



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE EMPRESAS DEL SECTOR
CONFECCIÓN POR MEDIO DE ANÁLISIS ENVOLVENTE
DE DATOS QUE PERMITA EL DESARROLLO DE
PROVEEDORES DESDE LA EMPRESA LÍNEA DIRECTA.**

Autor(es)

Juan Pablo Zapata Barrera

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería

Industrial

Medellín, Colombia

2021



Análisis comparativo de empresas del sector confección por medio de análisis envolvente de datos que permita el desarrollo de proveedores desde la empresa línea directa

Juan Pablo Zapata Barrera

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

Ingeniero Industrial

Asesor Externo:

Johany García Rodríguez

Ingeniero industrial y líder de sustentabilidad en la empresa Línea Directa.

Asesor Interno:

Emerson Andres Giraldo Betancur

Docente universitario, Ingeniero Industrial, Especialista en investigación de Operaciones y Magister en Dirección de Operaciones y Logística

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Industrial

Medellín, Colombia

2021

Contenido

1. Resumen	5
2. Introducción	6
3. Objetivos	8
3.1 Objetivo General	8
3.2 Objetivos Específicos	8
4. Marco teórico	9
5. Metodología	12
6. Resultados y análisis	13
6.1 Formulación del análisis envolvente de datos en la industria de la confección	13
6.2 Análisis inferencial de las variables de entrada y salida	15
6.3 Resultados de la aplicación del análisis envolvente de datos	17
7. Conclusiones	20
8. Referencias	22

Tablas

<i>Tabla 1: Estadísticas inferenciales. Elaborado mediante el software: "Excel DEA-SOLVER LV8"</i>	15
<i>Tabla 2: Desviación Estándar. Elaborado mediante el software: "Excel DEA-SOLVER LV8"</i>	16
<i>Tabla 3: DMU's Eficientes, Score y Rank. Elaborado mediante el software: "Excel DEA-SOLVER LV8".</i>	17
<i>Tabla 4: DMU's Eficientes, Score y Rank. Elaborado mediante el software: "Excel DEA-SOLVER LV8".</i>	17
<i>Tabla 5: DMU's Eficientes, Score y Lambda. Elaborado mediante el software: "Excel DEA-SOLVER LV8".</i>	17
<i>Tabla 6: Número de Veces que aparecen las DMU's eficientes para compararse con las que no lo son. Elaboración propia mediante Excel.</i>	18
<i>Tabla 7: Resumen de proyecciones. Elaborado mediante el software: "Excel DEA-SOLVER LV8".</i>	18
<i>Tabla 8: Slack variables de holgura. Elaborado mediante el software: "Excel DEA-SOLVER LV8".</i>	19

Ilustraciones

<i>Ilustración 1: Entradas y salidas de un sistema. Tomado de: https://www.ingenioempresa.com/sistema-gestion-calidad-procesos/.</i>	13
<i>Ilustración 2: Áreas de Gestión de los proveedores de Línea Directa. Elaboración propia con información de Línea Directa.</i>	14

Ecuaciones

<i>Ecuación 1. [24]</i>	13
<i>Ecuación 2 . [24]</i>	13
<i>Ecuación 3 . [24]</i>	14
<i>Ecuación 4. Elaboración Propia</i>	15

Graficas

<i>Gráfica 1: Número de veces que aparecen holguras en las empresas. Elaborado mediante el software: "Excel DEA-SOLVER LV8".</i>	19
--	----

1. Resumen

El área de sustentabilidad de la empresa Línea Directa es estratégica para la compañía, ya que sus procesos son transversales tanto a la parte interna como a la parte externa. Uno de los programas que tiene esta área, está enfocado en fortalecer a los proveedores de confección, mediante tres áreas de gestión que comprenden la parte técnica, administrativa y humana. Es importante entender cuáles prácticas son mejores para fortalecer el cluster de las empresas de confección en Antioquia. En este trabajo se utiliza el análisis envolvente de datos para medir la eficiencia relativa de 41 empresas, la cual se estimó mediante la delimitación de 3 entradas y 3 salidas, esto con el fin de mejorar las áreas de gestión que tienen falencias en dichas empresas.

Los resultados permitieron entender en que áreas se debe reforzar el acompañamiento y entender cuáles empresas son referentes de buenas prácticas para las que tienen falencias.

2. Introducción

(Ministerio de Comercio, 2021) Dice en su Informe de perfiles económicos departamentales, que la industria de la confección de prendas de vestir en Antioquia ha sido una de las principales actividades comerciales de la región, representando el 9,7% del sector industrial y además ocupando laboralmente el 18,9% de las personas del departamento, generando empleo y la oportunidad de creación de PYMES (Pequeñas y medianas empresas).

(FENALCO, 2017) habla sobre la vulnerabilidad del sector confección, enfatizando en los problemas internos de la industria, como la baja productividad, poca inversión, salarios inferiores a los del promedio del grupo de manufactura y además de esto, es un sector que ha sido muy maltratado por malas prácticas, para esto se menciona que la solución principal está en intervenir en todos los problemas internos del sector y no en el aumento de aranceles.

(Pardo Martínez & Montoya Agudelo, 2017) Mencionan que es importante que el sector confección se fortalezca, creando un ecosistema colaborativo, donde se logre el beneficio de cada uno de los agentes involucrados en todo este proceso, para así garantizar en el tiempo la sustentabilidad de este.

Por lo anterior se proponen planes de trabajo que se implementan para fortalecer este sector. Un ejemplo de esto es la empresa Línea Directa, que, desde el área de sustentabilidad, uno de sus focos de trabajo, busca el desarrollo de proveedores para que éstos puedan perdurar en el tiempo y dignificar el trabajo de sus empleados.

Para el desarrollo del trabajo se utilizará una metodología de optimización llamada “Análisis Envolvente de Datos” (DEA, por sus siglas en inglés), como menciona (Fontalvo, De La Hoz, & De La Hoz, 2018). Refiriéndose a (Serna, et al, 2007) el cual lo define como: “un modelo cuyo propósito es evaluar la eficiencia de un grupo de diferentes tipos de empresas o unidades de toma de decisiones, las cuales tienen un propósito común, para luego realizar una comparación”.

El primer punto de esta metodología es ver cuáles empresas serán comparadas y la delimitación del problema, como segundo punto se definirán las variables de entrada, que hablan de unos recursos que entran al modelo y por último se definen las variables de salida, las cuales muestran el resultado de las variables de entrada, además se verificará la calidad de la información y finalmente se desarrollará el análisis del modelo para ver si los resultados se adaptan a la realidad.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Realizar un análisis de comparación entre las empresas de confección que le prestan el servicio a Línea Directa, por medio del análisis envolvente de datos (DEA), para identificar las buenas prácticas en algunas de estas y así poder implementarlas en las otras que no arrojaron buenos resultados.

3.2 Objetivos Específicos

Identificar qué variables podrían mostrar las buenas prácticas de una empresa de confección y que sea aplicable al análisis envolvente de datos.

Realizar un análisis estadístico preliminar, inferencial entre las variables, para entender el comportamiento de los datos que ingresaron al modelo.

Realizar el análisis DEA identificando cuáles son las buenas prácticas que realizan las empresas de confección.

4. Marco teórico

El análisis envolvente de datos es una técnica no paramétrica para la medición de la eficiencia relativa de unidades organizacionales en situaciones donde existen múltiples entradas y/o salidas, o donde posiblemente es difícil medirlas monetariamente. Los orígenes de DEA se remontan a los años 70, cuando A. Charnes, W.W. Cooper y E. Rhodes (Charnes et al, 1978 citada por Restrepo y Villegas (s.f) desarrollaron la técnica extendiendo el trabajo de Farrel (1957).

De acuerdo con (Banker, Charnes & Cooper 1984, como fue citado por Alvarado, Pumisacho,2018) El desempeño de un análisis DEA se puede expresar numéricamente a través de la evaluación comparativa con los competidores de mejor rendimiento. Es así como formulan la eficiencia como la comparación entre los valores alcanzados y los valores óptimos. Este análisis puede involucrar la comparación de la salida observada con el máximo potencial de salida, obtenido a partir de una entrada establecida; o, la comparación de la entrada observada con la mínima entrada potencial requerida para producir la salida.

Es importante en el análisis DEA hacerse una serie de preguntas, según (Cook, Tone, & Zhu, 2013) unas de ellas son: ¿Cuál es el propósito de la medición del rendimiento y análisis?", ¿Qué son las unidades de toma de decisiones y ¿qué insumos se utilizarán para caracterizar el rendimiento de lo que se quiere medir? " .

Por otro lado, (Spendolini, 1994) habla acerca del benchmarking que es un proceso que se puede utilizar para entender no solamente a los competidores sino también a cualquier organización, grande o pequeña, pública o privada, doméstica o internacional. La clave es separar o aislar medidas comunes en funciones similares (por ejemplo, manufactura, ingeniería, marketing, finanzas) y comparar las prácticas de su propio negocio con las de las organizaciones que se identifican como líderes o innovadoras en esa función específica comercial.

En general, muchas empresas se enfrentan a dos situaciones constantes: (a) saber qué camino debe recorrer frente a tanta información disponible sobre el mejoramiento de los procesos productivos; y (b) qué técnicas debe aplicar para el aumento de la calidad, competitividad y productividad “. (Posada, 2011, p.11), por eso se vuelve importante resaltar lo que dice Ovidiu: “Las técnicas de evaluación comparativa se desarrollaron originalmente en la gestión estratégica con el fin de identificar los aspectos a través de los cuales se puede comparar una organización con organizaciones similares “. (Ovidiu, 2011, p.11).

Como lo dicen Seuring y Müller (2008), Kerkhoff (et al., 2010), Seuring y Müller, (2008), Polonsky y Jevons, (2006), citado por Winter y Lasch (2011) Las empresas han considerado cada vez más la sostenibilidad, y varias empresas han elaborado esquemas para evaluar a sus proveedores, incluyendo criterios ambientales y sociales. Además, las empresas reconocen el valor de la sostenibilidad como ventaja competitiva a través de la diferencia de productos y la mejora de la posición en el mercado, sobre todo reduciendo los costes de producción. Así mismo (Venkatesan Baskaran, 2012) menciona que “La evaluación de proveedores es un proceso de toma de decisiones, se trata de como las organizaciones seleccionan proveedores estratégicos para mejorar su ventaja competitiva, y estas evaluaciones a las organizaciones a obtener mayores beneficios como un mejor desempeño financiero, equidad con los proveedores y clientes, reputación, reputación corporativa positiva, cambio social, buenas relaciones humanas y aprendizaje interorganizacional.”

Según (Dan Remenyi, 1996) el concepto de riesgo es difícil de definir, ya que dependiendo de la persona que lo utilice le da un significado diferente, y por lo tanto lo comprende directamente de una forma distinta, a través del tiempo este concepto se ha definido como las variables que entran y como estas pueden afectar un resultado esperado. Debido a esto la importancia de realizar un diagnóstico empresarial para poder mapear mediante preguntas los puntos de mejoras y los críticos para poder tomar acción sobre estos. Según (Janićijević, 2021) “un diagnóstico empresarial debe responder a las siguientes preguntas: ¿Por qué se debe cambiar la organización? ¿Qué debería incluir el contenido del cambio, es decir, qué debería cambiarse en la organización? “.

Para poder mapear los riesgos dentro de una organización se vuelve muy importante realizar un diagnóstico empresarial, porque según (Terceño, Vigier, & Scherger, 2014) con este podemos eliminar la subjetividad del entrevistador y además operar con variables cualitativas, modelando el conocimiento de los expertos.

Como dicen (Carmona & Gil Quintero, 2008) “En Latinoamérica el bajo costo de la mano de obra no es una ventaja respecto a mercados como China e India. Pero hay una ventaja que es la proximidad geográfica, esta ventaja genera oportunidades por la agilidad de los mercados, lotes mínimos, pero se debe tener en cuenta la calidad, rapidez, flexibilidad y seriedad del servicio.” Así mismo las empresas se deben preocupar por la productividad, ya que esta es definida por (Gómez Niño, 2012) como: “El uso de los recursos de producción en términos de eficiencia, es decir, optimizarlos para lograr el máximo resultado (volumen de producción alto, al menor costo, conservando la calidad); esto implica trabajar aplicando métodos que permitan reducir el desperdicio de los recursos y controlar los procesos para evitar que se desmejore la calidad.” Es por esto que este concepto se vuelve tan importante, porque según (Hernández Palma, Cardona, & Del Rio, 2013) “Las empresas deben responder a los cambios que tiene el mercado mediante la practicidad de los procesos, el uso de los sistemas de comunicación, la inversión en actividades de investigación y el desarrollo de una cultura de conocimiento.”

5. Metodología

(FENALCO, 2017) habla sobre la vulnerabilidad del sector confección enfatizando en los problemas internos de la industria, como la baja productividad. Debido a esto se realizó el presente proyecto que mediante tres fases se lograron identificar las buenas prácticas que diferencian una empresa que sea productiva de una que no lo es.

La primera fase fue recolectar la información que permitió identificar qué variables podrían mostrar las buenas prácticas de una empresa de confección y que sea aplicable al análisis envolvente de datos y como resultado de esta fase se identificaron las variables de entrada y de salida que afectan el proceso productivo de estas empresas.

En la segunda fase se realizó un análisis estadístico inferencial preliminar entre las variables, para entender el comportamiento de los datos que ingresaron al modelo.

Por último, se realizó el Análisis DEA (Análisis Envolvente de Datos) identificando cuáles son las buenas prácticas que realizan las empresas de confección y cómo se debería comparar cada una de estas empresas respecto a las otras.

6. Resultados y análisis

6.1 Formulación del análisis envolvente de datos en la industria de la confección

El análisis envolvente de datos se basa en que el desempeño de una unidad de medida o en nuestro caso las empresas, se deben comparar respecto a una frontera eficiente, que se construye a partir de la combinación lineal de todas las empresas o DMU's.

En todas las organizaciones entran unos recursos y con estos recursos producen unas salidas (Ilustración 1).

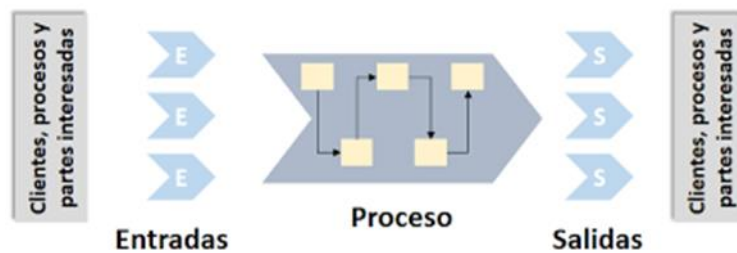


Ilustración 1: Entradas y salidas de un sistema. Tomado de: <https://www.ingenioempresa.com/sistema-gestion-calidad-procesos/>.

En el análisis DEA se vuelve indispensable identificar las unidades de medida (DMU's), las entradas y las salidas, porque finalmente es un análisis de eficiencia y esta se traduce en productividad (Ecuación 1).

$$Productividad = \frac{Producción\ creada}{Recurso\ consumido} = \frac{Salida}{Entrada}$$

Ecuación 1.

Para lograr medir la productividad, es importante entender cuáles son las salidas de las unidades productivas, pero además de esto, se vuelve relevante realizar la sumatoria de todas las entradas y de todas las salidas, haciendo una estandarización de los datos para que tengan las mismas unidades de medida, entonces, se puede definir el modelo bajo la siguiente formulación (Ecuación 2).

$$Productividad = \frac{Suma\ ponderada\ de\ Entradas}{Suma\ ponderada\ de\ Salidas}$$

Ecuación 2.

En la formulación DEA, para identificar el número de las unidades de medida (DMU's) u objetos de estudio a comparar se emplea la Ecuación 3

$$\text{Número de DMU's} \geq 2 (\text{Entradas} * \text{Salidas})$$

Ecuación 3.

El área de sustentabilidad de Línea Directa realiza un acompañamiento durante cuatro meses a 40 empresas que son proveedores de confección, buscando la sostenibilidad de estas. Este acompañamiento se basa en tres áreas de gestión: técnica, administrativa y humana, y cada área de gestión tiene unos tópicos (Ilustración 2), y a su vez estos tópicos cuentan con 66 preguntas, que permiten identificar estas empresas en que áreas tienen más oportunidades de mejora.

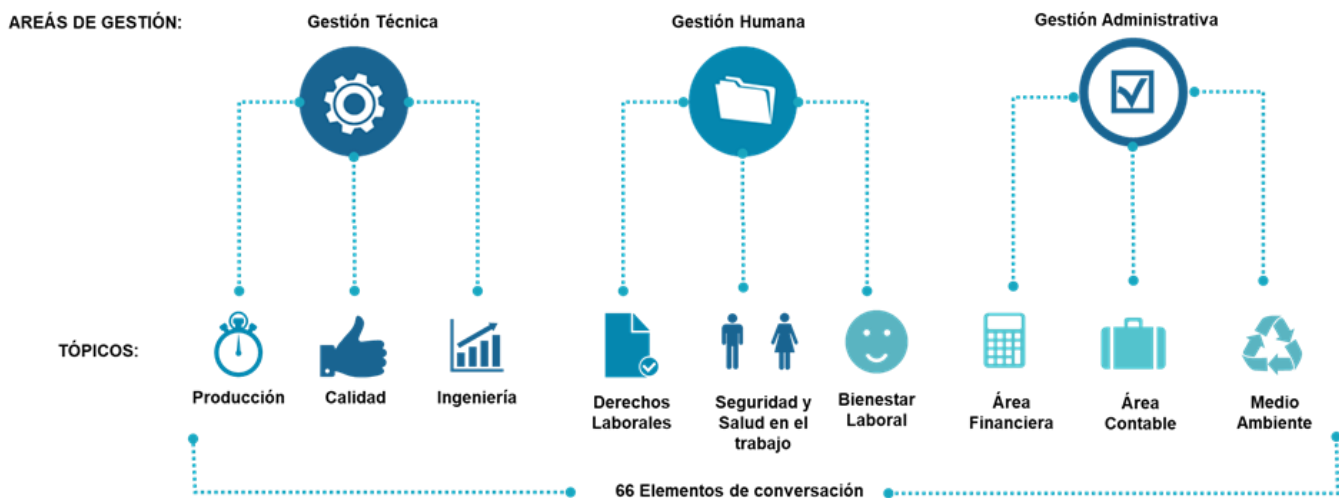


Ilustración 2: Áreas de Gestión de los proveedores de Línea Directa. Elaboración propia con información de Línea Directa.

Se identifica que las entradas que tienen más desarrolladas las empresas en las áreas de gestión técnica, administrativa y humana, son el porcentaje con el cual se toman en cuenta a la hora de iniciar el proceso, buscando como resultado en la modelación, maximizar las salidas que son la clasificación de la calidad que es un rango interno de la empresa Línea Directa, en el cual se clasifica cada proveedor respecto a las unidades entregadas en un mes y cuantas tuvieron proceso

de devolución. La clasificación del ciclo consiste en unos rangos internos, los cuales indican el promedio de días que se demoran las ordenes de producción en las empresas de los proveedores durante un mes y la facturación por persona, es la relación entre el dinero facturado de una empresa que es proveedora de Linea Directa y el número de personas que tienen reportadas en el área de asignación de producto.

El modelo de análisis envolvente de datos se puede observar en la ecuación 4, entendiendo la X, Y, Z, W, P y V como ponderadores para realizar la suma ponderada.

$$Productividad = \frac{X * Calificación AQL + Y * Calificación Ciclo + Z * Facturación}{W * Gestión técnica + P * Gestión Administrativa + V * Gestión Humana}$$

Ecuación 4. Elaboración Propia

Es importante definir cuantas empresas se deben analizar, para que la información sea relevante. Mediante la ecuación 3 se calcularon un total de 18 empresas (DMU's), y se contó con 32 empresas realmente, las cuales se les realizó la comparación y se evidencio que los datos son suficientes para realizar el análisis envolvente de datos (DEA).

6.2 Análisis inferencial de las variables de entrada y salida

Con el fin de establecer una medida de eficiencia relativa para las empresas de confección, se usó el aplicativo de "Excel DEA-SOLVER LV8". En un primer momento se realiza el análisis de unas métricas estadísticas inferenciales, como lo son: el valor máximo del rango de datos (máximo), el valor mínimo del rango de datos (mínimo), el valor medio que resulta de dividir la suma de todos los valores entre el número de estos (promedio) y entender que tan dispersos están los datos respecto a la media (desviación estándar).

	GESTIÓN TÉCNICA	GESTIÓN HUMANA	GESTIÓN ADMINISTRATIVA	CALIFICACIÓN CICLO	CALIFICACIÓN AQL	CALIFICACIÓN FACTURACIÓN POR PERSONA
Max	1	1	0,8919	0,8	1,5	2,5
Min	0,4028	0,2	0,3516	0,2	0,6	0,5
Average	0,698172	0,653344	0,630565625	0,31875	0,796875	1,21875
SD	0,154815	0,225102	0,153675103	0,172187216	0,323539386	0,499022482

Tabla 1: Estadísticas inferenciales. Elaborado mediante el software: "Excel DEA-SOLVER LV8"

Mediante la tabla 1, se pudieron observar cuatro medidas estadísticas. Haciendo uso del mínimo y el máximo, se encontraron los valores entre los cuales oscilan las variables de entrada y las de salida, además mediante el promedio (Average), se evidenció la representación de todos los datos en un solo dato y con la variación estándar (SD), se pudo observar cuánto se alejan los datos de este promedio.

Posteriormente, es importante entender la correlación entre las variables de entrada y salida, con el fin de analizar si es necesario incluir todas las variables, o si hay unas variables que explican lo mismo que otras, y así poder definir cuál modelo se escoge, si el inicial o si se debe eliminar una de estas variables para crear uno nuevo.

	GESTIÓN TÉCNICA	GESTIÓN HUMANA	GESTIÓN ADMINISTRATIVA	CALIFICACIÓN CICLO	CALIFICACIÓN AQL	FACTURACIÓN POR PERSONA
GESTIÓN TÉCNICA	1	0,4402112	0,744444238	-0,088570493	-0,125872245	0,161778101
GESTIÓN HUMANA	0,4402112	1	0,47238203	-0,273017456	-0,181054917	0,049155461
GESTIÓN ADMINISTRATIVA	0,7444442	0,472382	1	0,007830691	0,096488285	0,132270309
CALIFICACIÓN CICLO	-0,0885705	-0,2730175	0,007830691	1	0,085193851	0,352322777
CALIFICACIÓN AQL	-0,1258722	-0,1810549	0,096488285	0,085193851	1	-0,092543134
CALIFICACIÓN FACTURACIÓN	0,1617781	0,0491555	0,132270309	0,352322777	-0,092543134	1

Tabla 2: Matriz de correlación. Elaborado mediante el software: "Excel DEA-SOLVER LV8"

En la tabla 2, se muestra que las correlaciones son positivas y negativas, con variaciones entre 0.744 y -0.09, además se observa que hay correlaciones altas ya que hay datos entre 1 y 0.7, también moderadas, estando dentro de un margen entre 0.69 y 0.4 y correlaciones leves, siendo menores o iguales a 0.39. También, se encuentra que las diferentes correlaciones se pueden identificar mediante estos valores, cada una explica algo diferente y es importante entenderlo dentro del proceso, por lo tanto, no se procede a eliminar ninguna entrada ni salida del modelo, logrando ver resultados desde las tres áreas de gestión (técnica, humana y administrativa) y con los indicadores (ciclo, AQL y facturación por persona).

6.3 Resultados de la aplicación del análisis envolvente de datos

DMU	Score	Rank
EMPRESA 2	1	1
EMPRESA 13	1	1
EMPRESA 15	1	1
EMPRESA 19	1	1
EMPRESA 20	1	1
EMPRESA 22	1	1
EMPRESA 6	0,8982	7
EMPRESA 10	0,829	8
EMPRESA 4	0,8155	9
EMPRESA 32	0,7735	10
EMPRESA 17	0,733	11
EMPRESA 7	0,7152	12
EMPRESA 31	0,7112	13
EMPRESA 12	0,7065	14
EMPRESA 11	0,7015	15
EMPRESA 23	0,693	16

Tabla 3: DMU's Eficientes, Score y Rank.
Elaborado mediante el software: "Excel DEA-SOLVER LV8".

DMU	Score	Rank
EMPRESA 25	0,6643	17
EMPRESA 8	0,6342	18
EMPRESA 9	0,5631	19
EMPRESA 27	0,5333	20
EMPRESA 5	0,5279	21
EMPRESA 18	0,5187	22
EMPRESA 21	0,518	23
EMPRESA 28	0,5004	24
EMPRESA 14	0,4997	25
EMPRESA 16	0,4364	26
EMPRESA 3	0,4271	27
EMPRESA 1	0,4235	28
EMPRESA 29	0,3808	29
EMPRESA 24	0,3364	30
EMPRESA 26	0,3217	31
EMPRESA 30	0,2952	32

Tabla 4: DMU's Eficientes, Score y Rank.
Elaborado mediante el software: "Excel DEA-SOLVER LV8".

Además de esto en el archivo anexo de Excel, en la hoja Score hay unas columnas llamadas lambda, como se muestra en la tabla 5, esta representa como las empresas que no están en la frontera eficiente, deben proyectarse respecto a esta y con cuales empresas deberían compararse, ya que desde la eficiencia son similares.

No.	DMU	Score	Rank	Reference(Lambda)					
1	EMPRESA 1	0,4235	28	EMPRESA 13	1,544	EMPRESA 15	0,091	EMPRESA 20	0,454
2	EMPRESA 2	1	1	EMPRESA 2	1				
3	EMPRESA 3	0,4271	27	EMPRESA 13	1,49	EMPRESA 15	0,213		

Tabla 5: DMU's Eficientes, Score y Lambda. Elaborado mediante el software: "Excel DEA-SOLVER LV8".

Realizando el debido análisis de la tabla 5, se encontró que seis empresas conforman la frontera eficiente. Es relevante para las empresas de confección, identificar cuales son las empresas que conforman la frontera eficiente, ya que dicha frontera es el punto de referencia con el cual se mide el desempeño relativo de estas.

En la tabla 6 se puede evidenciar que la empresa con la cual se deben comparar las otras empresas no eficientes es la empresa 15 ya que aparece 24 veces como referente, luego le sigue la empresa 20 con 19 veces y así sucesivamente hasta llegar a la empresa 22 que sólo aparece en 2 oportunidades.

EMPRESAS	N de veces de comparaci
EMPRESA 15	24
EMPRESA 20	19
EMPRESA 13	16
EMPRESA 19	7
EMPRESA 2	2
EMPRESA 22	2

Tabla 6: Número de Veces que aparecen las DMU's eficientes para compararse con las que no lo son. Elaboración propia mediante Excel.

En el análisis envolvente de datos se debe considerar cuales son las buenas prácticas y como los indicadores deberían mejorar para aproximarse a la frontera eficiente. Observando la tabla 7 del resumen de proyecciones se puede evidenciar como se deben comportar las salidas para mejorar las empresas en sus áreas de gestión.

	Score	Rank	CALIFICACION_CICLO			CALIFICACION_AQL			CALIFICACION_FACTURACION_POR_PERSONA		
			Data	Projection	Diff.(%)	Data	Projection	Diff.(%)	Data	Projection	Diff.(%)
Average	0,6612	16,0312	0,3187	0,4993	74,3247	0,7969	1,2914	73,6683	1,2188	2,082	84,7952
Max	1	32	0,8	0,9166	238,793	1,5	2,1382	238,793	2,5	3,5423	299,459
Min	0,2952	1	0,2	0,2	0	0,6	0,6	0	0,5	0,5	0
St Dev	0,2241	10,0498	0,1749	0,1882	65,702	0,3287	0,456	66,0594	0,507	0,7883	79,1476

Tabla 7: Resumen de proyecciones. Elaborado mediante el software: "Excel DEA-SOLVER LV8".

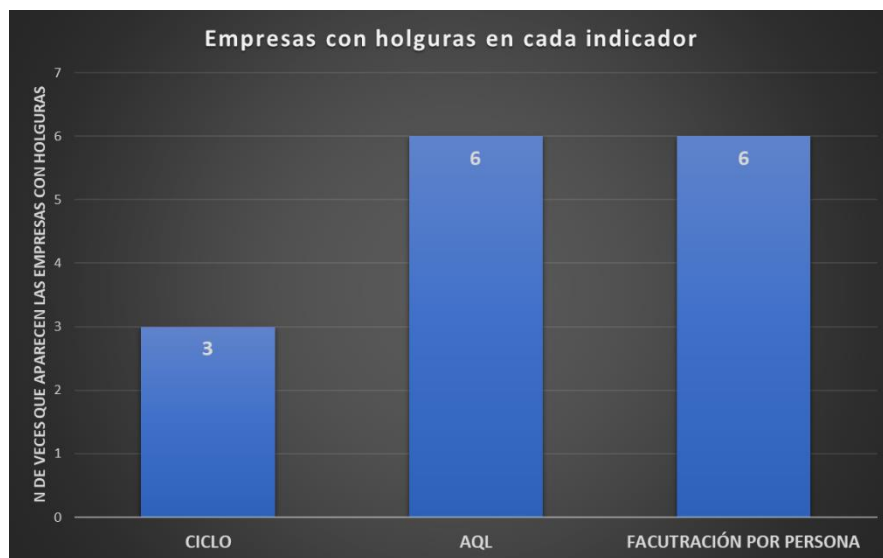
Evidenciando estas salidas de la tabla 7, se puede entender que las empresas que no hacen parte de la frontera eficiente deberían mejorar en el ciclo el 74,32%, la calidad el 73,66% y la facturación por persona en el 84,79%. Esto nos da a entender que las empresas deberían enfocarse en la facturación por persona que se traduce en productividad, pero se debe tener en cuenta la calidad y el ciclo, ya que también tienen porcentajes importantes, y mediante la experiencia se podría entender que una empresa de confección que entregue el producto rápido y sin errores de calidad, aumentaría directamente la productividad ya que no va a tener devoluciones y además de esto facturaría más rápido.

La tabla 8 explica los slacks, en el análisis envolvente de datos se refieren a variables de holgura, estas variables son estratégicas ya que nos muestran caminos de acción y donde se deberían enfocar los empresarios para mejorar sus resultados, ya sea la facturación por persona, ciclo o calidad.

	Score	Rank	CALIFICACION_CICLO	CALIFICACION_AQL	CALIFICACION_FACTURACION_POR_PERSONA
Average	0,6612	16,0312	0,0058	0,0133	0,0845
Max	1	32	0,067	0,164	1,441
Min	0,2952	1	0	0	0
St Dev	0,2241	10,0498	0,0182	0,0337	0,2677

Tabla 8: Slack variables de holgura. Elaborado mediante el software: "Excel DEA-SOLVER LV8".

Observando la tabla 8, se evidencia que los esfuerzos se deberían enfocar en la facturación por persona, porque este tiene el valor más alto en holgura, pero lo más relevante es conocer cuántas empresas deben mejorar en un indicador específico, mediante la gráfica 1 se puede observar esto y se percibe que seis empresas deben enfocar sus esfuerzos en la facturación por persona, seis en la calidad y tres en el ciclo. Las empresas que se deben enfocar en mejorar su ciclo son las empresas 12, 14 y 3, en la calidad se deben enfocar las empresas 3, 8, 9, 18, 21, 25 y en la facturación por persona las empresas 4,6,7,16,17 y 30.



Gráfica 1: Número de veces que aparecen holguras en las empresas. Elaborado mediante el software: "Excel DEA-SOLVER LV8".

7. Conclusiones

El modelo inicial propuesto usando las entradas de gestión técnica, humana y administrativa, y las salidas de facturación por persona, ciclo y calidad, no presenta correlaciones altas entre estas variables, lo que quiere decir que sus variables explican cosas diferentes dentro del modelo, por eso se decide emplear el modelo inicial.

En la interpretación del problema inicial, se usó un modelo matemático de análisis envolvente de datos, enfocado a trabajar en retornos a escala constante (CCR), es decir que con las mismas entradas al modelo se puedan generar más recursos, en términos del problema, sería entender como deberían mejorar las salidas a nivel de facturación por persona, ciclo y calidad, buscando maximizar las variables de entrada, mediante los recursos que tienen las empresas de confección en las áreas de gestión técnica, administrativa y humana.

En los análisis envolventes de datos (DEA) que se hicieron a las empresas del sector textil confección, de las 38 empresas analizadas, 6 hacen parte de la frontera eficiente, es decir son empresas que maximizan sus salidas con los recursos que tienen, pero es importante decir que, de estas 6 empresas, las empresas 15, 20 y 13, son las más referenciadas, lo que quiere decir que las demás empresas por lo generar deberían compararse con estas.

Es importante realizar este mismo análisis envolvente de datos, pero orientado a entradas, ya que es relevante entender desde las áreas de gestión técnica, administrativa y humana, cómo se podrían maximizar las salidas.

Mediante las variables de holgura las empresas deberían enfocar sus esfuerzos en aumentar su facturación por persona, luego la calidad y por último el ciclo, pero se vuelve fundamental poner en contexto estos resultados ya que la facturación por persona, podría ser una consecuencia de la buena calidad y el buen ciclo, porque si las empresas de confección entregan a tiempo y con calidad a sus proveedores, conociendo la experiencia de otras empresas se sabe que mejorarían la facturación por persona.

8. Referencias

- [1] Ministerio de Comercio. (2021). *Información : Perfiles Económicos Departamentales*. Colombia.
- [2] FENALCO. (24 de Agosto de 2017). <http://www.fenalco.com.co>. Obtenido de <http://www.fenalco.com.co>:
http://www.fenalco.com.co/sites/default/files/propuestacomercial/boletinsectorcc_0.pdf
- [3] Pardo Martínez, L. P., & Montoya Agudelo, C. A. (2017). Área de investigación: Administración de la micro, pequeña y mediana empresa. *Asociación Nacional de facultades y escuelas de contaduría y administración*, (pág. 22). Ciudad de México.
- [4] Fontalvo, T., De La Hoz, E., & De La Hoz, E. (2018). Método Análisis Envolvente de Datos y Redes Neuronales en la Evaluación y Predicción de la Eficiencia Técnica de las Pequeñas Empresas Exportadoras. *SCIELO*, 10.
- [5] Senra, L., L. NanciI, J. Mello y L. Meza, Estudio sobre Métodos de Seleção de Variáveis em DEA. *Pesquisa Operacional*, 27(2), 191-207 (2007)
- [6] Restrepo, M. I., & Villegas, J. G. (s.f.). Análisis envolvente de datos: introducción y herramienta pública para su utilización.
- [7] BANKER, Ravi. CHARNES, Abraham. COOPER, William (1984.) "Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis"
- [8] FARREL, M.J. (1957). "The measurement of productive efficiency". *Journal of royal Statical Society A*. Vol. 120. Pp.253-281

- [9] Cook, W. D., Tone, K., & Zhu, J. (2013). Data envelopment analysis: Prior to choosing a model. *ScienceDirect*, 4.
- [10] Spendolini, M. J. (1994). *BENCHMARKING*. Bogotá: Norma.
- [11] Ovidiu, R. (2011). UTILISATION OF BENCHMARKING TECHNIQUES FOR FUNDAMENTING DEVELOPMENT STRATEGIES IN THE MANUFACTURING INDUSTRY IN ROMANIA: Academy of Economic Studies Faculty of International Business and Economics.
- [12] Posada, J. G. A., Herrera, V. E. B., & Martínez, M. J. R. (2010). Benchmarking sobre manufactura esbelta (lean manufacturing) en el sector de la confección en la ciudad de Medellín, Colombia. *Journal of Economics, Finance & Administrative Science*, 15(28), 141–171.
- [13] Stefan Winter, R. L. (2016). Environmental and social criteria in supplier evaluation – Lessons from the fashion and apparel industry,. *Journal of Cleaner Production*, Volume 139, Pages 175-190. Recuperado el 8 de 5 de 2021, de (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616311076>)
- [14] Koplin, J., Seuring, S., Mesterharm, M., 2007. Incorporating sustainability into supply management in the automotive industry e the case of the Volkswagen AG. *J. Clean. Prod.* 15 (11e12), 1053e1062.
- [15] Kerkhoff, G., Michalak, C., Schöfer, D., Jäger, G., Heidbreder, C., Kreienbrink, O., Penning, S., Rüter, M., 2010. *Einkaufsagenda 2020*. Wiley-Vch Verlag, Weinheim.

- [16] Polonsky, M., Jevons, C., 2006. Understanding issue complexity when building a socially responsible brand. *Eur. Bus. Rev.* 18 (5), 340e349.
- [17] Venkatesan Baskaran, S. N. (2012). Indian textile suppliers' sustainability evaluation using the grey approach. *International Journal of Production Economics*,, Pages 647-658.
- [18] Remenyi, D., & Heafield, A. (1996). Business process re-engineering: some aspects of how to evaluate and manage the risk exposure. *International Journal of Project Management*, 14(6). Recuperado el 9 de 05 de 2021, de
- [19] Janićijević, N. (2021). BUSINESS PROCESSES IN ORGANIZATIONAL DIAGNOSIS. 22.
- [20] Terceño, A., Vigier, H., & Scherger, V. (6 de 2014). Identificación de las causas en el diagnóstico empresarial mediante relaciones Fuzzy y el BSC. *Actualidad Contable FACES*, 17. Recuperado el 9 de 5 de 2021, de <https://www.redalyc.org/pdf/257/25731098007.pdf>
- [21] Gómez Niño, O. (Junio de 2012). Costo, volumen, precio y utilidad: dinámica del desempeño financiero industria confecciones infantiles. *Cuadernos de Administración*, 28(47), 52-64
- [22] Carmona, R. J., & Gil Quintero, J. D. (20 de julio de 2008). COMPETITIVIDAD Y RETOS EN LA PRODUCTIVIDAD DEL CLUSTER TEXTIL-CONFECCIÓN,. *Revista Ciencias Estratégicas*, 16(20), 247-263. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/1513/151312829003.pdf>

[23] Hernández, Hugo G, Cardona, Diego A y Del Rio, Jorge L. (2017). Dirección Estratégica: Proyección de Innovación Tecnológica y Gestión Administrativa en Pequeñas Empresas. Información tecnológica, 28 (5), 15-22. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000500003>