/14156239-242.pdf>>. [Consulta: 21 Febrero de 2010]
- **Baró, O. (2009).** Aplicación del procedimiento de diagnóstico para lograr la implementación del Perfeccionamiento Empresarial en la Unidad Mecánica Jovellanos. Disponible en:
<<http://www.gestiopolis.com/administracion-estrategia/procedimiento-para-el-perfeccionamiento-empresarial.htm>>.[Consulta: 10 de Noviembre de 2009].
- **Benchmark, Reporte sectorial Confecciones (2009).** Disponible en:
<http://bck.securities.com/industryreport.php?sector_id=9999028&pc=CO&sv=BCKV>. P. 18. [Consulta: 20 de febrero de 2010].
- **Benchmark, Reporte sectorial Cuero, curtiembre, marroquinería y calzado (2009).** Disponible en:
<http://bck.securities.com/industryreport.php?sector_id=9999033&pc=CO&sv=BCK>. P.18. [Consulta: 20 de febrero de 2010].
- **Benedetti, C. (2010).** Análisis y evaluación de la gestión educacional municipal. Universidad de Chile. Disponible en:
<http://www.google.com/url?sa=t&source=web&cd=1&ved=0CBkQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.educacion2020.cl%2Findex.php%3Foption%3Dcom_docman%26task%3Ddoc_download%26gid%3D53%26Itemid%3D55&rct=j&q=herramienta%20de%20diagnostico%20que%20utilice%20el%20analisis%20envolvente%20de%20datos&ei=TOCPTcXeKtKz0QGK9P2qCw&usq=AFQjCNGWAakxRGat rCNG IOuH8TF-BSA1g&cad=rja>. P. 21. [Consulta: 13 de Junio de 2010].
- **Bermeo E., Mesa P. y otros (2002).** Informe de Resultados Diagnóstico Aplicado a la Pyme Metalmecánica INPROMEC LTDA. Publicado en Cali, Universidad Autónoma.

- **Braidot Néstor, Formeto H. y Nicolini J. (2003).** Desarrollo de una Metodología de Diagnóstico para Empresas Pymes Industriales y de Servicios: Enfoque basado en los sistemas de administración para la Calidad Total. Disponible en:
<<http://www.littec.ungs.edu.ar/pdfespa%F1ol/Diagn%F3stico%20Pyme%20-2.pdf>>. P. 5.[Consulta: 10 de Noviembre de 2009]
- **Castañeda, Jesús David (2004).** Valoración del estado actual de las Pymes metalmecánicas mediante la aplicación de la herramienta de diagnóstico logístico productivo en un piloto local. En: El Hombre y la máquina. Revista No 23. (Julio- Diciembre de 2004). P. 42-51.
- **CCC (2007).** Cámara de Comercio de Cali, Revista Acción. Pymes Caleñas Mejoran su Supervivencia Ed. 086, Julio – 2007. Disponible en:
<www.ccc.org.co/accion/086/j.html>. [Consulta: 21 de Septiembre de 2009].
- **Código industrial internacional uniforme**, revisión 3. Disponible en:
<<http://quimbaya.banrep.gov.co/servicios/saf2/BRCodigosCIIU.html>>. [Consulta: 4 Marzo de 2010]
- **Coll, V. y Blasco, O. (2007).** Universidad de Valencia. Facultad de economía. Departamento de economía aplicada. Evaluación de la eficiencia de la industria textil española a partir de información económico-financiera: una aplicación del análisis envolvente de datos.
- **Revista Investigación operacional (2007).** Vol. 28 No 1.61.91. 2007. P.61 - 91. Disponible en:
<<http://rev-inv-ope.univ-paris1.fr/files/28107/io28107-6.pdf>>. [Consulta: 18 de Marzo de 2011]
- **Colmenares, O. (2007).** Medición de la productividad empresarial. Disponible en:
<http://www.gestiopolis.com/economia/productividad-y-la-medicion-de-la-productividad.htm>. P.15. [Consulta: 3 Marzo de 2011]
- **Crosby, P. (1996).** Los Principios Absolutos del Liderazgo. Publicado en Bogotá, Prentice Hall Hispanoamericana, 1996.
- **Díaz, O. (2009).** ¿Cuán eficiente es la banca boliviana? Una aproximación mediante fronteras estocásticas. Disponible en:
<<http://www.bcb.gob.bo/webdocs/2011/Publicaciones/RevistaAnalisis/2009/vol11/Capitulo2final.pdf>>. P.7. [Consulta: Abril 2 de 2010]

- **Maurtua, D. (2006).** Criterios de Selección de Personal mediante el uso del proceso de análisis jerárquico. Aplicación en la selección de personal para la Empresa Exotic Foods S.A.C. Capítulo IV. Proceso de análisis jerárquico (A.H.P). Disponible en:
<http://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/monografias/basic/maurtua_od/cap4.pdf>. [Consulta: 10 de Marzo de 2011]
- **(DNP et al., 2009, P. 6).** Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Departamento Nacional de Planeación. Documento CONPES 3621. Disponible en:
<<http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/LinkClick.aspx?fileticket=BiVxU5SbbzM%3d&tabid=907>>. P. 6. [Consulta: 8 de Febrero de 2011].
- **(DNP, 2007-I, P. 6).** Departamento Nacional de Planeación. Agenda Interna para la Productividad y la Competitividad. Documento regional, Valle del Cauca. Junio 2007. Disponible en:
<<http://www.dnp.gov.co/PortalWeb/Programas/AgendaInterna/Propuestasregionales.aspx>>. P. 6. [Consulta: 16 de Febrero de 2010].
- **(DNP, 2007-II, P. 23).** Departamento Nacional de Planeación. Agenda Interna para la Productividad y la Competitividad. Documento sectorial, Cadena pulpa, papel, cartón, Industria Gráfica, Industria Editorial. Agosto 2007. Disponible en:
<http://www.comisionesregionales.gov.co/informaci%C3%B3n_sectorial/papel.pdf> .P. 26. [Consulta: 21 de Febrero de 2010].
- **Fernández, A. (2004).** Investigación y técnicas de mercadeo, Segunda edición. Disponible en:
<http://books.google.com/books?id=LnVxgMkEhkgC&pg=PA261&lpg=PA261&dq=en+que+consisten+las+T%C3%A9cnicas+Univariantes+y+Multivariantes.&source=bl&ots=iAYAdtmilf&sig=Ic-vaf8UZCz2NihmLAMKbYJiHmg&hl=es&ei=N6yPTfuTG_CH0QHyrWkCw&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=6&sqi=2&ved=0CDIQ6AEwBQ#v=snippet&q=multivariante&f=false>. P.261. [Consulta: 20 de Abril de 2010]
- **Flórez, R. y Fernández, Y. (2005).** Aplicación del Modelo DEA en la gestión Pública. Un análisis de la eficiencia de las capitales de Provincia Españolas. Disponible en:
<<http://www.observatorioiberoamericano.org/Revista%20Iberoamericana%20de%20Contab%20Gesti%C3%B3n/N%C2%BA%207/Yolanda%20Fern%C3%A1ndez%20y%20Raquel%20Fl%C3%B3rez.pdf>>. P. 2. [Consulta: 1 de Marzo de 2011]
- **Gómez, E. y Solano, E. (2004).** Diagnóstico empresarial: del sector cuero, calzado y similares de Bucaramanga y su área metropolitana y propuesta para su mejoramiento. En: Prospectiva Gerencial. Revista No 4, Universidad Santo Tomas. (Julio 2004). P. 27- 36.

- **Gutiérrez, A. (2010).** El Puerto de Lázaro Cárdenas y su Eficiencia en la Cuenca del Pacífico (2003-.2008): Un Análisis Envolvente de Datos. P.100.
- **Hincapié, H. (2011).** Hacia una transformación productiva. Por un Valle más competitivo. Conferencia Grupo Multisectorial, 9 de Marzo de 2011.
- **Instituto del Tercer Mundo, (2006).** América Latina: El papel de las PYMES, Revista GLOOBAL Hoy No. 6, 2006. Disponible en:
<<http://www.gloobal.net/iepala/gloobal/fichas/ficha.php?entidad=Textos&id=1579>>. [Consulta: 3 de Diciembre de 2010].
- **Lecturas Matemáticas.** Volumen Especial (2006), páginas 259–270. [Consulta: 30 Marzo de 2010]
- **Lema, D. y Delgado, G. (1998).** Productividad y fuentes de eficiencia técnica en apicultura: estimación de fronteras estocásticas de producción con datos de panel. Disponible en:
<<http://www.inta.gov.ar/ies/docs/otrosdoc/apicultura.pdf>>. P. 7. [Consulta: 29 Marzo de 2010]
- **Londoño, J. (2007).** Desarrollo de una herramienta de diagnóstico en sistemas de información para pequeñas y medianas empresas de la ciudad de Cali. Cali, 2007, Trabajo de Grado (Ingeniero Industrial). Universidad Icesi.
- **Machuca et al, (1995).** Dirección de operaciones, aspectos estratégicos en la producción y los servicios. Mc Graw Hill. P.4.
- **Mariani, G. (2010).** Indicadores urbanos y ciudad. Espacio de pensamiento y cooperación política - P36. Andalucía. Disponible en:
<<http://www.paralelo36andalucia.com/indicadores-urbanos-y-ciudad/>>. [Consulta: Abril 30 de 2010]
- **Martín, J. y Puerto, M. (2007).** La medida de la eficiencia en las organizaciones sanitarias. Departamento de Economía Aplicada. Universidad de Granada. Disponible en:
<http://www.ief.es/documentos/recursos/publicaciones/revistas/presu_gasto_publico/49_medidaEficiencia.pdf> P.7. [Consulta: 20 Mayo de 2010]
- **Martín, R. (2003).** La evaluación de la eficiencia técnica. Una aplicación del DEA a la Universidad de la Laguna. Disponible en:
<<http://www.pagina-aede.org/Granada/18.La%20evaluacion%20de%20la%20eficiencia.pdf>>. [Consulta: 15 Marzo de 2011]

- **Martínez et al, (2005).** La industria de conservas vegetales de la Región de Murcia. Análisis de la eficiencia técnica. Revista de estudios regionales No 73, 2005. Pág. 141 a 158. Disponible en:
<<http://www.revistaestudiosregionales.com/pdfs/pdf820.pdf>>. [Consulta: 20 de Marzo de 2011]
- **Medina, A. (2009).** El Gobierno Local como Promotor de la Gobernabilidad Corporativa en la Pyme. Disponible en:
<http://www.ascolfa.edu.co/memorias/Ponencias/PRES_204.pdf>. P.2. [Consulta: 20 de Octubre de 2009]
- **Mera, C. y Soria, D. (2007).** Mejoramiento del diseño y desarrollo de la herramienta de diagnóstico de la gestión del mantenimiento (DGM) para las pymes de Cali y su área de influencia. Cali, 2007, Trabajo de grado (Ingeniero Industrial). Universidad Icesi.
- **Milesi et al. (2007).** Estudio Comparado sobre el éxito exportador PYME en Argentina, Chile y Colombia. Disponible en:
<<http://www.iberpymeonline.org/Documentos/PYMEXComparado.pdf>>. P.66. [Consulta: 12 de Febrero de 2011]
- **Mincomercio et al. (2009).** Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Viceministerio de Desarrollo Empresarial, Dirección de Mipymes. Reporte de MiPymes No.3. Disponible en:
<<http://www.mincomercio.gov.co/econtent/Documentos/mipymes/2008/ReporteMipymes03.pdf>>. P. 4. [Consulta: 12 de Octubre de 2009]
- **Molina, A. (2008).** Investigación de mercados. Curso de especialista en economía y derecho del consumo [Diapositiva]. Lima – Perú, Noviembre de 2008. 54 diapositivas.
<http://www.google.com/url?sa=t&source=web&cd=8&sqi=2&ved=0CDsQFjAH&url=http%3A%2F%2Fwww.uclm.es%2Factividades0809%2Fcursos%2Fedc%2Fdoc%2FArturoMolina_4.ppt&rct=j&q=en%20que%20consisten%20las%20T%E9cnicas%20Univariantes%20y%20Multivariantes.&ei=N6yPTfuTG_CH0QHyrBWK_Cw&usq=AFQjCNEsyW7jif53r45NbjM_FD0rk4Q6Fg&cad=rja>. D.50. [Consulta: 31 Abril de 2010]
- **Molina, J. y García, J. (2006).** Técnicas de Análisis de Datos. Aplicaciones prácticas utilizando Microsoft Excel y weka. Disponible en:
<<http://www.giaa.inf.uc3m.es/docencia/II/ADatos/apuntesAD.pdf>>. P.90. [Consulta: 20 Junio de 2010]
- **Morales, C. (1991).** Diagnóstico del Sector Artes gráficas del Valle del Cauca. En: Economía. Revista No 11, Universidad de San Buenaventura Cali. 30 de (Enero- Junio de 1991). P. 3-14.

- **Mutis, H. (2006).** Una aplicación del análisis de frontera estocástica: el caso de hospitales de nivel II en Colombia. Universidad de Los Andes, Bogotá. Disponible en :<<http://www.scm.org.co/Articulos/862.pdf>> P.260. [Consulta: 30 de Junio de 2010].
- **Nieto, M. (2003).** La Pequeña y Mediana Industria Manufacturera en Colombia (1992-2002) reconversión y profundización industrial, Revista Escuela de Administración de Negocios No.49, 2003. Disponible en: <<http://redalyc.uaemex.mx/pdf/206/20604902.pdf>>. P.11. [Consulta: 1 de Agosto de 2010].
- **Orejuela J. P. (2009).** Propuesta de investigación: diseño metodológico para el diagnóstico del sistema productivo de las pymes de la ciudad de Cali. Escuela de Ingeniería Industrial y Estadística, Universidad del Valle, Colombia.
- **Prior, D. y Surroca, J. (2003).** Como utilizar la frontera razonable para establecer mecanismos de supervisión e incentivos en la gestión hospitalaria. Universidad Autónoma de Barcelona. Disponible en: <<http://huespedes.cica.es/aliens/jaescadiz/Archivos%20pdf/Archivos%20pdf%20tc/043tc.pdf>>. [Consulta: 30 de Mayo de 2010]
- **Rodríguez, B. y Salgado, D. (2007).** Prueba piloto de las herramientas de diagnóstico DGM y DDP para las MIPYMES de Cali y su área de influencia. Cali, 2007, trabajo de grado (Ingeniero Industrial). Universidad Icesi.
- **Ruiz A. (2004).** Aplicación del método de optimización DEA en la evaluación de la eficiencia técnica de las seccionales de la Fiscalía. Documento CEDE- Centro de estudios sobre el desarrollo económico Facultad de economía Universidad de los andes.
- **Sánchez C. (2008).** Propuesta metodológica para el estudio de la segmentación de los mercados de trabajo locales: un estudio empírico, inductivo y multidimensional. Tesis de grado doctoral, Universidad de Huelva. Departamento de Economía general y estadística. Disponible en: <<http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/2954/b15172739.pdf?sequence=1>> P. 82. [Consulta: 17 de Septiembre de 2010]
- **Secretaria de planeación (2009).** Bogotá ciudad de estadísticas - Boletín No. 16 Especialización de las cadenas productivas de la industria en Bogotá. D. C. Alcaldía mayor de Bogotá, Secretaria distrital de planeación. Disponible en: <http://colaboracion.dapd.gov.co/resources/cartilla_16_cadenas_productivas.pdf> P.8. [Consulta: 20 de Febrero de 2010].
- **Servicios estadísticos.** Servicios estadísticos de Canarias S.L., Metodología Técnicas de análisis de datos. Disponible en: <<http://www.serviciosestadisticos.es/metodologia/metodologia.htm>>. [Consulta: 3 de Junio de 2010]

- **Tabares S. (2002).** Diagnóstico interno de la [Consulta: 15 Febrero de 2010]
- **Tema 2.** Introducción. Estadística descriptiva. Conceptos básicos. Disponible en :
<http://www.ugr.es/~ramongs/sociologia/tema2_descriptiva.pdf>. P. 14. [Consulta: 20 de Septiembre de 2010]
- **UNAL.** Curso en línea, Probabilidad y Estadística. Universidad Nacional de Colombia - Sede Bogotá. Unidad 1 Estadística Descriptiva. Disponible en; <http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/2001065/html/un1/media_geometrica.html>. [Consulta: 17 de Noviembre de 2010]

ANEXOS

ANEXO 1: Formato de Encuesta a expertos para relaciones pareadas entre indicadores

				Igualmente importante	Ligeramente más importante	Fuertemente más importante	Mucho más importante	Extremadamente más importante
Personal Ocupado		Producción Bruta						
Personal Ocupado		Valor Agregado						
Personal Ocupado		Exportaciones						
Personal Ocupado		Crecimiento en ventas						
Producción Bruta		Valor Agregado						
Producción Bruta		Exportaciones						
Producción Bruta		Crecimiento en ventas						
Valor Agregado		Exportaciones						
Valor Agregado		Crecimiento en ventas						
Exportaciones		Crecimiento en ventas						

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 2: Valoración de los expertos a la Encuesta de relaciones pareadas entre indicadores.

Profesor: 1

	Personal Ocupado	Producción Bruta	Valor Agregado	Exportaciones	Crecimiento en ventas
Personal Ocupado	1	7	7	7	3
Producción Bruta	0,1	1	1	0,3	0,3
Valor Agregado	0,1	1	1	3	0,3
Exportaciones	0,1	3	0,3	1	0,3
Crecimiento en ventas	0,3	3	3	3	1

Profesor: 2

	Personal Ocupado	Producción Bruta	Valor Agregado	Exportaciones	Crecimiento en ventas
Personal Ocupado	1	0,1	0,1	0,1	0,1
Producción Bruta	7	1	0,1	0,2	0,2
Valor Agregado	7	7	1	0,2	0,1
Exportaciones	7	5	5	1	0,2
Crecimiento en ventas	7	5	7	5	1

Profesor: 3

	Personal Ocupado	Producción Bruta	Valor Agregado	Exportaciones	Crecimiento en ventas
Personal Ocupado	1	0,3	0,2	0,2	0,1
Producción Bruta	3	1	0,3	0,3	0,2
Valor Agregado	5	3	1	3	0,3
Exportaciones	5	3	0,3	1	1
Crecimiento en ventas	7	5	3	1	1

Profesor: 4

	Personal Ocupado	Producción Bruta	Valor Agregado	Exportaciones	Crecimiento en ventas
Personal Ocupado	1	1	0,3	0,3	0,3
Producción Bruta	1	1	0,2	0,3	0,3
Valor Agregado	3	5	1	3	0,3
Exportaciones	3	3	0,3	1	0,3
Crecimiento en ventas	3	3	3	3	1

Profesor: 5

	Personal Ocupado	Producción Bruta	Valor Agregado	Exportaciones	Crecimiento en ventas
Personal Ocupado	1	0,2	0,2	0,2	5
Producción Bruta	5	1	0,1	0,3	5
Valor Agregado	5	7	1	3	7
Exportaciones	5	3	0,3	1	7
Crecimiento en ventas	0,2	0,2	0,1	0,1	1

Profesor: 6

	Personal Ocupado	Producción Bruta	Valor Agregado	Exportaciones	Crecimiento en ventas
Personal Ocupado	1	5	3	1	1
Producción Bruta	0,2	1	0,2	0,1	0,1
Valor Agregado	0,3	5	1	0,3	0,3
Exportaciones	1	7	3	1	1
Crecimiento en ventas	1	7	3	1	1

Profesor: 7

	Personal Ocupado	Producción Bruta	Valor Agregado	Exportaciones	Crecimiento en ventas
Personal Ocupado	1	5	7	9	5
Producción Bruta	0,2	1	0,1	7	7
Valor Agregado	0,1	7	1	5	5
Exportaciones	0,1	0,1	0,2	1	0,3
Crecimiento en ventas	0,2	0,1	0,2	3	1

Profesor: 8

	Personal Ocupado	Producción Bruta	Valor Agregado	Exportaciones	Crecimiento en ventas
Personal Ocupado	1	0,2	0,3	0,3	1
Producción Bruta	5	1	0,3	1	1
Valor Agregado	3	3	1	3	3
Exportaciones	3	1	0,3	1	0,3
Crecimiento en ventas	1	1	0,3	3	1

Profesor: 9

	Personal Ocupado	Producción Bruta	Valor Agregado	Exportaciones	Crecimiento en ventas
Personal Ocupado	1	1	3	0,2	0,3
Producción Bruta	1	1	3	0,2	0,3
Valor Agregado	0,3	0,3	1	0,2	0,3
Exportaciones	5	5	5	1	3
Crecimiento en ventas	3	3	3	0,3	1

Profesor: 10

	Personal Ocupado	Producción Bruta	Valor Agregado	Exportaciones	Crecimiento en ventas
Personal Ocupado	1	7	1	5	5
Producción Bruta	0,1	1	0,1	1	1
Valor Agregado	1	8	1	7	7
Exportaciones	0,2	1	0,1	1	1
Crecimiento en ventas	0,2	1	0,1	1	1

Profesor: 11

	Personal Ocupado	Producción Bruta	Valor Agregado	Exportaciones	Crecimiento en ventas
Personal Ocupado	1	0,3	1	3	5
Producción Bruta	3	1	0,1	3	0,3
Valor Agregado	1	7	1	5	5
Exportaciones	0,3	0,3	0,2	1	3
Crecimiento en ventas	0,2	3	0,2	0,3	1

MATRIZ MEDIA GEOMÉTRICA - PRIORIDAD DE LOS CRITERIOS

	Personal Ocupado	Producción Bruta	Valor Agregado	Exportaciones	Crecimiento en ventas
Personal Ocupado	1,00	0,98	0,89	0,82	1,14
Producción Bruta	1,02	1,00	0,28	0,55	0,58
Valor Agregado	1,12	3,63	1,00	1,78	1,07
Exportaciones	1,21	1,81	0,56	1,00	0,84
Crecimiento en ventas	0,88	1,73	0,93	1,18	1,00
TOTAL	5,24	9,14	3,66	5,34	4,64

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 3: Reporte de mejoras potenciales para las Pequeñas empresas del sector Imprentas y editoriales

56,71% MARIN Y HOYOS CIA LTDA

Peers: 3

References: 0

Variable	Actual	Target	Potential Improvement
Activos fijos netos	411119900,00	185055183,84	-54,99 %
Costos Operativos	890120544,00	890120544,00	0,00 %
Ingresos por ventas	1170767459,00	2064643922,72	76,35 %
Margen Operacional	0,12	0,25	98,03 %
Personal Ocupado	19,00	19,00	0,00 %
ROA	0,16	0,35	121,28 %

78,47% GRAFICAS MODERNAS S.A.

Peers: 3

References: 0

Variable	Actual	Target	Potential Improvement
Activos fijos netos	339701510,00	303648476,69	-10,61 %
Costos Operativos	2091099430,00	2091099430,00	0,00 %
Ingresos por ventas	2850584994,00	3632662515,66	27,44 %
Margen Operacional	0,17	0,31	82,76 %
Personal Ocupado	30,00	30,00	0,00 %
ROA	0,32	0,58	78,91 %

79,38% SERVIGRAFIC S.A.S

Peers: 3

References: 0

Variable	Actual	Target	Potential Improvement
Activos fijos netos	319496000,00	207649303,40	-35,01 %
Costos Operativos	1155488000,00	1155488000,00	0,00 %
Ingresos por ventas	1781176000,00	2243743973,93	25,97 %
Margen Operacional	0,09	0,20	120,53 %
Personal Ocupado	20,00	20,00	0,00 %
ROA	0,13	0,25	90,16 %

87,11% DP IMPRESORES S.A

Peers: 3

References: 0

Variable	Actual	Target	Potential Improvement
Activos fijos netos	887900603,00	124720975,19	-85,95 %
Costos Operativos	485344772,00	292596058,12	-39,71 %
Ingresos por ventas	1065240340,00	1222830751,09	14,79 %
Margen Operacional	0,16	0,19	14,79 %
Personal Ocupado	13,00	13,00	0,00 %
ROA	0,11	0,18	70,89 %

ANEXO 4: Reporte de mejoras potenciales para las Medianas empresas del sector Imprentas y editoriales

69,86% X-TAMPARTEX LTDA

Peers: 2
References: 0

Variable	Actual	Target	Potential
Improvement			
Activos fijos netos	574695976,00	135744399,58	-76,38 %
Costos Operativos	1430479905,00	1430479905,00	0,00 %
Ingresos por ventas	1966239000,00	2814479005,16	43,14 %
Margen Operacional	0,04	0,42	929,02 %
Personal Ocupado	110,00	55,00	-50,00 %
ROA	0,08	0,64	650,41 %

77,40% TERMINADOS Y BARNIZADOS U V

Peers: 2
References: 0

Variable	Actual	Target	Potential
Improvement			
Activos fijos netos	798751869,00	622457605,17	-22,07 %
Costos Operativos	2831414311,00	2831414311,00	0,00 %
Ingresos por ventas	3729911671,00	4818735777,18	29,19 %
Margen Operacional	0,15	0,36	141,97 %
Personal Ocupado	72,00	55,00	-23,61 %
ROA	0,22	0,53	137,81 %

82,02% LITORUIZ IMPRESORES LTDA.

Peers: 2
References: 0

Variable	Actual	Target	Potential
Improvement			
Activos fijos netos	2695617962,00	1859766315,26	-31,01 %
Costos Operativos	7365707971,00	7365707971,00	0,00 %
Ingresos por ventas	9115475278,00	11113424360,72	21,92 %
Margen Operacional	0,08	0,21	166,01 %
Personal Ocupado	100,00	61,96	-38,04 %
ROA	0,12	0,25	111,19 %

88,42% WM IMPRESORES S.A.

Peers: 3
References: 0

Variable	Actual	Target	Potential
Improvement			
Activos fijos netos	1386667087,00	1386667087,00	0,00 %
Costos Operativos	5763594647,00	5763594647,00	0,00 %
Ingresos por ventas	7841464300,00	8868867940,55	13,10 %
Margen Operacional	0,15	0,27	77,42 %

Personal Ocupado	78,00	60,24	-22,77 %
ROA	0,16	0,36	129,70 %

91,53% SISTEMAS EDUCATIVOS EMANUELL

Peers: 2
References: 0

Variable	Actual	Target	Potential
Improvement			
Activos fijos netos	1872599294,00	322090398,10	-82,80 %
Costos Operativos	1966850231,00	1966850231,00	0,00 %
Ingresos por ventas	3278641274,00	3581841026,96	9,25 %
Margen Operacional	0,11	0,39	275,72 %
Personal Ocupado	95,00	55,00	-42,11 %
ROA	0,14	0,60	321,72 %

96,57% IMPRESORA FERIVA S.A.

Peers: 2
References: 0

Variable	Actual	Target	Potential
Improvement			
Activos fijos netos	2488015000,00	1535321647,75	-38,29 %
Costos Operativos	5458963000,00	5458963000,00	0,00 %
Ingresos por ventas	8283619000,00	8577856997,41	3,55 %
Margen Operacional	0,13	0,26	92,43 %
Personal Ocupado	127,00	55,00	-56,69 %
ROA	0,16	0,34	111,39 %