

POLÍTICAS DE MEJORAMIENTO PARA LA EMPRESA CANAAN LEATHER EMPLEANDO MODELOS DE OPTIMIZACIÓN

**Investigadora Principal
MSc. MARCELA MARÍA MORALES CHÁVEZ**

**UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA COMERCIAL
SEMILLERO EN INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES Y ESTADÍSTICA
PEREIRA
2014**

**POLÍTICAS DE MEJORAMIENTO PARA LA EMPRESA CANAAN LEATHER
EMPLEANDO MODELOS DE OPTIMIZACIÓN**

Investigadora Principal

MSc. MARCELA MARÍA MORALES CHÁVEZ

Investigadores Auxiliares

LINA MARCELA GUIOT GARCÍA

CATALINA LONDOÑO TAMAYO

EVELYN MEDINA PACHECO

CLAUDIA LORENA VILLEGAS FERNÁNDEZ

UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL PEREIRA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA COMERCIAL

SEMILLERO EN INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES Y ESTADÍSTICA

PEREIRA

2014

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	9
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	10
2. JUSTIFICACIÓN.....	12
3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
3.1. OBJETIVO GENERAL	¡Error! Marcador no definido.
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	¡Error! Marcador no definido.
4. MARCO REFERENCIAL	¡Error! Marcador no definido.
4.1. MARCO TEÓRICO.....	¡Error! Marcador no definido.
4.2. MARCO CONCEPTUAL	21
4.3. ESTADO ACTUAL	22
5. DESARROLLO METODOLÓGICO.....	¡Error! Marcador no definido.
5.1. VARIABLES Y PARÁMETROS DEL ESTUDIO	¡Error! Marcador no definido.
5.2. MODELO <i>DATA ENVELOPMENT ANALYSIS.</i>	¡Error! Marcador no definido.
5.2.1. Modelo CCR - I	28
5.2.2. Modelo <i>Windows Analysis</i>	32
5.3. MODELO DE SIMULACIÓN	34
5.4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL	41
5.4.1. Modelo de simulación	41
5.4.2. Análisis modelo <i>Windows Analysis</i>	46

5.4.2. Análisis modelo CCR-I.....	50
5.5. POLÍTICAS DE MEJORAMIENTO.....	51
6. CONCLUSIONES.....	53
7. BIBLIOGRAFÍA.....	55
8. ANEXOS.....	¡Error! Marcador no definido.

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Subíndices modelo CCR-I	28
Tabla 2. Parámetros modelo CCR-I	29
Tabla 3. Variables de decisión modelo CCR-I	29
Tabla 4. Desarrollo de W_1	32
Tabla 5. Desarrollo W_2	33
Tabla 6. CanaanLeather en W_1	33
Tabla 7. CanaanLeather en W_2	33
Tabla 8. Flujograma proceso de producción CanaanLeather	35
Tabla 9. View text	37
Tabla 10. Comportamiento unidades de decisión Window21	46
Tabla 11. Comportamiento unidades de decisión Window12	49
Tabla 12. Comportamiento unidades de decisión Window9	49
Tabla 13. Comparativo año 2012 -2013	49
Tabla 14. Variables	50

LISTA DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfico 1. Variables seleccionadas.	27
Gráfico 2. <i>Layout</i>	41
Gráfico 3. Estado de las entidades.	43
Gráfico 4. Single capacidad de locaciones	44
Gráfico 5. Múltiple capacidad de locaciones.	45
Gráfico6. Niveles de eficiencia W21	47
Gráfico 7. Múltiple capacidad de locaciones	51
	52

LISTA DE ENEXOS

	Pág.
Anexo 1. Base de datos	57
Anexo 2. Proyecciones	58

RESUMEN

En la presente investigación se realiza un análisis a la empresa Canaan Leather dedicada al pintado y grabado del cuero, aplicando modelos de optimización tales como el *Data Envelopment Analysis* y la Simulación discreta, ya que son herramientas que apuntan a la evaluación de la eficiencia de sus procesos productivos, realizando de esta forma los estudios apropiados a cada una de las variables involucradas en dichos procesos y así tomar decisiones que contribuyan a la competitividad de la empresa en la industria.

Palabras Clave

Análisis Envoltante de Datos, Eficiencia, Cuero, Optimización, Simulación.

ABSTRACT

In the present investigation an analysis is performed to Canaan Leather company dedicated to painting and engraving leather, applying optimization models such as Data Envelopment Analysis and Discrete Simulation, and tools that are aimed at evaluating the efficiency of their production processes, thereby making appropriate to each of the variables involved in these processes and thus make decisions that contribute to the competitiveness of the company in the industry studies.

Keywords

Data Envelopment Analysis, Efficiency, Leather, Optimization, simulation.

INTRODUCCIÓN

La empresa Canaan Leather es una compañía dedicada a la compra y venta de materia prima para la industria del calzado y la marroquinería, que satisface las necesidades de los fabricantes del sector, mediante la distribución de materia prima de alta calidad; a través de un personal calificado en cuanto a servicio al cliente se trata el cual está atento a cualquier eventualidad que pueda presentarse antes, durante, y después, del proceso de manufactura.

En la presente investigación se muestran las diferentes técnicas que fueron utilizadas para evaluar el funcionamiento de la empresa Canaán Leather en su labor de tinturar cuero de bovino en la ciudad de Pereira. Para ello se realizó una elección de variables y parámetros como se muestra en el punto 5.1, las cuales serán utilizados a la hora de desarrollar los modelos como: la técnica DEA (*Data Envelopment Analysis*) en sus versiones *Windows Analysis* y CCR tal como se observa en el punto 5.2, donde se analizará qué tan eficiente ha sido la empresa en cuanto a sus procesos, y la simulación discreta presentada del numeral 5.3, permitirá analizar que tan bien está funcionando el sistema desde el centro de su operación hasta la entrega al cliente final. A partir de los resultados anteriores se establecen políticas de mejoramiento las cuales se desarrollan en el punto 5.5 y apuntan al aumento de la productividad de la compañía que genere un incremento de su rentabilidad, para así tener la oportunidad de conquistar nuevos clientes y ser más fuerte en el mercado del calzado y la marroquinería.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La competencia hoy día juega un papel de suma importancia en cuanto al desarrollo de una empresa, ya que no es sólo salir a ofertar un producto, si no generar impacto en la demanda con factores innovadores y diferenciadores que hagan del producto algo único que le genere siempre satisfacción al cliente. Uno de los factores que debe tener en cuenta las empresas colombianas se basa en la creación de nuevas alternativas para los clientes y de estar preparadas al cambio que la globalización trae consigo. Como el mercado se enfrenta a un consumidor que cada día quiere adquirir un producto mejor y novedoso, las empresas están estandarizando sus procesos, de manera que puedan ser eficientes produciendo a un menor costo, y obteniendo una mayor rentabilidad, para ofrecer sus productos en este tipo de mercado donde los colombianos se sofistican y quieren mejores productos, sin pensar el lugar de origen de donde proviene lo que satisface su necesidad¹.

A este cambio también se enfrentan sectores relevantes de la economía, como lo es la industria de la marroquinería y el calzado, que como cualquier otra industria tiene inconvenientes, uno de estos es la poca exportación de productos terminados. Colombia exporta en su mayoría solo pieles y cuero, y los productos terminados como calzado, maletas y bolsos, son importados de Estados Unidos y China². En el primer semestre del año 2013 al país llegaron 32 millones de pares de calzado de Asia, por lo que los pequeños productores piden al Gobierno que el arancel pase de 5 a 13 dólares por cada par de zapatos chinos que lleguen al mercado interno. De acuerdo con el gremio, su

¹ROJAS Juan Fernando. Empresas sufren de “estrés competitivo”. En El Colombiano. (en línea) (19 de Septiembre de 2013) disponible en http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/E/empresas_sufren_de_estres_competitivo/empresas_sufren_de_estres_competitivo.asp

²Oficina para el aprovechamiento del TLC con EEUU. Aprovechamiento de TLC con Estados Unidos, cuero calzado y marroquinería. (en línea) <http://evirtual.lasalle.edu.co/info_basica/nuevos/guia/GuiaClaseNo.3.pdf> (citado el 10 de junio de 2013)

producción de calzado y marroquinería se ha reducido en cerca de un 75 %³. Este tipo de importaciones permitidas por el gobierno llevan a la competencia desleal, ya que constantemente entran al país estos productos de manera ilegal, siendo de mala calidad y vendidos a muy bajo precio⁴.

Una de las empresas que está en la búsqueda de la eficiencia en sus procesos es CanaanLeather, la cual es una empresa familiar fundada en el año 2007, por la necesidad de cubrir el mercado de cueros elaborados en la ciudad de Pereira. Se dedica a la pintura y grabado de cueros para la elaboración de bolsos y zapatos, sus productos son distribuidos en el Eje Cafetero, y tiene como visión ser una empresa líder a nivel nacional en la comercialización de sus productos, con canales propios de distribución y alto nivel de productividad en los mercados regionales.

Para ayudar a CanaanLeather a permanecer en el mercado competitivo, se diseñarán modelos de optimización, para lograr que sus procesos sean eficientes, mejorando tiempos de respuesta al cliente.

³ Pereira “se pone los zapatos” En El Diario El Otún (en línea) (6 de junio de 2013) disponible en: <http://www.eldiario.com.co/seccion/LOCAL/pereira-se-pone-los-zapatos-1306.html> (citado el 8 de octubre de 2013)

⁴ Sandra Patricia Quirós Marín, Estudio De La Cadena De Abastecimiento En El Sector Calzado Y Marroquinería De Bucaramanga Y Su Área Metropolitana. Ing. Mercados Universidad Cooperativa De Colombia.

2. JUSTIFICACIÓN

Durante estos dos últimos años, en Colombia se han estado realizando investigaciones, para desarrollar estrategias que ayuden a los empresarios productores de calzado y marroquinería a ser más competitivos, ya que según “Carlos Posada, viceministro de Comercio, el sector calzado y marroquinería representa alrededor del 3% del PIB industrial”⁵.

Se espera que en aproximadamente 10 años Colombia logre posicionarse como el tercer productor regional de cuero, calzado y marroquinería detrás de Brasil y México, una vez culmine la aplicación del Plan de Negocios diseñado por los empresarios en el Programa de Transformación productiva⁶.

El Ministerio de industria y comercio pretende con este tipo de proyectos evaluar las medidas que se pueden adoptar para poder contrarrestar la conducta desleal que afecta a este sector del calzado y la marroquinería, para esto se ha desarrollado en repetidas ocasiones ruedas de negocios para incentivar a los consumidores a comprar productos colombianos, ésta estrategia es nombrada “compre Colombiano”, en el cual hacen un gran esfuerzo por resaltar a este sector⁷.

⁵ARIAS Tatiana, Calzado y marroquinería están quedados en competitividad. En La Tarde (en línea) (15 de Agosto) disponible en: <http://www.latarde.com/noticias/risaralda/119910-calzado-y-marroquineria-estan-quedados-en-competitividad> (citado el 13 de septiembre de 2013)

⁶ARISTIZÁBAL Camila, Sector calzado, marroquinería y cuero sería tercer productor de la región: La cadena diseñó Plan de Negocios para avanzar en los niveles de competitividad del calzado y el cuero. En El Colombiano (en línea) (29 de agosto de 2013) disponible en http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/S/sector_calzado_marroquineria_y_cuero_seria_tercer_productor_de_la_region/sector_calzado_marroquineria_y_cuero_seria_tercer_productor_de_la_region.asp (citado el 13 de septiembre de 2013)

⁷Ministerio de Comercio Industria y Turismo. Avanzan medidas para fortalecer industria del cuero, calzado y marroquinería (en línea) <http://www.mincit.gov.co/publicaciones.php?id=6855> (citado el 6 de junio de 2013).

Pero para que una empresa en especial Canaan Leather sea eficiente, es necesario que además de aprovechar las oportunidades otorgadas con el gobierno realice esfuerzos internamente, pues la mayoría de las compañías en los apresurados procesos de globalización mejoran cada vez más sus técnicas para garantizar su éxito en un medio cada vez más demandante.

Esta clase de estudios es importante para la empresa Canaan Leather, ya que le ayuda a mejorar sus procesos, de tal manera que pueda reducir el tiempo de respuesta al cliente, ofreciendo sus productos a un buen precio, para que estas mejoras la lleven a hacerle frente a la competencia, permanecer en el mercado y satisfacer la demanda, generando utilidades para la compañía.

3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. OBJETIVO GENERAL

Formular políticas de mejoramiento para la empresa Canaan Leather, empleando las herramientas de programación matemática DEA y simulación discreta, que conlleven a la buena realización de las labores y al uso óptimo de los recursos.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar las variables y parámetros del estudio.
- Plantear un modelo matemático DEA (*Data Envelopment Analysis*) que permita el análisis de la eficiencia del período enero 2012-septiembre 2013.
- Plantear un modelo de simulación del proceso actual de la empresa Canaan Leather, utilizando el software PROMODEL®.
- Realizar un diagnóstico a partir del análisis de los resultados generados por los modelos.
- Determinar acciones que permitan el mejoramiento de los procesos a partir de los resultados obtenidos en el diagnóstico.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1. MARCO TEÓRICO

“La Investigación Operativa es la aplicación del método científico por equipos interdisciplinarios a problemas que comprenden el control y gestión de sistemas organizados; con el objetivo de encontrar soluciones que sirvan mejor a los propósitos del sistema como un todo, enmarcados en procesos de toma de decisiones”⁸, su historiase remonta a muchas décadas, cuando se hicieron los primeros intentos para emplear el método científico en la administración de una empresa. Sin embargo el inicio de la actividad llamada investigación de operaciones, casi siempre se atribuye a los servicios militares prestados a principios de la segunda guerra mundial. Debido a los esfuerzos bélicos, existía una necesidad urgente de asignar recursos escasos a las distintas operaciones militares y a las actividades dentro de cada operación de la forma más efectiva. Por esto, las administraciones militares americana y británica hicieron un llamado a un gran número de científicos de diferentes ramas, para que aplicaran el método científico a éste y otros problemas estratégicos y tácticos. Estos equipos de científicos fueron los primeros en aplicar la IO (Investigación de Operaciones) con el desarrollo de métodos efectivos para el uso del nuevo radar, estos equipos contribuyeron al triunfo del combate aéreo británico.

En 1950 los individuos habían introducido el uso de la investigación de operaciones en la industria, gracias a ello los negocios y el gobierno, desde entonces se ha desarrollado con rapidez. Uno de los avances importantes en el campo de la IO es el método simplex para resolver problemas de programación lineal desarrollado en 1947 por George Dantzig. Muchas de las herramientas características de la IO es la programación lineal, programación dinámica,

⁸Curso de Investigación de Operaciones [en línea].

<http://www.fing.edu.uy/inco/cursos/io/archivos/teorico/todo.pdf> [citado el 23 de diciembre de 2013]

líneas de espera y teoría de inventarios, que se habían desarrollado casi por completo antes del término de 1950.

Los pasos a seguir en la aplicación del método científico (coincidentes con los de la Teoría General de Sistemas) son, en su expresión más simple:

- 1.- Planteo y Análisis del problema.
- 2.- Construcción de un modelo.
- 3.- Deducción de la solución.
- 4.- Prueba del modelo y evaluación de la(s) solución(es).
- 5.- Ejecución y Control de la(s) solución(es).

El uso de las matemáticas para representar el modelo, el cual es una representación aproximada de la realidad, permite aprovechar las computadoras de alta velocidad y técnicas de solución con matemáticas avanzadas.

Un modelo matemático comprende principalmente tres conjuntos básicos de elementos, estos son:

1. **Variables y parámetros de decisión.** Las variables de decisión son las incógnitas (o decisiones) que deben determinarse resolviendo el modelo. Los parámetros son los valores conocidos que relacionan las variables de decisión con las restricciones y función objetivo. Los parámetros del modelo pueden ser determinísticos o probabilísticos.

2. **Restricciones.** Para tener en cuenta las limitaciones tecnológicas, económicas y otras del sistema, el modelo debe incluir restricciones (implícitas o explícitas) que restrinjan las variables de decisión a un rango de valores factibles.

3. **Función objetivo.** La función objetivo define la medida de efectividad del sistema como una función matemática de las variables de decisión.

La solución óptima será aquella que produzca el mejor valor de la función objetivo, sujeta a las restricciones.

A partir de ello, se han venido desarrollando otras técnicas con el fin de mejorar u optimizar los procesos en las empresas, uno de estos modelos matemáticos es el (*Data Envelopment Analysis*) DEA, el cual se considera como una técnica no paramétrica que permite determinar la eficiencia relativa de un conjunto de unidades tomadoras de decisiones (conocidas como DMUs) de una frontera eficiente, de forma tal que las DMUs que determinan la frontera son denominadas eficientes y aquellas que no permanecen sobre la misma son consideradas ineficientes. Una DMU será eficiente si, y solo si, no es posible incrementar las cantidades de producto manteniendo fijas las cantidades de insumos utilizadas, ni es posible disminuir las cantidades de insumos empleadas sin alterar las cantidades de producto obtenidas (Cooper, Seiford y Zhu, 2004, 3). Adicionalmente, DEA permite comparar cada DMU ineficiente con aquellas que son eficientes, con el fin de establecer la cuantía, en términos absolutos o relativos, de la reducción de entradas y/o incremento de las salidas, que la unidad ineficiente debería tratar de promover para convertirse en eficiente.

El cálculo empírico de la frontera eficiente se puede realizar mediante aproximaciones paramétricas y no paramétricas. Las aproximaciones de tipo paramétrico utilizan programación matemática o técnicas econométricas para estimar los parámetros de la frontera dándole a ésta previamente una forma funcional concreta. A este primer enfoque se le pueden hacer dos críticas. Por una parte, ha de imponerse una determinada forma funcional a la frontera y, por otra parte, no se pueden realizar análisis con múltiples outputs. Mientras, el enfoque no paramétrico realiza supuestos sobre las propiedades de la tecnología de producción que permiten definir, con el apoyo de los datos de

actividad realmente observados, el conjunto de procesos productivos factibles con los que se delimita el conjunto de planes de producción realizables. Por tanto, mediante esta segunda aproximación no es necesario asumir una forma funcional concreta de la frontera.

Generalmente los modelos DEA se usan en contextos estáticos, es decir, cuando el tiempo no es una variable relevante. Para solucionar este inconveniente se utiliza el modelo *Window Analysis*. El cual trata de relacionar los inputs y outputs de diferentes unidades a lo largo de diferentes periodos de tiempo. La amplitud de la “ventana”, es decir, el número de periodos de tiempo que entran en comparación depende del tipo de problemas y de las combinaciones que desee realizar el analista, y por tanto el número de ventanas está por determinar.

Otro de los modelos aplicados es el CCR-I el cual supone tácitamente la existencia de rendimientos constantes a escala (RKE) al definir las restricciones del modo que proponía. Esto significaba que todas las unidades se comparaban como si estuvieran sometidas a rendimientos constantes y no se contemplaba la posibilidad de existencia de ineficiencias debidas a las diferencias entre las escalas operativas en cada DMU.

El Modelo CCR puede ser dirigido a las entradas (CCR-I) o a las salidas (CCR-O), el CCR-I por medio del cual se evalúan los pesos que se obtiene de cada DMU para así determinar cuáles unidades de decisión son eficientes y cuales son ineficientes. También a través de este modelo se puede determinar qué variables son las que más inciden en el comportamiento de la eficiencia de las DMU's. Esta técnica se desarrolla teniendo como base principal la programación lineal.

El desarrollo de la programación lineal se considera entre los avances científicos más importantes del siglo XX, pues su impacto ha sido extraordinario. Actualmente es una herramienta de uso común que ha

beneficiado a muchas organizaciones en distintos países con ahorros de cualquier índole, por lo que su uso se está ampliando rápidamente a todos los sectores de la sociedad. Una gran mayoría de los cálculos científicos en computadoras usan la programación lineal proliferando las publicaciones y libros sobre esta materia de gran aplicación.

La programación lineal es un procedimiento o algoritmo matemático mediante el cual se resuelve un problema indeterminado, formulado a través de un sistema de inecuaciones lineales, optimizando la función objetivo, también lineal.

Un modelo de Programación Lineal (PL) considera que las variables de decisión tienen un comportamiento lineal, tanto en la función objetivo como restricciones del problema. En este sentido, la Programación Lineal es una de las herramientas más utilizadas en la Investigación Operativa debido a que por su naturaleza se facilitan los cálculos y en general permite una buena aproximación de la realidad.

Modelo General de la Programación Lineal.

La estructura matemática general de la programación lineal es la siguiente:

$$\text{Max o Min } Z = C_1 X_1 + C_2 X_2 + \dots + C_n X_n$$

$$\begin{aligned} \text{s.a.} \quad & a_{11} X_1 + a_{12} X_2 + \dots + a_{1n} X_n \leq b_1 \\ & a_{21} X_1 + a_{22} X_2 + \dots + a_{2n} X_n \leq b_2 \\ & \quad \cdot \quad \quad \cdot \quad \quad + \dots + \quad \quad \cdot \quad \quad \cdot \\ & \quad \quad \cdot \quad \quad \quad + \dots + \quad \quad \cdot \quad \quad \cdot \\ & a_{m1} X_1 + a_{m2} X_2 + \dots + a_{mn} X_n \leq b_m \\ & X_i \geq 0, \text{ para } i = 1, 2, \dots, n \end{aligned}$$

Como se puede observar en el modelo la función que se va maximizar o minimizar se denomina función objetivo, sujeta a (s.a.) las restricciones. $X_j \geq 0$, es la condición de no – negatividad.

Las X_j son las variables de decisión cuyo valor se desea conocer. A_{ij} , b_i , c_j son parámetros.

El vector C_j [C_1, C_2, \dots, C_n] se llama “vector de costos” o “vector de precios”.

Otra de las técnicas de la Investigación de Operaciones utilizada por las compañías para la optimización de sus recursos, es la simulación por eventos discretos, la cual admite un control en la variable del tiempo que permite avanzar a éste a intervalos variables, en función de la planificación de ocurrencia de tales eventos a un tiempo futuro. Un requisito para aplicar esta técnica es que las variables que definen el sistema no cambien su comportamiento durante el intervalo simulado.

Según Robert Shannon la simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y realizar experimentos con él para entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias para la operación del sistema.

En general la simulación de eventos discretos permite modelar situaciones de alto nivel de complejidad con funciones relativamente sencillas, de esta forma es posible construir modelos que representen la realidad en el nivel de detalle deseado, por ejemplo el diseño de un modelo de un centro de distribución con recibo, almacenamiento, picking de estibas, zona de fastpicking, alistamiento y despacho.

Dada la estructura de la simulación de eventos discretos es posible obtener todo tipo de estadísticas e indicadores relevantes a la operación modelada, inclusive se puede obtener información que muchas veces en los sistemas reales sería inimaginable tener, como por ejemplo: diagramas de gantt de las piezas en proceso, utilización de los recursos humanos, diagrama de gantt de los recursos utilizados, tiempos de ciclo de piezas en proceso).

4.2. MARCO CONCEPTUAL

En la presente investigación se propone unas políticas de mejoramiento para la empresa Canaan Leather empleando modelos de **optimización** para hacer un mejor uso de los recursos existentes o escasos con los que cuenta la compañía, un ejemplo claro de ello se encuentra en los modelos de **simulación**, los cuales hacen referencia a la presentación o imitación de un proceso real por medio de un modelo, en este caso se utilizara para mostrar el procedimiento de producción que ella está usando actualmente y así diseñar estrategias que lleven a posicionarla como una de las más competentes de la industria del calzado y la marroquinería.

Para el desarrollo del presente estudio se tuvo en cuenta modelos de simulación con el software **Promodel** que es un simulador con animación, el cual permite simular cualquier tipo de sistemas de manufactura, logística, manejo de materiales, etc. Para su funcionamiento es de suma importancia plantear **locaciones** que representan lugares fijos en el sistema, **entidades** que son cualquier cosa que el modelo procesa como por ejemplo productos, personas, papeles de trabajo, **procesamiento** que hace referencia a las operaciones que toman lugar en una locación, tales como cantidad de tiempo que una entidad gasta de moverse de un lugar a otro, los recursos que se necesitan para realizar la operación y la elección de destino de la entidad y por último las **llegadas** que hace referencia a la nueva entidad que entra al sistema.

Otro de los modelos aplicados es el *Data Envelopment Analysis*, allí las **DMU's** (*decision-making units*) o unidades de decisión son instrumento clave a la hora de estructurar el modelo ya que de ellas depende la elección de las variables que se desean evaluar en el estudio, en este caso fue tomada como DMU la empresa Canaan Leather. **Las entradas (INPUT)** hacen referencia a los insumos o recursos que son partícipes del proceso interno de la empresa, y las **salidas (OUTPUT)** son el resultado a conseguir de la combinación de diversas

entradas. Por otro lado se tiene que la DMU fue evaluada en periodos de tiempo por medio de la técnica DEA **Window Analysis**, la cual permite mirar el rendimiento de la DMU a través del tiempo por medio de ventana, y el modelo CCR-I para evaluar el rendimiento que han tenido las entradas en el desarrollo del modelo.

Los modelos anteriormente planteados se realizan con el objetivo de **optimizar recursos** que se define como la mejor forma de realizar una actividad y por medio de ello llegar a la **eficiencia** que apunta a utilizar menos recursos para el desarrollo de una actividad destinada, pero que ésta de resultados realmente significantes para la empresa.

4.3. ESTADO ACTUAL

Con la necesidad de crecer en el mercado y generar estrategias que apunten a la estandarización de procesos que conviertan la industria del calzado y la marroquinería en uno de los sectores más importantes para el país, con grandes oportunidades en mercados internacionales que generan más empleo, se encontró que existen varias disciplinas que toman este tipo de temas como pertinentes en cuanto al desarrollo de su conocimiento. Es por ello que se evidencian diferentes textos tanto académicos, políticos, sociales y económicos en los cuales se implican temas actualmente estudiados que apuntan a la toma de decisiones acertadas que se verán reflejadas en los resultados de la evolución de la economía del país, un ejemplo claro de ello se establece en los datos arrojados por el Ministerio de industria y turismo en el documento aprovechamiento del TLC con Estados Unidos Cuero, Calzado y Marroquinería en octubre de 2012, SENA Santander apoya al sector de calzado, cuero y marroquinería en enero de 2013, Centro de desarrollo Empresarial de Bucaramanga, Industria del calzado y su visualización Internacional, año 2013, y en proyectos de desarrollo académicos

como “Tiempos y movimientos para incrementar la producción de cuero escolar en el área seca de la Tenería Cavaro CiaLtda” , desarrollada por Livio Rolando Bayas Carrasco, de la Universidad Técnica de Ambato en Ecuador, donde se resaltan los factores más importantes que se deben tener en cuenta para generar productos con características de alta calidad, considerando los costos que esto implica y demarcando paso a paso los parámetros que se deben seguir en cuanto a producción y almacenamiento para desarrollar productos más atractivos ante los ojos del mercado y así generar más ventas que se verán reflejadas en los ingresos de la empresa .

En cuanto a otros proyectos que fueron desarrollados en ámbitos más prácticos, la industria del calzado y la marroquinería ha sido tratada como tema clave para abordar conceptos de innovación, conocimiento y estandarización de procesos, de tal forma que se puedan utilizar como herramientas positivas en la evolución de este tipo de industria, denotando de tal manera una escases en cuanto a proyectos que tengan como temática u objeto este tipo de estudios. Un ejemplo que se encuentra en cuanto empresas que han utilizado Promodel como herramienta para simular sus procesos para innovar producto, conocimiento, se encuentra en “Diagnóstico para la implementación de un modelo de simulación Promodel para el proceso de desarrollo de productos nuevos (pdpn) en Proquinal S.A” desarrollado por Ricardo Cadena Cubides de la Universidad La Sabana, en el cual se establecen los tiempos estimados de entrega, para el desarrollo de un producto nuevo con técnicas vanguardistas e innovadores, que no sólo realimenten el portafolio de productos sino que generen un mayor nivel de servicio al cliente, otro ejemplo claro de esta aplicabilidad se encuentra en “Simulación con aplicaciones en Promodel”, realizado por Pérez Carlos, Alvear Aldo, Cofre Valentina, donde se demarca la importancia de utilizar herramientas que conlleven a la simulación de escenarios, las cuales permitirán no solo crear estrategias de innovación y optimización de procesos, sino de incrementar la productividad y optimizando costos, por otro lado se encuentra el proyecto “Aplicación de simulación con Promodel en el área de producción de empaques de la empresa

Ehuicos S.A de C.V para el incremento de su productividad” realizado por Gerardo moras Constantino, Hernández Carina Aurora y Sánchez Juan Pablo, Academia Journals.com, Vol 4, 2010 en el cual se simula a través del *software Promodel* el proceso de empaque que maneja la empresa Ehuico donde se consideran tres de sus modelos de empaque con el fin de evaluar alternativas de mejora que permitan incrementar su productividad y de estandarizar mejoras que van en pro de la empresa.

La industria del calzado y la marroquinería es considerada como uno de los sectores más importantes para el desarrollo de la economía colombiana, ya que representa alrededor del 3% del PIB industrial según el Ministerio de comercio, motivo por el cual se han venido estableciendo alianzas que fortalezcan el sector en cuanto a innovación y tecnificación de procesos, considerando que no basta con tener ventas anuales bastante significativas, sino estar a la vanguardia de los mercados que cada vez son más exigentes y que requieren de una atención inmediata en cuanto a sus requerimientos. Algunas empresas en Colombia han adoptado por evaluar el tipo de innovación que tienen sus procesos, lo cual va ligado a los costos que se requiere para ello, un ejemplo claro se plantea en el proyecto “Procesos de innovación aplicados en empresas de cuero y el calzado en la ciudad de Bogotá” realizado por Neyla Carolina Ortega Cardona de la Universidad de EAN en el año 2012 donde “lo que se hace en cuanto innovación en las empresas evaluadas, se logra de manera informal y no hay un procedimiento sistemático que permita documentar los nuevos desarrollos; los conocimientos están casi siempre en cabeza de los dueños administradores, y muy poco se hace para empoderar a los colaboradores a sugerir ideas, desarrollar habilidades que genere una cultura de trabajo en equipo y tener una visión compartida junto con los dueños”⁹

⁹**Neyla Carolina Ortega Cardona.** Procesos de innovación aplicados en empresas de cuero y el calzado en la ciudad de Bogotá. Consultado el 16 de diciembre de 2013. Disponible en: <http://repository.ean.edu.co/bitstream/10882/844/1/OrtegaNeyla2012.pdf>

En cuanto a términos de eficiencia del sector del calzado y la marroquinería, son pocos los estudios que se han realizado, uno ejemplo en el cual se puede apoyar el desarrollo del presente estudio hace referencia a “Producción y eficiencia estocástica: una aplicación a la industria del calzado en Colombia” elaborado por Jorge Barrientos Marín, David Tobón y Alderid Gutiérrez donde se muestra el “estudio de eficiencia que de un conjunto representativo de firmas en el sector del calzado y marroquinería en cuero en ciudades como Bogotá, Bucaramanga, Cúcuta y el área metropolitana de Medellín”¹⁰. El análisis muestra la importancia de la eficiencia de la integración de múltiples factores de producción de esta industria como lo son: Insumos, integración de actividades, gestión administrativa, innovación, exportaciones, entre otros. En el proyecto “Eficiencia y productividad en el sector manufacturero entre Venezuela y Mercosur” en el cual se aplicó el Análisis Envolvente de Datos y el Índice de Malquist para estudiar la productividad de la población estudiada Venezuela, Brasil, Argentina, Paraguay y Uruguay. Los modelos DEA fueron desarrollados bajo variables y parámetros seleccionados de acuerdo a la necesidad del proyecto. La investigación anterior resalta la importancia que se le otorga a la eficiencia para mejorar las economías de los países por medio de mejoras a los sectores que conforman sus economías.

¹⁰Jorge Barrientos Marín, David Tobón y Alderid Gutiérrez, Producción y eficiencia estocástica: una aplicación a la industria del calzado en Colombia. Consultado el 16 de diciembre de 2013. Disponible en : <http://aprendeonline.udea.edu.co/revistas/index.php/lecturasdeeconomia/article/viewFile/2259/1820>

5. DESARROLLO METODOLÓGICO

Para desarrollar la metodología del presente proyecto se deben tener en cuenta los objetivos específicos planteados, para ello es de suma importancia determinar las variables y parámetros que se deben incluir al momento de desarrollar cada modelo matemático, resaltando de tal forma las características que deben tener para simular el proceso y evaluar la eficiencia de la empresa Canaan Leather.

Después de hacer una recolección de datos, se realizan tres modelos, uno de simulación por medio del *software* Promodel para identificar el comportamiento que tiene el proceso de la logística interna para generar un tiempo menor de respuesta al cliente, y dos más desarrollando la técnica matemática DEA (*Data Envelopment Analysis*) en sus versiones de *Window Analysis* y CCR-I los cuales serán utilizados para identificar los problemas que presenta la DMU en cuanto al comportamiento de las variables y así establecer políticas de mejora que permitan que la empresa sea más competitiva en el sector del calzado y la marroquinería.

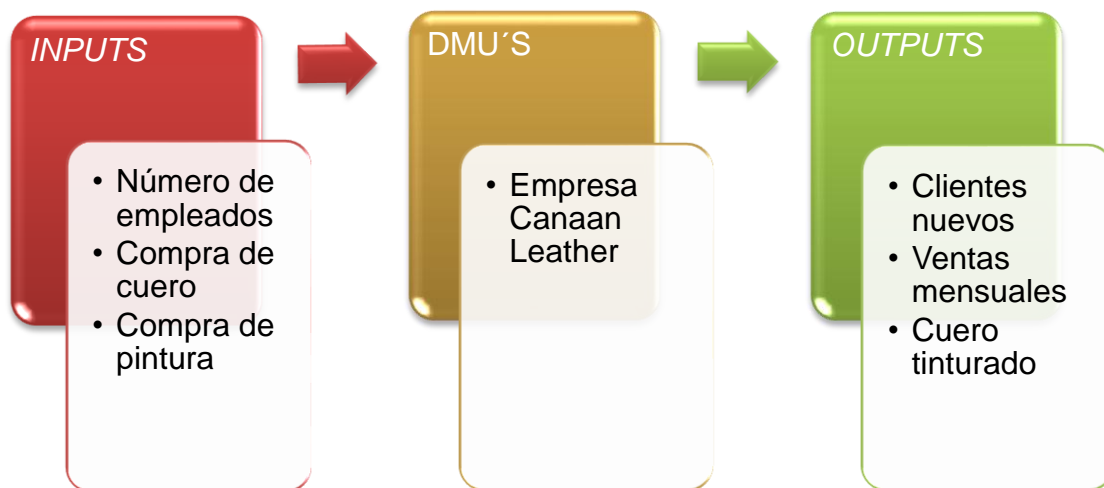
5.1. Variables y parámetros de estudio

En el presente estudio se establecieron variables de tipo cuantitativo, que intervienen directamente en el comportamiento de la empresa Canaan Leather, en el periodo de enero de 2012 a septiembre de 2013, estas se identifican como: Número de empleados, Compra de Cuero, Compra de Pintura variables de entrada y como variables de salida Clientes nuevos, Ventas mensuales y Cuero tinturado.

Entre las variables de entrada se tiene que “compra de cuero y compra de pintura” se manejarán en unidades de medida como metros y galones respectivamente puesto que cada mes la empresa obtiene la cantidad total de dinero que se invirtió en este tipo de variables por el retorno que propician las

venta, por otro lado tenemos la variable “Número de empleados” que se manejará en números enteros, esta hace referencia a todas las personas que laboran en la Canaan Leather. Entre las variables de salida se encuentra “Clientes nuevos” que se medirán en números enteros, estos hacen referencia a la población objetivo que la empresa captura con sus estrategias, “Ventas mensuales” se medirá en pesos, puesto que es el dinero que la compañía recauda por intercambiar con sus clientes los productos que actualmente ofrecen, y por último se tendrá la variable “Cuero tinturado” que se medirá en metros, este hace referencia al total de producto disponible para ofrecer al mercado.

Gráfico 1. Variables seleccionadas.



5.2. MODELO DATA ENVELOPMENT ANALYSIS

5.2.1. MODELO CCR-I

Para el modelo *Data Envelopment Analysis*, se tuvo en cuenta como DMU's, 21 meses, las entradas y las salidas se relacionan directamente con el proceso de productividad de la empresa, por tanto se utilizó como variables aquellas que son muy relevantes en cuanto a este tema en la empresa Canaan Leather.

Para esta investigación se utilizara el modelo CCR-I, se pretende obtener el conjunto óptimo de pesos (multiplicadores) $\{u_r\}$ y $\{v_1\}$ que maximicen la eficiencia relativa de h_o , de la unidad $_o$ definida como el cociente entre la suma ponderada de *outputs* y la suma ponderada entre *inputs*, sujeto a las restricciones de que ninguna unidad puede tener una puntuación de eficiencia mayor que uno usando estos mismos pesos. Evidentemente los pesos serán diferentes para cada unidad¹¹.

- Subíndices

Tabla 1. Subíndices modelo CCR-I

Subíndice	Variación
DMU j	j: 1, 2, 3, ..., n
DMU $_j$ (DMU observada)	Jo
Entrada i	i: 1, 2, 3, ..., m
Salida r	r: 1, 2, 3, ..., s
Fuente: Los autores	

¹¹UNIVERSIDAD DE VALENCIA ESPAÑA. Evaluación de la eficiencia mediante el Análisis Envolvente de Datos. Consultado: Enero 12 de 2013. Disponible: http://books.google.com.co/books?id=HKs1VbFeFg8C&pg=PA27&lpg=PA27&dq=ccr++i+dea&source=bl&ots=auAELhvtCl&sig=jj5B0aoWry8SU7pfvkABzlbDXU4&hl=es&sa=X&ei=iu_SUuKrlougSScpoCIDQ&ved=0CCgQ6AEwADgK#v=onepage&q=ccr%20-%20i%20dea&f=false

- Parámetros

Tabla 2. Parámetros modelo CCR-I

Parámetro	Significado
X_{ij}	Cantidad de la entrada i utilizada en la DMU j.
Y_{rj}	Cantidad de la salida r que produce la DMU j.
Fuente: Los autores	

- Variables de decisión

Tabla 3. Variables de decisión modelo CCR-I

Variables	Significado	Unidades
V_{ij}	Ponderador de la entrada i utilizada en la DMU j.	Fracción
U_{rj}	Ponderador de la salida r que produce la DMU j.	Fracción
Fuente: Los autores		

- Función Objetivo: Maximizar la eficiencia minimizando las entradas

$$MIN_Z = \sum_{i=1}^m V_{ijo} X_{ijo}$$

Sumatoria de las entradas de la DMU observada multiplicadas por su respectivo ponderador (Entradas virtuales)

- Restricciones

1. Fijar numerados de la ecuación de eficiencia

Sumatoria de las salidas de la DMU observada multiplicadas por su respectivo ponderador (Salidas virtuales)

$$\left\{ \sum_{r=1}^s U_{rjo} Y_{rjo} = 1 \right.$$

2. Eficiencia DMU's

$$\underbrace{\sum_{r=1}^s U_{rjo} Y_{rj} - \sum_{i=1}^m V_{ijo} X_{ijo}}_{\substack{\text{La eficiencia de cada DMU, calculada con los} \\ \text{ponderadores de la DMU observada debe} \\ \text{ser menor o igual a 1}}} \leq 0 \quad \forall j$$

La eficiencia de cada DMU, calculada con los ponderadores de la DMU observada debe ser menor o igual a 1

Para toda DMU

- No negatividad

$$V_{ijo}, U_{rjo} \geq 0$$

Para ejemplificar el modelo expuesto, se selecciona la DMU

- Función objetivo:

$$\text{Min } Z = 5V_1 + 11500000V_2 + 386700V_3$$

Restricción de variables de salida:

$$2U_1 + 2459600U_2 + 15U_3 = 1$$

Canaan Leather- Enero 2012

$$\frac{2U_1 + 2459600U_2 + 15U_3}{5V_1 + 11500000V_2 + 386700V_3} \leq 1$$

Canaan Leather - Febrero 2012

$$\frac{1U_1 + 24896000U_2 + 17U_3}{5V_1 + 11650000V_2 + 590000V_3} \leq 1$$

Canaan Leather–Septiembre de 2013

$$\frac{1U_1 + 27596000U_2 + 76U_3}{3V_1 + 12900000V_2 + 850000V_3} \leq 1$$

No negatividad:

$$U_1, U_2, U_3, V_1, V_2, V_3 \geq 0$$

Así como se ejemplificó el desarrollo del modelo para la DMU seleccionada, se realiza para las 21DMU's que conforman el presente proyecto.

5.2.2. WINDOW ANALYSIS

El modelo *Windows Analysis*, permite identificar el comportamiento de una DMU a través del tiempo por medio de ventas. En este modelo se desarrolla un CCR independiente para la DMU en cada periodo de tiempo evaluado generando de tal forma diferentes score de eficiencia. número de ventanas a evaluar depende de la necesidad que presente el investigador.

En el tabla 4, se puede evidenciar el proceso para la DMU₁, con sus respectivas referencias:

Tabla 4. Desarrollo de *Window 1*

Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo ...	Periodo x
DMU ₁	DMU ₁	DMU ₁	DMU ₁	DMU ₁
DMU ₂	DMU ₂	DMU ₂	DMU ₂	DMU ₂
DMU ₃	DMU ₃	DMU ₃	DMU ₃	DMU ₃
:	:	:	:	:
DMU _j	DMU _j	DMU _j	DMU _j	DMU _j
:	:	:	:	:
DMU _n	DMU _n	DMU _n	DMU _n	DMU _n

Fuente: Los autores

Se genera un modelo CCR para cada DMU no solo para el periodo evaluado, sino también para el número de ventanas propuesto por el investigador.

Analizando la tabla 4, se encuentra también que para la ventana número dos, el nivel de eficiencia del periodo de la DMU1, estará dado por el grupo de referencia de los periodos dos y tres y así sucesivamente. A continuación se ejemplifica este proceso en la tabla 5.

Tabla 5.DesarrolloW 2

Periodo 1	Periodo 2		Periodo 2	Periodo 3		Periodo 3	Periodo ...		Periodo ...	Periodo x
DMU ₁	DMU ₁		DMU ₁	DMU ₁		DMU ₁	DMU ₁		DMU ₁	DMU ₁
DMU ₂	DMU ₂		DMU ₂	DMU ₂		DMU ₂	DMU ₂		DMU ₂	DMU ₂
DMU ₃	DMU ₃		DMU ₃	DMU ₃		DMU ₃	DMU ₃		DMU ₃	DMU ₃
:	:		:	:		:	:		:	:
DMU _j	DMU _j		DMU _j	DMU _j		DMU _j	DMU _j		DMU _j	DMU _j
:	:		:	:		:	:		:	:
DMU _n	DMU _n		DMU _n	DMU _n		DMU _n	DMU _n		DMU _n	DMU _n

Fuente: Los autores

Para ejemplificar la tabla 4 en el cual se muestra el desarrollo del modelo *Window Analysis*, con la DMU Canaan Leather se tuvo en cuenta los tres primeros meses del período del tiempo evaluado y el último de ellos. En la tabla 6 y tabla 7 se ejemplifican el proceso que se explicó en la tabla 5, se utiliza la DMU Canaan Leather en los mismos períodos de tiempos explicados anteriormente.

Tabla 6.Canaan Leather en W1

ene-12	feb-12	mar-13	Periodo ...	sep-13
CanaanLeather	CanaanLeather	CanaanLeather	CanaanLeather	CanaanLeather

Fuente: Los autores

Tabla 7.Canaan Leather en W₂

ene-12	feb-12		feb-12	mar-12		mar-12	sep-13
CanaanLeather	CanaanLeather		CanaanLeather	CanaanLeather		CanaanLeather	CanaanLeather		CanaanLeather	CanaanLeather

Fuente: Los autores

5.3. MODELO DE SIMULACIÓN

Para la realización de este modelo se utilizara una técnica de investigación de operaciones como es la simulación, a través del software Promodel. Para el desarrollo de este, es de suma importancia seguir paso a paso un plan en el cual se estructura cada actividad a ejecutar. Este comienza con una descripción del proceso de la empresa, luego se deben establecer los componentes relevantes que hacen parte del proceso (locaciones, entidades, llegadas y procesamiento), así mismo los tiempos exactos que consume cada procedimiento. Para el presente estudio se evaluará el proceso de teñido y acabado del cuero de la empresa CANAAN LATHER, el comportamiento que presenta dicha empresa desde que entra la materia prima hasta que sale el producto está conformada por 12 locaciones, las cuales representan los lugares estáticos, estos son la entrada, descarga, recepción, clasificación, colgadero, base, prensa, puente, resina, secado, empaque y entrega factura, los elementos o personas que son protagonistas del proceso de producción de la empresa son 5: proveedor, paquetes, hoja de cuero, cuero pintado, cuero prensado, los cuales son definidos como entidades, debido a que cada uno de ellos debe pasar de un lugar a otro (locaciones) para terminar la actividad para la cual fue destinada. Como llegada al proceso fue determinada la entidad proveedor, ya que es la primera entidad en entrar al sistema. El procesamiento de la simulación se desarrolla de la siguiente manera:

El proveedor llega con los rollos del cuero y debe esperar a ser atendido, luego pasa a la entrada en donde se toma los datos y se verifica la identidad del proveedor esto tarda 2 minutos, el proveedor pasa a la zona de descarga en la cual uno de los trabajadores de la empresa se dispone a descargar los paquetes esta operación se demora 5 minutos, luego se transportan las hojas de cuero a recepción, allí se verifica el ingreso de la mercancía lo cual dura 10 minutos, después de recepción se lleva a una zona de clasificación que se ocupará de clasificar las hojas de cuero, de allí se llevan las hojas clasificadas a

una zona en donde se preparará el cuero para ser pintado o grabado, en la locación colgaderos se demoran 20 minutos, luego en la locación base se tardan 2 minutos, en la prensa 5 minutos, en la locación puente se demoran 2 minutos, en la locación se resina se tarda 2.5 minutos, y la duración del secado es de 30 minutos, después de esto se empaca el cuero pintado y grabado, y se factura lo cual lleva un tiempo de 10 minutos, por último se distribuye en el Eje Cafetero.

A continuación se presenta en la tabla 8 el flujograma correspondiente al proceso de productivo de la empresa Canaan Leathery en la tabla 9, la programación de éste en el software Promodel.

Tabla 8 .Flujograma proceso productivo Canaan Leather

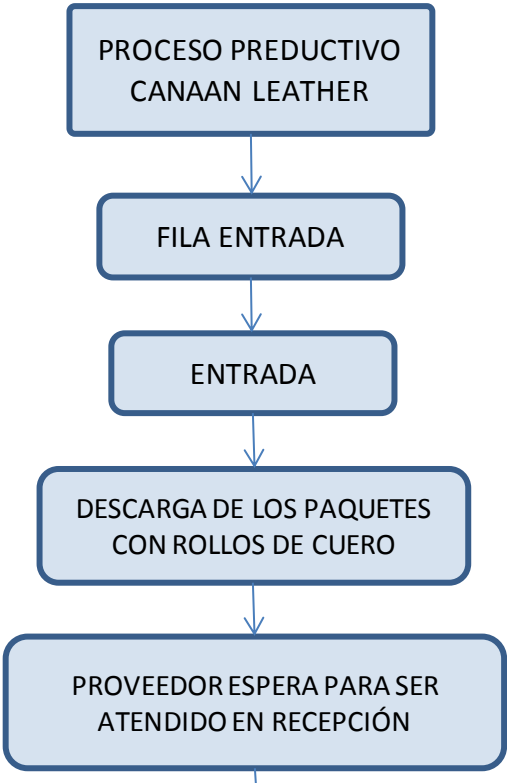
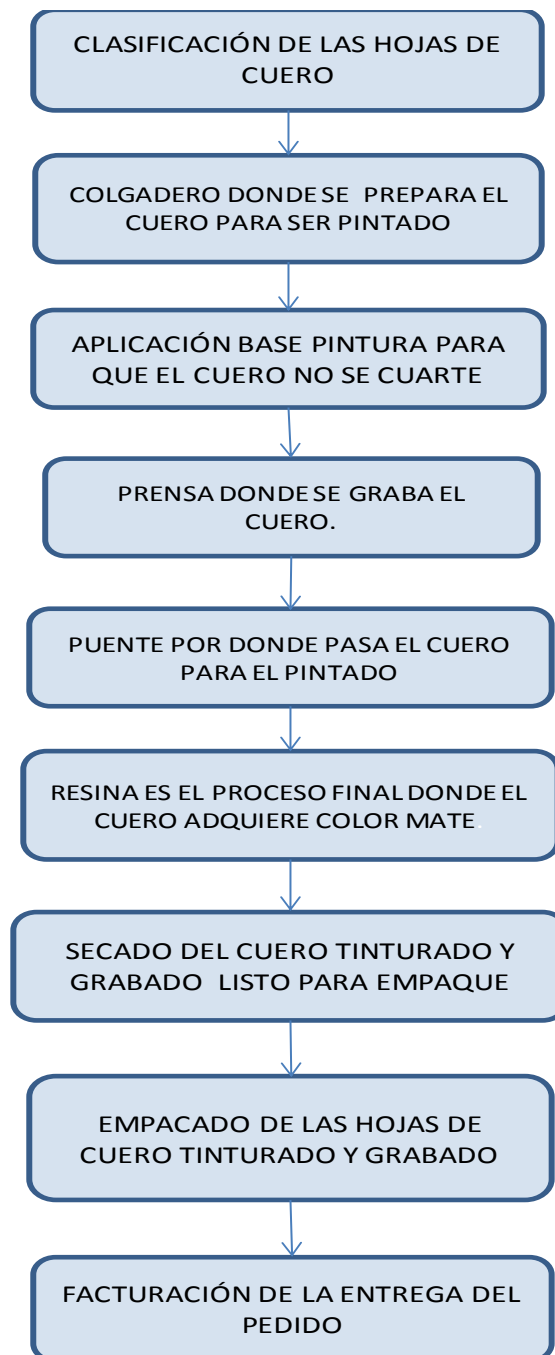


Tabla 8. (Continuación)



Fuente: Los autores

Tabla 9. View Text

```
*****
*
*                               Formatted Listing of Model:
* C:\Users\Equipo9.ESTUDIANTES-PC\Desktop\MODELO SIMULACION PROMODEL PROYECTO.MOD *
*
*****
```

```
Time Units:           Minutes
Distance Units:      Meters
```

```
*****
*                               Locations
*****
```

Name	Cap	Units	Stats	Rules	Cost
Fila_Entrada	INFINITE	1	Time Series	Oldest, FIFO,	
Entrada	1	1	Time Series	Oldest, ,	
Descarga	1	1	Time Series	Oldest, ,	
Fila_Recepcion	INFINITE	1	Time Series	Oldest, FIFO,	
Recepcion	4	1	Time Series	Oldest, ,	
Clasificacion	1	1	Time Series	Oldest, ,	
Colgadero	5	1	Time Series	Oldest, ,	
Base	1	1	Time Series	Oldest, ,	
Prensa	1	1	Time Series	Oldest, ,	
Puente	1	1	Time Series	Oldest, ,	
Resina	1	1	Time Series	Oldest, ,	
Secado	5	1	Time Series	Oldest, ,	
Empaque	6	1	Time Series	Oldest, ,	
Factura_Entrega	1	1	Time Series	Oldest, ,	

```
*****
*                               Entities
*****
```

Name	Speed (mpm)	Stats	Cost
Proveedor	150	Time Series	
Paquetes	150	Time Series	
Hoja_de_Cuero	150	Time Series	
Cuero_Pintado	150	Time Series	

Tabla 9. (Continuación)

```
*****
*                               Path Networks                               *
*****
```

Name	Type	T/S	From	To	BI	Dist/Time	Speed Factor
R1	Passing	Speed & Distance	N1	N2	Bi	18.63	1
R2	Passing	Speed & Distance	N1	N2	Bi	16.19	1
			N2	N3	Bi	16.80	1
			N3	N4	Bi	23.48	1
			N4	N5	Bi	22.01	1
			N5	N6	Bi	16.15	1
			N6	N7	Bi	21.31	1
			N7	N8	Bi	14.45	1
			N8	N9	Bi	16.87	1
			N9	N10	Bi	16.43	1

```
*****
*                               Interfaces                               *
*****
```

Net	Node	Location
R1	N1	Entrada
	N2	Descarga
R2	N1	Recepcion
	N2	Clasificacion
	N3	Colgadero
	N4	Base
	N5	Prensa
	N6	Puente
	N7	Resina
	N8	Secado
	N9	Empaque
	N10	Factura_Entrega

```
*****
*                               Mapping                               *
*****
```

Net	From	To	Dest
R2	N3	N2	
	N4	N3	
	N5	N4	
	N6	N5	
	N7	N6	
	N8	N7	
	N3	N4	
	N4	N5	
	N5	N6	
	N6	N7	
	N7	N8	
	N8	N9	

Tabla 9. (Continuación)

 * Resources *

Name	Units	Stats	Res Search	Ent Search	Path	Motion	Cost
Trabajador1	1	By Unit	Closest	Oldest	R1 Home: N1 (Return)	Empty: 50 mpm Full: 50 mpm	
Trabajador2	1	By Unit	Least Used	Oldest	R2 Home: N1 (Return)	Empty: 50 mpm Full: 50 mpm	

 * Processing *

Entity	Location	Operation	Process		Routing		
			Blk	Output	Destination	Rule	Move Logic
Proveedor	Fila_Entrada	WAIT 2	1	Proveedor	Entrada	FIRST 1	
Proveedor	Entrada		1	Proveedor	Descarga	FIRST 1	MOVE WITH Trabajador1 THEN FREE
Proveedor	Descarga	WAIT 5					
Paquetes	Fila_Recepcion	COMBINE 4 WAIT 40	1	Paquetes	Fila_Recepcion	FIRST 1	
Paquetes	Recepcion		1	Paquetes	Recepcion	FIRST 1	
			1	Hoja_de_Cuero	Clasificacion	FIRST 28	MOVE WITH Trabajador2 THEN FREE
Hoja_de_Cuero	Clasificacion	WAIT 7					
			1	Hoja_de_Cuero	Colgadero	FIRST 1	MOVE WITH Trabajador2 THEN FREE
Hoja_de_Cuero	Colgadero	WAIT 20					
			1	Hoja_de_Cuero	Base	FIRST 1	MOVE WITH Trabajador2 THEN FREE
Hoja_de_Cuero	Base	WAIT 2					
			1	Hoja_de_Cuero	Prensa	FIRST 1	MOVE WITH Trabajador2 THEN FREE
Hoja_de_Cuero	Prensa	WAIT 5					
			1	Hoja_de_Cuero	Puente	FIRST 1	MOVE WITH Trabajador2 THEN FREE
Hoja_de_Cuero	Puente	WAIT 2					
			1	Hoja_de_Cuero	Resina	FIRST 1	MOVE WITH Trabajador2 THEN FREE

Tabla 9. (Continuación)

Hoja_de_Cuero Resina	WAIT 2.5	1	Cuero_Pintado Secado	FIRST 1	MOVE WITH Trabajador2 THEN FREE
Cuero_Pintado Secado	WAIT 30	1	Cuero_Pintado Empaque	FIRST 1	MOVE WITH Trabajador2 THEN FREE
Cuero_Pintado Empaque	COMBINE 4 WAIT 25	1	Paquetes Factura_Entrega	FIRST 1	MOVE WITH Trabajador2 THEN FREE
Paquetes Factura_Entrega	WAIT 10	1	Paquetes EXIT	FIRST 1	MOVE FOR 1

```
*****
*                               Arrivals                               *
*****
```

Entity	Location	Qty Each	First Time Occurrences	Frequency	Logic
Proveedor	Fila_Entrada	1	4	10	

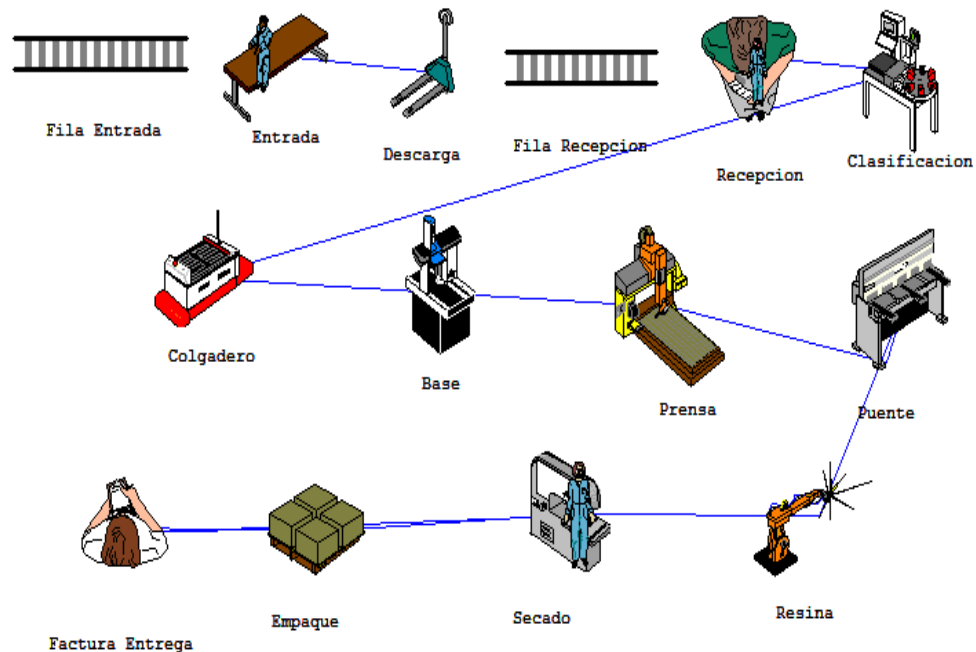
Fuente: Los autores

5.4. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL

5.4.1. MODELO DE SIMULACIÓN DISCRETA

Determinados sistemas productivos pueden ser considerados continuos (por ejemplo, reactores químicos), la mayoría de los sistemas productivos tienen características de sistemas discretos, ya que los cambios de estado (recepción de materias primas, inicio y finalización de la fabricación de lotes, entradas y salidas del almacén,...) se producen en instantes de tiempo determinados y separados entre sí. En este caso se tienen en cuenta cada una de las fases por las que debe pasar cada hoja de cuero individualmente para finalmente obtener como resultado el acabado final de cada producto y así ofrecerlo al mercado. En la gráfica 2 se presenta el esquema de la simulación del proceso.

Gráfico 2. Layout



Fuente: Los autores

Para esta simulación se tuvo en cuenta el tiempo tomado por los autores en cada una de las actividades y la manera de cómo se empacaba y entregaba el cuero a los clientes.

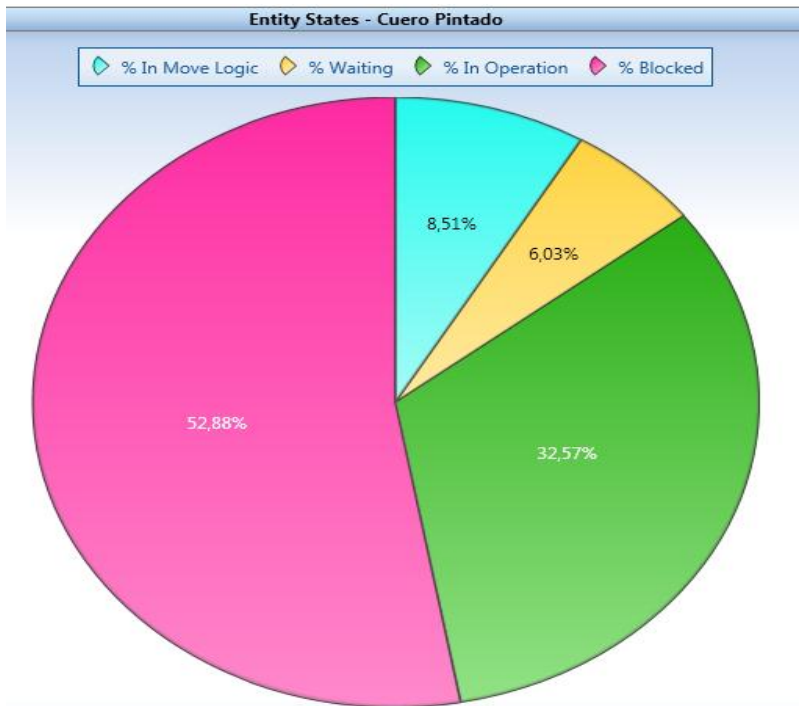
El sistema cuenta con dos filas a la entrada y para la recepción, y doce locaciones, 4 entidades, además de esto se tienen en cuenta 2 recursos los cuales son los empleados que laboran en la empresa, de lo cual se puede decir que:

- La empresa presenta problemas respecto a los tiempos en cada una de sus locaciones, ya que se emplea mucho más tiempo del necesario.
- No se tiene control sobre cuantas hojas de cuero se deben pedir para ser tinturadas, esto trae atraso o sobrecupo en el desarrollo del proceso.
- Se debe tener en cuenta que el desperdicio de materia prima al igual que el uso del tiempo inadecuado trae consecuencias monetarias a la empresa.

Al realizar la simulación este arroja resultados que permiten conocer de manera más clara, cuál es el tiempo real utilizado en todo el proceso, en que locaciones presenta bloqueos y esperas, y saber cuántos rollos de cuero tinturado producen al día.

Los datos obtenidos a partir de este análisis fue, que el tiempo que duró toda la simulación fue de 9.93 horas, mostrando que la locación más utilizada es recepción con un porcentaje de 72.38%, también se puede apreciar que del sistema salen en total 28 cueros teñidos, es decir, 7 paquetes para entregar a los clientes. Es importante destacar que para que un sistema sea eficiente las esperas y los bloqueos deben ser mínimos.

Gráfico 3. Estado de las entidades



Fuente: Los autores

El gráfico 3 muestra que la entidad cuero pintado tiene un tiempo de bloqueo de 176.16 minutos equivalente a un 32,57%, también existe una espera de 20.10 minutos que equivalen a 6.03%, y permanece un 32.57% en operación y 8.51% en movimiento. Tanto el bloqueo como la espera son aspectos que deben ser mejorados por la empresa, ya que de esto depende la agilidad que se maneje dentro del proceso. El sistema no presenta entradas fallidas, eso quiere decir que entran todas las entidades sin problema alguno.

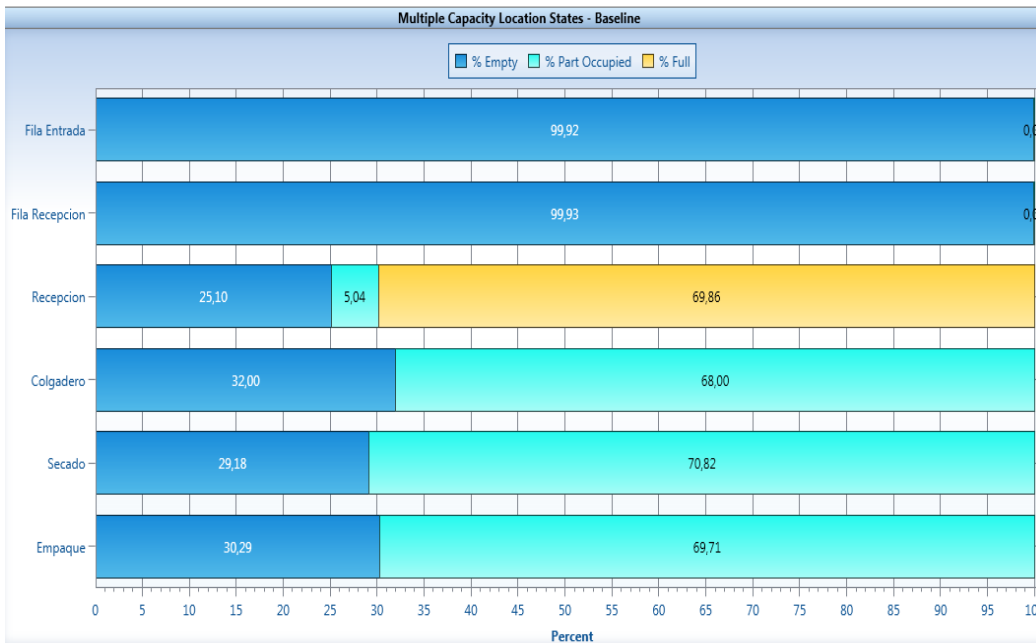
Gráfico4.SingleCapacidad de las locaciones



Fuente: Los autores

En la gráfico4 se puede observar que la locación base es la única que presenta bloqueo, el cual corresponde a un porcentaje de 1.65%, a pesar que del modelo solo una locación presenta bloqueo y es poco significativo, se debe tener en cuenta ya que de igual manera este altera la evolución del proceso, también se puede evidenciar porcentajes altos de ociosidad para las locaciones Entrada con 98.66%, Descarga con 96.64%, Clasificación con 51.77%, Base con 74.85%, Prensa con 62.97%, Puente con 75.75%, Resina con 72.43, y por último la locación Factura entrega con un porcentaje de ociosidad de 88.25%. De igual manera las locaciones clasificación, base, prensa, puente y resina presentan tiempos de espera de 15.32%, 14.14%, 13.53%, 14,85%, y 15,82%, respectivamente.

Gráfico5. Locaciones de Capacidad múltiple.



Fuente: Los autores

Por último en la gráfica5 se tiene que las locaciones Colgadero, Secado, Empaque están parcialmente ocupadas con porcentajes de 68.00%, 70.82%, 69.71%, respectivamente, lo cual indica que no se presentan demoras en estas locaciones que retrasen o representen el proceso de la logística interna de CannanLeather. La locación Recepción está ocupada en un 5.04% y también permanece llena en un 69,86%.

5.4.2. WINDOW ANALYSIS

Por medio del modelo *Window Analysis* se analizan períodos de tiempo, a través de ventanas que serán analizadas por filas y columnas con el fin de determinar el comportamiento que demarca la DMU a través del tiempo según sus variables de entrada y salida. Para ello se desea evaluar Empresa Canaan Leather (DMU) en 21 meses, los cuales están representados por los 12 meses del año 2012 (enero a diciembre) y 9 meses de 2013 (enero a septiembre).

Como resultado del presente proyecto se mostrará un análisis profundo del comportamiento de la empresa Canaan Leather en el periodo de veinte un meses (ventana 21), mensual (ventana 1), de los doce meses que comprenden el año 2012 (ventana 12) y del resto de los nueve meses que contemplan el año 2013 (ventana 9).

Tabla 10.*Window 21*

WINDOW 21	EMPRESA CANAAN LEATHER
Ene-12	1
Feb-12	1
Mar-12	1
Abr-12	0,968
May-12	0,974
Jun-12	0,984
Jul-12	0,988
Ago-12	0,988
Sep-12	0,992
Oct-12	0,992
Nov-12	1
Dic-12	1
Ene-13	0,997
Feb-13	0,999
Mar-13	0,999

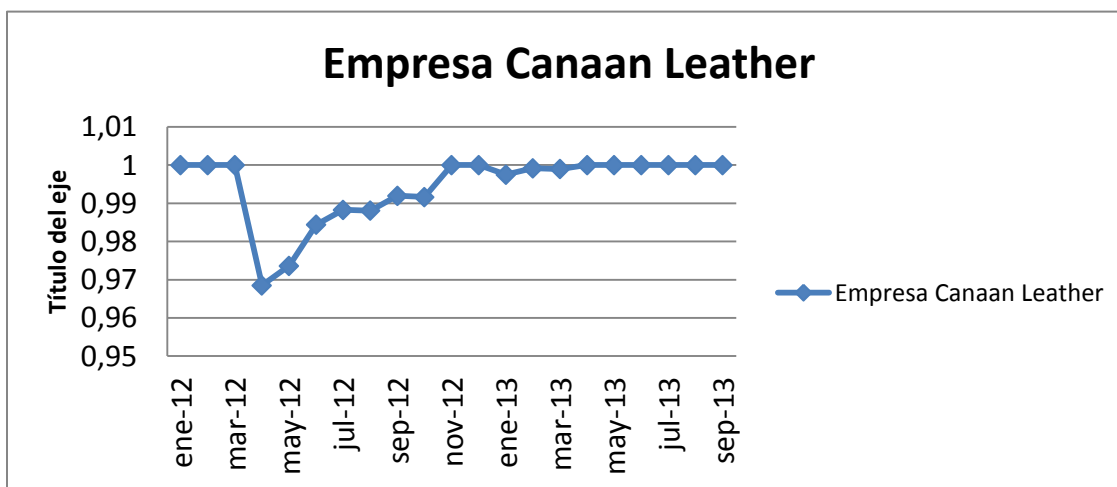
Tabla 10.(Continuación)

WINDOW 21	EMPRESA CANAAN LEATHER
may-13	1
jun-13	1
jul-13	1
ago-13	1
sep-13	1

Fuente: Los autores

En la tabla 10 se evidencia el comportamiento de la Empresa CanaanLether (DMU), teniendo en cuenta la eficiencia que obtuvo en cada mes del período evaluado. En el 52.38% de los meses evaluados la DMU fue eficiente. Los meses que hacen parte de este porcentaje son enero, febrero, marzo, noviembre, diciembre de 2012 y abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre de 2013. El 47.61% restante de los meses presentan variabilidad en cuanto a su eficiencia con porcentajes de 96.8% en abril de 2012, 97.4% en mayo, 98.4% en junio de 2012, 98.8% en julio y agosto de 2012, 99.2% en septiembre y octubre de 2012, 99.7% en enero de 2013 y 99.9% en febrero y marzo de 2013. Se identifica como el peor mes abril de 2012 con un 96.8%.

Gráfico6. Niveles de eficiencia por períodos de tiempo W21



Fuente: Los autores

En la gráfico 6, se muestra que a través del tiempo existe un comportamiento variable del nivel de eficiencia que maneja la empresa Canaan Leather. En el mes de enero, febrero y marzo de 2012 se nota como la empresa Canaan Leather ha tenido un comportamiento estable, manteniendo de esta forma su nivel de eficiencia en un 100%, luego muestra el punto más bajo en el mes de abril de 2012 con 96.8% mostrando una vez más que este mes es el más ineficiente en el estudio. En el mes de mayo de 2012 tiene un comportamiento de 97.4%, el mes de julio tuvo un aumento del 1.4% quedando así en un 98.8%, en el mes de agosto se presenta un aumento de 0.4%, en septiembre y octubre obtiene un aumento del 0.3% referente al mes de agosto con un 99.1%, en noviembre y diciembre de este mismo año logra ser eficiente en un 100%. En el mes de enero la DMU sufre un pequeño bajón de 0.3% obteniendo así una eficiencia del 99.7%, en el mes de febrero y marzo logra una leve recuperación de 0.2% obteniendo de esta forma una eficiencia del 99.99%, a partir del mes de abril hasta septiembre posee un comportamiento constante siendo eficiente en esos meses con un 100%.

Con el interés de identificar qué tan eficiente fue la DMU en los 12 meses que conforman el año de 2012, que están dentro del período analizado, se realiza un modelo DEA para evaluar cada mes, estos serán comparados entre ellos mismos para saber cuál mejor comportamiento.

La tabla 11 muestra que el 58.33% de los meses presentan niveles de ineficiencia, el mes que presentó peor comportamiento fue abril con un 96.8%, seguido del mes de mayo de 2012 con un 97.36%, en el resto de meses se obtuvo eficiencias como: junio de 2012 con un 98.4%, julio y agosto de 2012 con un 98.8% y octubre con un 99.9%. El 41.67% de los meses evaluados es eficiente, estos son enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre de 2012.

Tabla 11. Window 12

Window 12	ene-12	feb-12	mar-12	abr-12	may-12	jun-12	jul-12	ago-12	sep-12	oct-12	nov-12	dic-12
Empresa CanaanLeather	1	1	1	0.9685	0.97362	0.9844	0.988	0.9881	0.992	0.9916	1	1

Fuente: Los autores

Evaluando el resto de meses correspondientes al año 2013 según la tabla 12, se tiene que referente al año 2012 la empresa Canaan Leather logra ser 100% eficiente en todos los meses del período evaluado.

Tabla 12. Window 9

Window 9	ene-13	feb-13	mar-13	abr-13	may-13	jun-13	jul-13	ago-13	sep-13
Empresa CanaanLeather	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: Los autores

Al realizar un análisis global se tiene que en el promedio de eficiencia del primer periodo evaluado (*Window 21*) es de 99.4%, el tercero (*Window 12*) de 99% y el cuarto (*Window 9*) de 100%.

Tabla 13. Comparativo año 2012 y 2013

CanaanLeather	2012	2013	Evolución
	0.99	1	Subió 1%

Fuente: Los autores

Al analizar la tabla 13 se tiene que la empresa CanaanLeather ha logrado incrementar su eficiencia en un 1% del año 2012 al año 2013, mostrando así contrastes positivos en cuanto a su comportamiento.

5.4.3. Modelo, Análisis Envolvente de Datos DEA (CCR-I)

Una de las técnicas más utilizadas del método Análisis envolvente de datos DEA, es el modelo CCR-I, el cual facilita el realizar proyecciones de las variables que se evalúan para cada DMU definida, con el fin de que estas mejoren su eficiencia y puedan llegar a la frontera de esta. Por otro lado el modelo muestra los diferentes pesos que le son otorgados a cada variable para así definir cuáles son las que más están impactando en la empresa Canaan Leather.

Analizando la tabla 14 se encuentra que la variable de entrada con mayor número de DMU's con ponderadores cero es número de empleados con un total de 8 DMU's castigadas, seguida por compra de pintura con un total de 7 DMU's; entre las variables de salida se tiene que clientes nuevos obtuvo una calificación de cero a 5 DMU's, por último se tiene que la variable de salida cuero tinturado, tan solo castiga a 2 DMU's con ponderadores cero, lo que indica que estas tienen un comportamiento poco favorable y que se deba hacer seguimiento continuo al comportamiento de estas variables.

Tabla 14. Variable

Variables	Comportamiento
Número de Empleados	8 ponderadores cero (0)
Compra de Pintura	7 ponderadores cero (0)
Clientes Nuevos	5 ponderadores cero (0)
Cuero Tinturado	2 ponderadores cero (0)

Realizando un análisis más global se tiene que la variable de entrada Compra de Cuero y de salida Ventas Mensuales no presentaron ponderadores cero en ningún caso.

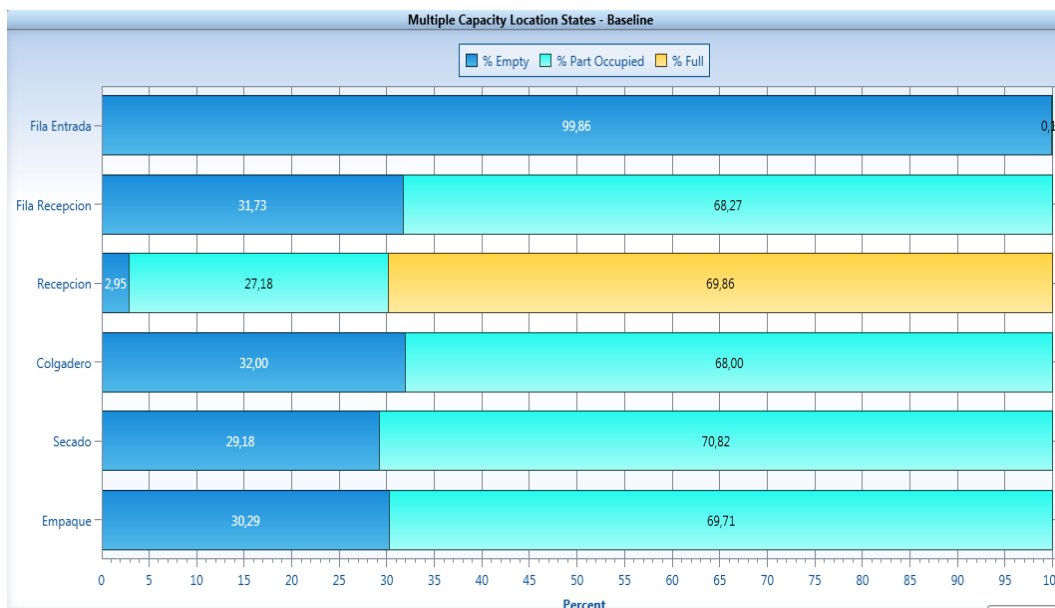
POLÍTICAS DE MEJORAMIENTO, RECOMENDACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Los resultados mostrados en la simulación presentan que CannanLeather desarrolla un buen proceso, el factor identificado como más relevante es el exceso de ociosidad en las diferentes locaciones lo que indica que tiene capacidad suficiente para hacerle frente a un incremento de la demanda, por esto se sugiere realizar esfuerzos en la parte comercial que permita utilizar la capacidad existente.

Teniendo en cuenta el panorama se realizaron varias simulaciones que permitieran determinar hasta qué punto la empresa puede aumentar la oferta sin alterar el tiempo del proceso actual, es decir sólo utilizando las ociosidades presentadas. Es así como se pudo observar que el proceso acepta un aumento de materia prima de 28 a 49 rollos de cuero sin presentar cambio en el tiempo total (9.93 horas).

Como se puede observar en el gráfico 7 aunque se realiza el cambio de las ocurrencias, las locaciones no reflejan un impacto significativo, solo se puede obtener un pequeño cambio en la locación Recepción, ya que antes mostraba un tiempo vacío de 25.10%, y ahora mejoro quedando en 2.95%, presentando una disminución de 22.15%, además mejoro su tiempo ocupado pues antes era de 5,04% y ahora es de 27.18%, presentando un aumento de 22.14%. Y aunque disminuye la ociosidad se sigue evidenciando un porcentaje representativo.

Gráfico 7 .Locaciones de Capacidad múltiple.



Mediante el modelo CCR orientado a las entradas, se puede identificar todas aquellas variables que inciden en el comportamiento de la eficiencia de las unidades de decisión y de igual manera realizar los cambios adecuados para así llevar a la frontera de eficiencia aquellas DMU's que no son eficientes.

Teniendo en cuenta las proyecciones realizadas por el modelo correspondientes al último mes analizado del año 2013 (septiembre), el cual refleja una eficiencia de 100%, al no tener ponderadores de cero no indica cambios puntuales a las variables analizadas ya que al ser Pareto eficiente está utilizando sus recursos de forma apropiada, acorde con los resultados del modelo de simulación. Es así como al estar en la frontera de eficiencia lo que se le sugiere a la empresa es proyectar un aumento de la participación en el mercado pues está preparada para hacer frente a ese nuevo reto, además de continuar realizando revisiones periódicas a los procesos internos.

6. CONCLUSIONES

La realización de un sistema de simulación permite una visión más clara del funcionamiento de la empresa, es por eso que los datos tomados deben ser tan precisos y ajustados a la realidad, en este sistema se pudo observar que el proceso en general se desarrolla de manera adecuada, que la ociosidad tiene un papel relevante, lo que indica un excedente en la capacidad instalada que se sugiere ser utilizado en aumentar la oferta al mercado coordinada obviamente desde la parte comercial de la compañía.

Es así como se determina la cantidad límite (49 rollos de cuero) que puede ofrecer la empresa a sus clientes sin alterar el tiempo actual del proceso.

En cuanto al modelo DEA, se puede concluir que:

- Los meses que presentaron una eficiencia del 100% fueron: enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre de 2013, y abril, mayo, junio, julio, agosto y septiembre de 2013.
- Los meses que no fueron eficientes presentaron una eficiencia no mínima al 90%, lo cual significa que la empresa, tiende a ser eficiente en cuanto al desarrollo de sus procesos.
- la variable de entrada con mayor número de DMU's con ponderadores cero es número de empleados con un total de 8 DMU's castigadas, seguida por compra de pintura con un total de 7 DMU's; entre las variables de salida se tiene que clientes nuevos dio una calificación de cero a 5 DMU's, lo cual indica que se deben hacer revisiones periódicas al comportamiento de estas variables.

- La variable de entrada Compra de Pintura y de salida Ventas Mensuales son las variables con mejor desempeño dentro del proceso pues en ningún caso presentan ponderadores cero.

7. BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS, Tatiana. Calzado y marroquinería están quedados en competitividad (en línea). La Tarde. Publicado: 15 de Agosto de 2013. Consultado: 13 de septiembre de 2013 Disponible en: <http://www.latarde.com/noticias/risaralda/119910-calzado-y-marroquineria-estan-quedados-en-competitividad>
- ARISTIZÁBAL Camila, Sector calzado, marroquinería y cuero sería tercer productor de la región: La cadena diseñó Plan de Negocios para avanzar en los niveles de competitividad del calzado y el cuero. El Colombiano(en línea),Publicado 29 de agosto de 2013, Consultado 13 septiembre 2013, disponible en http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/S/sector_calzado_marroquineria_y_cuero_seria_tercer_productor_de_la_region/sector_calzado_marroquineria_y_cuero_seria_tercer_productor_de_la_region.asp
- Barry Render, Ralph M. Stair Jr., Michael E. Hanna. Introducción al análisis cuantitativo. Métodos Cuantitativos par los Negocios. Pearson Prentice Hall. Novena Edición. p 2. Disponible http://books.google.com.co/books?id=oNuXccZkWfIC&pg=PA3&lpg=PA3&dq=metodo+cuantitativo+definicion+libro&source=bl&ots=-SszwUaZon&sig=1KAj6a3-98WEairdDBOP_JOv0jl&hl=es&sa=X&ei=1VOwUrSZL8XqkAfFxoH4BQ&ved=0CC8Q6AEwAQ#v=onepage&q=metodo%20cuantitativo%20definicion%20libro&f=fals
- Ministerio de Comercio Industria y Turismo. Avanzan medidas para fortalecer industria del cuero, calzado y marroquinería (en línea), Consultado 6 de Junio de 2013, Disponible en

<http://www.mincit.gov.co/publicaciones.php?id=6855> (citado el 6 de junio de 2013).

- Ministerio de Transporte Oficina Asesora de Planeación Grupo Planificación Sectorial, Caracterización del transporte en Colombia diagnóstico y proyecto de transporte e infraestructura, Bogotá, Febrero 2005, P. 133.
- Oficina para el aprovechamiento del TLC con EEUU. Aprovechamiento de TLC con Estados Unidos, cuero calzado y marroquinería. (En línea), Consultado el 10 de Junio de 2013, Disponible en http://evirtual.lasalle.edu.co/info_basica/nuevos/guia/GuiaClaseNo.3.pdf
- El Diario El Otún. Pereira “se pone los zapatos” (en línea), Publicado (6 de junio de 2013), Consultado el 8 de octubre de 2013, disponible en: <http://www.eldiario.com.co/seccion/LOCAL/pereira-se-pone-los-zapatos-1306.html>.
- ROJAS, Juan Fernando. Empresas sufren de “estrés competitivo”.El Colombiano(en línea), Publicado el 19 de Septiembre de 2013, Consultado el 15 de noviembre de 2013, disponible en http://www.elcolombiano.com/BancoConocimiento/E/empresas_sufren_de_estres_competitivo/empresas_sufren_de_estres_competitivo.asp
- QUIRÓS MARÍN Sandra Patricia, Estudio De La Cadena De Abastecimiento En El Sector Calzado Y Marroquinería De Bucaramanga Y Su Área Metropolitana. Ing. Mercados Universidad Cooperativa De Colombia.

8. ANEXOS

Anexo 1. Base de datos

Fecha	(I) Numero de Empleados	(I) Compra de Cuero	(I) Compra de Pintura	(O) Clientes Nuevos	(O) Ventas Mensuales	(O) Cuero Tinturado
ene-12	5	\$ 11.500.000	\$ 586.700	2	\$ 24.596.000	15
feb-12	5	\$ 11.650.000	\$ 590.000	1	\$ 24.896.520	17
mar-12	5	\$ 11.200.000	\$ 600.000	1	\$ 24.796.000	19
abr-12	5	\$ 11.700.000	\$ 670.000	2	\$ 24.985.205	24
may-12	5	\$ 11.536.000	\$ 679.000	0	\$ 24.789.630	26
jun-12	5	\$ 11.895.000	\$ 700.000	0	\$ 25.789.302	32
jul-12	5	\$ 11.800.000	\$ 710.000	0	\$ 25.650.214	35
ago-12	5	\$ 11.795.000	\$ 725.000	0	\$ 25.589.602	39
sep-12	5	\$ 11.870.000	\$ 732.000	3	\$ 25.780.256	42
oct-12	3	\$ 11.969.000	\$ 736.000	2	\$ 25.978.263	44
nov-12	3	\$ 12.150.000	\$ 741.000	5	\$ 26.496.026	47
dic-12	3	\$ 12.200.000	\$ 744.000	2	\$ 26.698.203	49
ene-13	3	\$ 12.350.000	\$ 748.000	1	\$ 26.789.452	53
feb-13	3	\$ 12.400.000	\$ 751.000	3	\$ 26.852.675	55
mar-13	3	\$ 12.410.000	\$ 751.000	2	\$ 26.880.000	55
abr-13	3	\$ 12.450.000	\$ 758.000	0	\$ 26.956.000	58
may-13	2	\$ 12.650.000	\$ 762.000	4	\$ 27.145.000	62
jun-13	2	\$ 12.700.000	\$ 769.000	3	\$ 27.185.693	64
jul-13	2	\$ 12.850.000	\$ 775.000	1	\$ 27.355.216	66
ago-13	3	\$ 12.890.000	\$ 850.000	3	\$ 27.500.000	75
sep-13	3	\$ 12.900.000	\$ 850.000	1	\$ 27.596.000	76

Anexo 2. Proyección

No.	DMU I/O	Score Data	Projection	Difference	%
1	01/01/2012	1			
	Numero de Empleados	5	5	0	0,00%
	Compra de Cuero	11500000	11500000	0	0,00%
	Compra de Pintura	586700	586700	0	0,00%
	Clientes Nuevos	2	2	0	0,00%
	Ventas Mensuales	24596000	24596000	0	0,00%
	Cuero Tinturado	15	15	0	0,00%
2	02/01/2012	1			
	Numero de Empleados	5	5	0	0,00%
	Compra de Cuero	11650000	11650000	0	0,00%
	Compra de Pintura	590000	590000	0	0,00%
	Clientes Nuevos	1	1	0	0,00%
	Ventas Mensuales	24896520	24896520	0	0,00%
	Cuero Tinturado	17	17	0	0,00%
3	03/01/2012	1			
	Numero de Empleados	5	5	0	0,00%
	Compra de Cuero	11200000	11200000	0	0,00%
	Compra de Pintura	600000	600000	0	0,00%
	Clientes Nuevos	1	1	0	0,00%
	Ventas Mensuales	24796000	24796000	0	0,00%
	Cuero Tinturado	19	19	0	0,00%
4	04/01/2012	0,96849849			
	Numero de Empleados	5	4,44678476	-0,55321524	-11,06%
	Compra de Cuero	11700000	11331432,4	-368567,647	-3,15%
	Compra de Pintura	670000	629785,762	-40214,2375	-6,00%
	Clientes Nuevos	2	2	0	0,00%
	Ventas Mensuales	24985205	24985205	0	0,00%
	Cuero Tinturado	24	25,883894	1,88389402	7,85%

Anexo 2. (Continuación)

No.	DMU I/O	Score Data	Projection	Difference	%
5	05/01/2012	0,97361983			
	Numero de Empleados	5	4,41373986	-0,58626014	-11,73%
	Compra de Cuero	11536000	11231678,4	-304321,624	-2,64%
	Compra de Pintura	679000	623890,028	-55109,9725	-8,12%
	Clientes Nuevos	0	1,22633584	1,22633584	999,90%
	Ventas Mensuales	24789630	24789630	0	0,00%
	Cuero Tinturado	26	26	0	0,00%
6	06/01/2012	0,98436618			
	Numero de Empleados	5	4,17822937	-0,82177063	-16,44%
	Compra de Cuero	11895000	11709035,7	-185964,305	-1,56%
	Compra de Pintura	700000	666045,176	-33954,8238	-4,85%
	Clientes Nuevos	0	1,43596023	1,43596023	999,90%
	Ventas Mensuales	25789302	25789302	0	0,00%
	Cuero Tinturado	32	32	0	0,00%
7	07/01/2012	0,98826581			
	Numero de Empleados	5	3,89075357	-1,10924643	-22,18%
	Compra de Cuero	11800000	11661536,6	-138463,394	-1,17%
	Compra de Pintura	710000	673342,886	-36657,1143	-5,16%
	Clientes Nuevos	0	1,53084196	1,53084196	999,90%
	Ventas Mensuales	25650214	25650214	0	0,00%
	Cuero Tinturado	35	35	0	0,00%
8	08/01/2012	0,98805599			
	Numero de Empleados	5	3,54061402	-1,45938598	-29,19%
	Compra de Cuero	11795000	11654120,4	-140879,553	-1,19%
	Compra de Pintura	725000	685765,598	-39234,4022	-5,41%
	Clientes Nuevos	0	1,65929125	1,65929125	999,90%
	Ventas Mensuales	25589602	25589602	0	0,00%
	Cuero Tinturado	39	39	0	0,00%

Anexo 2. (Continuación)

No.	DMU I/O	Score Data	Projection	Difference	%
9	09/01/2012	0,99197192			
	Numero de Empleados	5	3,29490245	-1,70509755	-34,10%
	Compra de Cuero	11870000	11774706,6	-95293,3551	-0,80%
	Compra de Pintura	732000	703501,481	-28498,519	-3,89%
	Clientes Nuevos	3	3	0	0,00%
	Ventas Mensuales	25780256	25780256	0	0,00%
	Cuero Tinturado	42	42	0	0,00%
10	10/01/2012	0,9916295			
	Numero de Empleados	3	2,9748885	-2,51E-02	-0,84%
	Compra de Cuero	11969000	11868813,5	-100186,499	-0,84%
	Compra de Pintura	736000	721733,561	-14266,4387	-1,94%
	Clientes Nuevos	2	2	0	0,00%
	Ventas Mensuales	25978263	25978263	0	0,00%
	Cuero Tinturado	44	46,9767574	2,97675739	6,77%
11	11/01/2012	1			
	Numero de Empleados	3	3	0	0,00%
	Compra de Cuero	12150000	12150000	0	0,00%
	Compra de Pintura	741000	741000	0	0,00%
	Clientes Nuevos	5	5	0	0,00%
	Ventas Mensuales	26496026	26496026	0	0,00%
	Cuero Tinturado	47	47	0	0,00%
12	12/01/2012	1			
	Numero de Empleados	3	3	0	0,00%
	Compra de Cuero	12200000	12200000	0	0,00%
	Compra de Pintura	744000	744000	0	0,00%
	Clientes Nuevos	2	2	0	0,00%
	Ventas Mensuales	26698203	26698203	0	0,00%
	Cuero Tinturado	49	49	0	0,00%

Anexo 2. (Continuación)

No.	DMU I/O	Score Data	Projection	Difference	%
13	01/01/2013	0,99749105			
	Numero de Empleados	3	2,99247315	-7,53E-03	-0,25%
	Compra de Cuero	12350000	12319014,5	-30985,5215	-0,25%
	Compra de Pintura	748000	746123,306	-1876,69394	-0,25%
	Clientes Nuevos	1	1,25764724	0,25764724	25,76%
	Ventas Mensuales	26789452	26789452	0	0,00%
	Cuero Tinturado	53	53	0	0,00%
14	02/01/2013	0,99917844			
	Numero de Empleados	3	2,52247499	-0,47752501	-15,92%
	Compra de Cuero	12400000	12389812,7	-10187,3373	-0,08%
	Compra de Pintura	751000	750383,009	-616,991153	-0,08%
	Clientes Nuevos	3	3	0	0,00%
	Ventas Mensuales	26852675	26852675	0	0,00%
	Cuero Tinturado	55	55	0	0,00%
15	03/01/2013	0,99896776			
	Numero de Empleados	3	2,74368015	-0,25631985	-8,54%
	Compra de Cuero	12410000	12397190	-12810,041	-0,10%
	Compra de Pintura	751000	750224,791	-775,208769	-0,10%
	Clientes Nuevos	2	2	0	0,00%
	Ventas Mensuales	26880000	26880000	0	0,00%
	Cuero Tinturado	55	55	0	0,00%
16	04/01/2013	1			
	Numero de Empleados	3	3	0	0,00%
	Compra de Cuero	12450000	12450000	0	0,00%
	Compra de Pintura	758000	758000	0	0,00%
	Clientes Nuevos	0	0	0	0,00%
	Ventas Mensuales	26956000	26956000	0	0,00%
	Cuero Tinturado	58	58	0	0,00%

Anexo 2. (Continuación)

No.	DMU I/O	Score Data	Projection	Difference	%
17	05/01/2013	1			
	Numero de Empleados	2	2	0	0,00%
	Compra de Cuero	12650000	12650000	0	0,00%
	Compra de Pintura	762000	762000	0	0,00%
	Clientes Nuevos	4	4	0	0,00%
	Ventas Mensuales	27145000	27145000	0	0,00%
	Cuero Tinturado	62	62	0	0,00%
18	06/01/2013	1			
	Numero de Empleados	2	2	0	0,00%
	Compra de Cuero	12700000	12700000	0	0,00%
	Compra de Pintura	769000	769000	0	0,00%
	Clientes Nuevos	3	3	0	0,00%
	Ventas Mensuales	27185693	27185693	0	0,00%
	Cuero Tinturado	64	64	0	0,00%
19	07/01/2013	1			
	Numero de Empleados	2	2	0	0,00%
	Compra de Cuero	12850000	12850000	0	0,00%
	Compra de Pintura	775000	775000	0	0,00%
	Clientes Nuevos	1	1	0	0,00%
	Ventas Mensuales	27355216	27355216	0	0,00%
	Cuero Tinturado	66	66	0	0,00%
20	08/01/2013	1			
	Numero de Empleados	3	3	0	0,00%
	Compra de Cuero	12890000	12890000	0	0,00%
	Compra de Pintura	850000	850000	0	0,00%
	Clientes Nuevos	3	3	0	0,00%
	Ventas Mensuales	27500000	27500000	0	0,00%
	Cuero Tinturado	75	75	0	0,00%

Anexo 2. (Continuación)

No.	DMU I/O	Score Data	Projection	Difference	%
21	09/01/2013	1			
	Numero de Empleados	3	3	0	0,00%
	Compra de Cuero	12900000	12900000	0	0,00%
	Compra de Pintura	850000	850000	0	0,00%
	Clientes Nuevos	1	1	0	0,00%
	Ventas Mensuales	27596000	27596000	0	0,00%
	Cuero Tinturado	76	76	0	0,00%