

INVESTIGACIÓN

APLICACIONES ECONOMÉTRICAS EN LA GENERACIÓN DE INDICADORES DE GESTIÓN. Caso: Empresa textilera

Laura Ysabel Sarabia de Ortega

Venezuela

Doctora en Ciencias Económicas y Administrativas
de la Universidad Santa María Magister en Ingeniería
Industrial mención Gerencia de la Universidad Nacional
Experimental Politécnica

Ingeniero en Informática de la Universidad
Centroccidental Lisandro Alvarado (UCLA)

Docente adscrito al Departamento de Técnicas
Cuantitativas del Decanato de Ciencias Económicas y
Empresariales de la UCLA.

E-mail: lsarabia@ucla.edu.ve

Alberto Castillo Nass

Venezuela

Ingeniero Electrónico de la Universidad Nacional
Experimental Politécnica Antonio José de Sucre
Magister en Gerencia Empresarial de la Universidad
Fermín Toro

E-mail: alcastil34@gmail.com

RESUMEN

La econometría expresada a través de una función enfocada en el control de la gestión de la producción de bienes y servicios es el eje central de esta investigación; particularmente, el empleo de indicadores con fines de apoyar a la gestión, con el interés que recibirá este producto en toda clase de organizaciones públicas y privadas, civiles, militares y religiosas. En el presente estudio, el caso específico de aplicación es una empresa del ramo textil considerado un proyecto factible. Se plantea la solución u objetivo de convertir las variables generales en intermedias y éstas, finalmente, en indicadores o variables elementales que pueden leerse u observarse directamente de los procesos y que son representativas y pueden obtenerse o medirse en tiempo real dados los procesos econométricos de predicción, mediante modelos dinámicos o autoregresivos; es decir, en plenos procesos productivos, entonces, corregir la marcha de los mismos, si se desvían de las metas perseguidas, antes de obtener los resultados finales. Siendo el producto final un modelo econométrico que aumentará la eficacia, la eficiencia, efectividad y competitividad de la empresa.

Palabras Claves: Aplicaciones Econométricas, Indicadores de Gestión, Modelos dinámicos.

Recibido: 27-08 -2015

Aceptado: 17-11-2015

SUMMARY

Econometrics expressed through a function focused on the management control of the production of goods and services is the focus of this research; particularly the use of indicators for purposes of supporting management, with the interest you receive this product on all kinds of public and private organizations, civil, military and religious. In the present study, the specific case of application is a company of the textile industry considered a feasible project. the solution or objective of turning the general variables in intermediate It arises and they eventually indicators or elementary variables that can be read or observed directly from the processes that are representative and can be obtained or measured in real time given the econometric forecasting processes by dynamic or autoregressive models; ie in full production processes, then correct the fly thereof, if they deviate from the goals pursued, before getting the final results. The final product being an econometric model that will increase the effectiveness, efficiency, effectiveness and competitiveness of the company.

Keywords: Econometric Applications , Management Indicators , Dynamic Models.

ECONOMETRIC APPLICATIONS IN THE GENERATION OF MANAGEMENT INDICATORS . Case: Textile Company

Laura Ortega Ysabel Sarabia

Venezuela

PhD in Economics and Management Sciences of the
University Santa Maria Magister in Industrial Engineering
Management mention Experimental Polytechnic National
University

Engineer in Computer Lisandro Alvarado University
(UCLA)

Teaching attached to the Department of Quantitative
Techniques of the Dean of Business and Economics at
UCLA.

E-mail: lsarabia@ucla.edu.ve

Alberto Castillo Nass

Venezuela

Electronic Engineer Experimental National University
Polytechnical Antonio Jose de Sucre

Master in Business Management at the University
Fermin Toro

E-mail: alcastil34@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

En esta investigación se aborda la problemática de la gestión de producción desde el aspecto de la función de control en la empresa textilera. La función de control en la gestión de la producción de bienes y servicios es considerada una línea de permanente investigación y aplicación en las ciencias gerenciales; particularmente, el empleo de indicadores con tales fines, ha recibido un alto interés y aceptación en toda clase de organizaciones públicas y privadas, civiles, militares y religiosas.

Por otra parte todo gerente, de cualquier tipo de organización que gestione algún tipo de proceso o la organización en general tiene como ideal, el tener el control absoluto de su organización para saber cómo marcha y si alcanza o no sus metas. Según Uribe y Reinoso (2014), si se desea realizar una evaluación global de la gestión de toda la organización se deben utilizar medidas macro o generales de los recursos utilizados (eficiencia), de los resultados globales (eficacia) y de los impactos generales (efectividad). Pero, por lo común ocurre que estas medidas generales no se tienen sino hasta el final del proceso cuando ya el producto o servicio está en su etapa final; es por esto, que se hace recomendable operacionalizar las variables generales en intermedias y éstas en indicadores que sí se leen al momento y son útiles para corregir desviaciones a las metas que se tengan, como se propone en esta investigación la cual consiste en diseñar modelo econométrico dinámico aplicado a la gestión de la producción empleando los indicadores más apropiados según los elementos organizacionales específicos como misión, visión y metas, así como los criterios estadísticos y econométricos de una empresa textilera que rindan la máxima eficacia, eficiencia y efectividad de la empresa para su mayor competitividad.

Esto se logró a través de la determinación de los eventos más importantes de la producción para la empresa expresables en mediciones métricas, gráficas o numéricas, que formarán parte de las series temporales

para la conformación del modelo econométrico.

Asimismo, mediante la selección de los indicadores cuantificables de lectura directa y simple del propio proceso que señalaron el comportamiento cronológico de los eventos seleccionados. Y representen las variables intermedias y éstas, a su vez, las generales.

Posteriormente, se establecieron procesos efectivos para obtener las lecturas de los indicadores, a través de modelos dinámicos, para finalmente, diseñar y organizar canales de comunicación para el efectivo conocimiento de los resultados por los centros de decisión y de control, para que sean eficaces y eficientes en la puesta en operación de las medidas correctivas o preventivas necesarias, según los planes estratégicos de la empresa, con fines de alcanzar la máxima efectividad con la gestión empresarial.

La dinámica empresarial se caracteriza por un elevado ritmo de renovación, cambio y un alto grado de incertidumbre para la toma de decisiones, lo que provoca que las organizaciones necesiten de diseños flexibles y coherentes a través de estrategias de desarrollo que respondan a las particularidades de cada situación.

Los indicadores constituyen una herramienta para medir el cumplimiento de los objetivos de cualquier proceso o institución, parte de los principios básicos de una escuela del pensamiento basada en el realismo crítico en la cual se afirmaba: “Lo que no se mide no se puede controlar, y lo que no se controla no se puede gestionar”. No se pueden tomar decisiones por simple intuición. Los indicadores mostrarán los puntos problemáticos del proceso y ayudarán a caracterizarlos, comprenderlos y confirmarlos.

Del mismo modo, usualmente los sistemas de gestión en la producción están relacionados en su mayoría por los resultados una vez concluido el proceso, situación particular de la empresa textilera en estudio.

En lo específico, la empresa caso de estudio, no dispone de información de gestión o indicadores de rendimiento que le permitan corregir las desviaciones en su producción, cuando estas desviaciones le impiden alcanzar las metas propuestas. Si la usara, sería más eficiente, eficaz y efectiva en sus operaciones, lo que hará más competitiva su presencia en el mercado nacional y en los mercados internacionales como es su visión de futuro.

Por otra parte, la empresa no emplea indicadores en su modelo de producción porque hasta ahora no ha tenido cultura de medición, como se encontró en un diagnóstico hecho como parte de la investigación. De hecho, la empresa trabaja, para su toma de decisiones, con la información que le proporcionan las variables generales, tales como el total de producción en metros de telas y el costo de producirla, en diez períodos anuales de cinco semanas cada uno. Cuando conoce los resultados por períodos, ya no puede hacer nada para cambiarlos y en consecuencia corregir sus operaciones a tiempo para alcanzar las metas cuando se están separando de ellas.

La solución, generalmente aceptada a este problema de limitación en la gestión de control, es convertir las variables generales en intermedias y éstas, finalmente, en indicadores o variables elementales que pueden leerse u observarse directamente de los procesos y así pueden obtenerse o medirse en tiempo real; es decir, en plenos procesos productivos y para poder corregir justo a tiempo los mismos, si se desvían de las metas perseguidas, antes de obtener los resultados finales. Con tales acciones correctivas se aumenta la eficacia, la eficiencia y la efectividad de la empresa y en consecuencia su competitividad. (López, 2008)

En este sentido, se plantea la interrogante, ¿cuáles son los indicadores más apropiados para medir los resultados o performance de la gestión de producción?; la respuesta podría encontrarse en la operacionalización, a través del modelaje econométrico las variables generales en intermedias y éstas en variables en

indicadores que simplemente las representan, pero que pueden ser medidos en tiempo real, cuando suceden los hechos, lo cual se puede lograr a través de una rama de la econometría como son modelos dinámicos o autoregresivos. (Gujarati, 2004 p:632).

2. PROCESO PRODUCTIVO

Para dar a conocer el proceso productivo de la empresa textilera la cual tiene un sistema de producción que corresponde a un modelo continuo y su representación general, se presenta el Gráfico 1.

Gráfico 1. Modelo General



Fuente: Uribe y Reinoso (2014)

La empresa textilera tiene como sistema de producción dos aspectos: La transformación física de la materia prima (polipropileno) en producto terminado (en sacos) y la gestión que coordina que esa transformación sea planificada, controlada y seguida para satisfacer objetivos y metas de la empresa de manera eficaz, eficiente y efectiva que la haga altamente competitiva.

La transformación física se hace en cinco etapas según el cuadro 1.

Cuadro 1
Transformación Física

SUCESION DE ENROLLADO Y DESENROLLADO

	EXTRUSION	TEJEDURIA	LAMINADO	IMPRESION	CONFECCION	ALMACEN
QUE ENROLLA? (PRODUCE)	BOBINAS DE URDIMBRE Y TRAMA	TELAS	TELAS SIN LAMINAR	TELA IMPRESA		
DES-ENROLLA? (REQUIERE)	POLIMEROS	BOBINA DE TRAMA Y URDIMBRE	TELA LAMINADA	TELA SIN LAMINAR Y LAMINADA	TELA IMPRESA, NO IMPRESA	

Fuente: Información de la Textilera. Construcción Propia (2015)

Para realizar estas etapas de la producción de manera continua y altamente automatizada, la empresa en estudio, cuenta con una tecnología sólida y reconocida en el mercado de telares circulares. El diseño de la planta está compuesto de un 90% de equipos tecnológicamente actualizados en procesos infinitos, lo que asegura la continuidad en el proceso por ser maquinas creadas para que unas alimenten a las otras, lo que elimina las adaptación y paradas. Para mostrar lo esencial de cada etapa y sus mediciones, se presenta a continuación el detalle que cada subproceso desde la extrusión hasta la confección. Ver cuadro del 2 al 5.

Extrusión su variable se mide cómo se derrite el polipropileno a la menor temperatura posible y a velocidades constantes, para obtener una película de espesor específico, la cual es seccionada en ciento de partes para formar cintas que se enrollan en bobinas de urdimbre y/o trama. Cuadro 2.

Tejeduría, por la cual se miden la urdimbre y la trama que se entrecruzan para la elaboración de telas circulares que se utilizaran para la fabricación de sacos. Cuadro 3.

Laminado, por la cual se mide como se derrite a temperatura constante y velocidad constante la mezcla de polipropileno y polietileno para ser aplicada como cubierta a la tela por ambos lados. Cuadro 4.

Terminación, por la cual se mide como se imprimen, cortan y cosen los sacos según los requerimientos del cliente. Cuadro 5.

Cuadro 2.
Proceso de Extrusión

PROVEEDOR * ALMACÉN MATERIA PRIMA	CONCEPTO UNIDAD OPERATIVA EN LA CUAL SE DERRITE EL PLÁSTICO A LA MENOR TEMPERATURA POSIBLE Y VELOCIDAD CONSTANTE PARA ENROLLAR CINTAS CON LA MÁS ALTA CALIDAD.	CLIENTES * TEJEDURÍA * ALMACÉN PRODUCTO EN PROCESO.
INSUMOS * POLIPROPILENO * POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD * CARBONATO DE CALCIO * PIGMENTOS * TUBOS		PRODUCTO * BOBINAS DE CINTA.
ATRIBUTOS * M.F.L. * DENSIDAD * CONCENTRACIÓN * PELLETS/Gr	SUB-PROCESO FORMAR CINTA Y/O RAFIA POR MEDIO DE: ALIMENTAR => FUNDIR => CORTAR => ESTIRAR => ENROLLAR (BOBINAR).	ATRIBUTOS * METROS LINEALES * ANCHO CINTA * ESPESOR CINTA * PROPIEDADES MECÁNICAS

Fuente: Información de la Textilera. Construcción Propia (2015)

Cuadro 3
Proceso de Tejeduría

PROVEEDOR * EXTRUSIÓN. * URDIDO. * ALMACÉN MATERIA PRIMA. * ALMACÉN PRODUCTO EN PROCESO.	CONCEPTO UNIDAD OPERATIVA DONDE SE DESENROLLAN BOBINAS DE URDIMBRE Y TRAMA PARA TEJER TELA Y ENROLLARLA A TENSIÓN Y VELOCIDAD CONSTANTES CON LA CALIDAD REQUERIDA.	CLIENTES * TERMINACIÓN * ALMACÉN PRODUCTO TERMINADO. * LAMINADO
INSUMOS * BOBINAS DE TRAMA * BOBINAS DE URDIMBRE. * CORES		PRODUCTO * ROLLOS DE TELA.
ATRIBUTOS * METROS LINEALES. * DIÁMETRO. * PROPIEDADES MECÁNICAS. * TENSIÓN DE HILOS. * NÚMERO DE HILOS.	SUB-PROCESO FORMAR LA TELA POR MEDIO DE: MONTAR BOBINAS DE URDIMBRE Y TRAMA => PASAR POR MALLAS (PARA URDIMBRE) => PASAR POR PEINES => TEJER => ENROLLAR (BOBINAR).	ATRIBUTOS * METROS LINEALES. * PROPIEDADES MECÁNICAS. * CONSTRUCCIÓN.

Fuente: Información de la Textilera. Construcción Propia (2015)

Cuadro 4
Proceso de Laminado

PROVEEDOR * TEJEDURÍA * ALMACÉN MATERIA PRIMA.	CONCEPTO UNIDAD OPERATIVA EN LA CUAL SE DERRITE PLÁSTICO A TEMPERATURA Y VELOCIDAD CONSTANTE PARA LAMINAR TELA EN UN PROCESO DE ENROLLADO Y DESEENROLLADO CON LA CALIDAD REQUERIDA. SUB-PROCESO RECUBRIR TELA CON PELÍCULA DE POLIPROPILENO POR MEDIO DE: 1. ALIMENTAR => FUNDIR => 2. DESEENROLLAR => IONIZAR =>	CLIENTES * TERMINACIÓN.
INSUMOS * ROLLOS DE TELA * POLIPROPILENO * POLIETILENO DE BAJA DENSIDAD.		PRODUCTO * ROLLOS DE TELA LAMINADA.
ATRIBUTOS * METROS LINEALES. * M.F.I. * PELLETS / Gr		ATRIBUTOS * METROS LINEALES. * ADHESIÓN. * GRAMAJE. * BOBINADO.

Fuente: Información de la Textilera. Construcción Propia (2015)

Cuadro 5
Terminación

PROVEEDOR * TEJEDURÍA * LAMINADO	CONCEPTO UNIDAD OPERATIVA EN LA CUAL SE DESEENROLLAN, CORTAN Y COSEN TELAS PARA CONFECCIONAR Y EMPACAR SACOS, IMPRESOS O NO, CON LA CALIDAD REQUERIDA. SUB-PROCESO FABRICAR SACOS POR MEDIO DE: DESEENROLLAR TELA => CORTAR =>	CLIENTES * ALMACÉN PRODUCTOS TERMINADOS.
INSUMOS * ROLLOS DE TELA		PRODUCTO * SACOS IMPRESOS O NO.
ATRIBUTOS * METROS LINEALES * BOBINADO		ATRIBUTOS * MEDIDAS * CORTE / COSTURA * IMPRESIÓN * ASPECTO.

Fuente: Información de la Textilera. Construcción Propia (2015)

Actualmente, los macro indicadores de la empresa son los que se obtienen de la contabilidad de costos, y con los cuales se miden el total de la producción en un ciclo de cinco semanas y su costo; o de los reportes sobre las etapas o eventos de la producción; es decir, de extrusión, tejeduría, laminación y terminación, que aunque más cercanos a los momentos de los procesos, se miden cuando ya pasó el ciclo correspondiente y no se puede hacer nada con ellos para cambiar los resultados. Por lo que el objetivo de esta investigación es conseguir indicadores que puedan medirse en tiempo real, momento a momento, en el proceso de la producción que permitan modificar el curso de las operaciones cuando sus resultados tienden alejarse de las metas trazadas.

Entre los indicadores más importantes de gestión están los que permiten interpretar en un momento dado las fortalezas, las debilidades, las oportunidades y las amenazas acerca de la acción empresarial para medir su eficiencia, eficacia y efectividad. (Pérez, 2003); por lo tanto, es importante clarificar y precisar las condiciones que son necesarias para construir aquellos realmente útiles con miras al mejoramiento de las organizaciones.

Dentro del contexto de esta investigación se pretende seleccionar indicadores que interpretan la eficiencia, la eficacia y la efectividad de la gestión empresarial de la textilera, como lo establece Pérez (Op.Cit), el cual expresa que un indicador es una magnitud que formula el comportamiento o desempeño de un proceso, que al compararse con algún nivel de referencia permite detectar desviaciones positivas o negativas; pero, también es la conexión de dos medidas relacionadas entre sí, que muestran la proporción de la una con la otra. Aunque algunos autores, como Uribe y Reinoso (2014), extiendan el concepto a mediciones cualitativa, tales como hechos, opiniones o percepciones que señalen condiciones o situaciones específicas.

Para efectos de esta investigación se trabaja a mediciones cuantitativas expresables digital o continuamente en índices, ratios, porcentajes, metros y

kilo de tela o desperdicios. En otras palabras, un símbolo que señale cómo van las cosas en el comportamiento y rendimiento de algún fenómeno que interesa conocerse y en lo posible controlar. Lo que requiere disponer de todo un sistema informático que abarque desde la toma de datos de la ocurrencia del hecho.

Los indicadores se pueden dividir para su entendimiento en clases y en tipos. (Uribe y Reinoso, Op. Cit.). En cuanto a las clases hay tres: corporativos, de unidades estratégicas (procesos) y operativos (actividades) y en cuanto tipos, seis: de ejecución presupuestal, eficiencia, eficacia, efectividad, equidad y actividad. En la presente investigación se tratan sólo los de clase operativa, enfocados en las actividades, y los de tipos, aquellos que mejoran la eficiencia, la eficacia y la efectividad de los procesos.

En cuanto a los antecedentes en la empresa textilera sobre el uso de indicadores de gestión para medir su rendimiento, no existe ninguna clase de indicadores u otra información; solo existen sistemas de medición estática para determinar valores administrativos y contables, con la intención de establecer costos y consumos de insumos, y de ahí la valorización de la ganancia o pérdida de la empresa. Hasta el momento los conceptos de eficiencia solo se han limitado contra la producción elaborada y no por el correcto uso de los recursos que involucra además de las materias primas, personal, terceros entre otros, siendo más obvio la omisión total de la medición de efectividad y mucho menos la eficacia como tal.

3. INDICADORES DE GESTIÓN

En la teoría de la toma de decisiones, la medición es fundamental porque permite recoger y analizar los datos pertinentes, pronosticar los resultados, eliminar las apreciaciones subjetivas, fomentar la participación en la gestión de la empresa al partir de observaciones comunes a todos y evitar discusiones irrelevantes o contraproducentes por tener diversos criterios o puntos de vista diametrales, para dedicar la gerencia a lo

importante en vez de perderse en lo urgente. (Serlín, 2010)

Por tanto, la medición en la toma de decisiones no es solamente acumular datos por acumular, ella debe contar con un marco teórico o base teórica interdisciplinaria que permita concatenar, caracterizar, clasificar, establecer relaciones, estudiar frecuencias e interpretar los datos con la finalidad de mejorar los procesos gerenciales definiendo objetivos y prioridades, planificar con mayor acierto y seguridad, asignar recursos de acuerdo a las necesidades y las circunstancias del momento, explicar el comportamiento de la calidad y la productividad a los interesados en la organización, desde propietarios, directivos, gerentes, asesores, contralores y a otras personas con pertinencia en las operaciones de los procesos que se evalúan. Su mayor validez es que ayuda a la empresa a ser más competitiva.

La clase y tipo de indicadores que pueden usarse en una empresa no tiene límite, aunque algunos son usuales y comunes a las empresas manufactureras, como son los indicadores que satisfacen las normas de calidad, los que se seleccionan en este trabajo, están relacionados en forma directa con la eficacia, eficiencia y efectividad de la gestión de producción de la empresa textilera.

Por otra parte teóricamente hablando, no hay un método matemático único que determine qué indicadores son los óptimamente apropiados o ideal para una determinada empresa, ni como construirlos, pero se pueden seleccionar o aproximar, empleando una serie de principios y características que han sido útiles en muchos casos, según se ha comprobado en la experiencia de empresas en escala mundial, según Uribe y Reinoso (2014). Una vez establecido un indicador, por acumulación de casos y experiencia de su uso, se procede a evaluar estadísticamente la correlación entre la medición hecha con aquél para la toma de decisiones y los resultados de mayor eficacia, eficiencia o efectividad; y así establecer la pertinencia, utilidad y efectividad del indicador con el fin de alcanzar mayor competitividad.

Por tanto, un indicador debe representar una medición que sea transparente, entendible y reunir atributos como pertinencia, precisión, oportunidad, confiabilidad y economía.

En resumen, se consideraron tres tipos de indicadores: eficacia, de utilización de recursos e insumos. Eficiencia, de obtención de resultados en productos o servicios. Efectividad, de generación de impactos en el entorno. Estos tres tipos indicadores permiten la evaluación de la gestión a diferentes niveles, áreas, funciones, componentes o puntos de observación. Para ser más preciso con relación a los conceptos de eficacia, eficiencia y efectividad acerca de los que se seleccionaron los indicadores de gestión para la empresa textil.

Las bases teóricas de la medición comienzan con el establecimiento de criterios para la selección y diseño de indicadores de gestión, como se persigue en esta investigación, que señale la eficacia, eficiencia y efectividad de la gestión empresarial, particularmente la gestión de control de la producción.

En esta perspectiva, los indicadores de eficacia se utilizaron para medir el uso racional de los insumos y los recursos utilizados en la organización o proceso como datos, materiales, talento humano, equipos e instalaciones, dinero e información.

Los indicadores de eficiencia permiten medir el logro de los resultados en pro de la satisfacción de necesidades, al cumplir con todos los atributos de los productos o servicios exigidos por los clientes en términos de calidad, cumplimiento, comodidad, confiabilidad, costo, oportunidad y amabilidad.

Los indicadores de efectividad miden el impacto de nuestros resultados en el cliente o usuario, es decir en el entorno, lo que puede entenderse como la medición del logro de los objetivos de la organización o del proceso, en términos de participación en el mercado, adaptación a las

necesidades de los clientes, cobertura de necesidades, cumplimiento de lo programado, productividad, competitividad y crecimiento (Gráfico 2).

ajustando el modelo anterior a las características propias de la empresa. Se trabajó con una lista preliminar que se muestra a en el cuadro 6:

Con esta base teórica, se procedió a diseñar los indicadores más apropiados a la empresa textilera,



Fuente: Uribe y Reinoso (2014).

Cuadro 6
Indicadores por Categorías

Eficiencia	Eficacia	Efectividad
<ul style="list-style-type: none"> - Mts²/Periodo. - Porcentaje (%) de Desperdicio. - Kgs./mes consumidos de Materias Prima. - Mts. lineales Producidos de Trama. - Mts. Lineales Producidos de Urdimbre. - Kg y Porcentaje (%) de Desperdicio extrusión. - Mts² de tela producido. - Kgs. y porcentaje (%) de desperdicio tejeduría. - Mts. lineales de tela laminada. - Kgs. y porcentaje (%) de desperdicio laminado. - Kgs. y porcentaje (%) de desperdicio Terminación. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mts² de telas producidas. - Unidades de sacos producidos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Porcentaje de cumplimiento de las metas. - Tiempo de entregas a los clientes. - Cumplimiento de los pedidos.

Fuente: Información de la Textilera. Construcción Propia (2015)

4. MODELOS DINÁMICOS AUTOREGRESIVOS

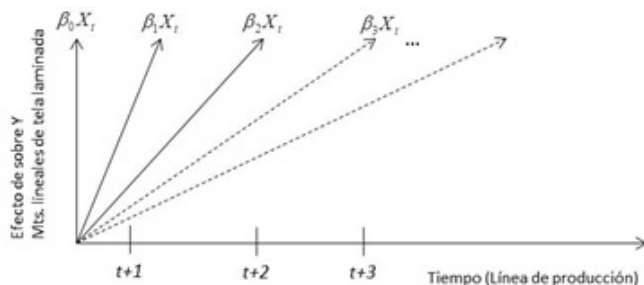
Al finalizar los procesos involucrados en la producción desde la extrusión hasta la confección, involucrando toda la sucesión de enrollado y desenrollado, se van generando las series de datos tabuladas en cada indicador como se mencionó en el cuadro 6, cada uno midiendo las diferentes categorías, se van generando series de tiempo (equivalentes a cada corrida de proceso), no sólo los valores actuales sino además los valores rezagados (procesos previos) de las variables explicativas que se agrupan en cada proceso es lo que se denomina modelo autoregresivo. El cual tiene la siguiente forma estocástica, Gujarati y Porter (2010):

$$Y_t = \alpha + \beta_0 X_t + \beta_1 X_{t-1} + \beta_2 X_{t-2} + u$$

La dependencia de la variable Y respecto a las otras variables X normalmente no es instantánea, esto ve afectado la toma de decisiones instantánea durante la producción y hay que esperar que el mismo culmine, esto se debe a que Y responde en un lapso de tiempo a X lo que genera un rezago.

En forma gráfica se puede ilustrar como cada indicador del proceso genera un rezago con respecto al producto final del proceso.

Gráfico 3.
Efectos de los cambios de la variable X sobre Y.



5. MÉTODO

Dentro de la corriente epistemológica positivista, con un diseño descriptivo y una propuesta a través de un proyecto factible de un modelo operativo viable para empresas del sector de la manufactura textilera, se procede a elaborar un sistema de indicadores de gestión que permita la toma de decisiones correctas y la planificación estratégica apropiada para optimizar su rendimiento en el proceso de manufactura de los productos derivados en este sector, como en su administración y gerencia; y se organiza bajo las siguientes etapas:

Etapas 1: diagnóstico

Se procedió a determinar qué eventos físicos mensurables relevantes que se relacionan directamente con el rendimiento de la empresa textilera en cuanto a su eficiencia, eficacia y efectividad. Se seleccionarán los indicadores que representen cuantitativamente en ratios, índices, porcentajes, gráficos o figuras los eventos físicos relevantes determinados en el diagnóstico.

Etapas 2: Diseño del modelo

Paso 1. Obtención del mayor número de medidores o indicadores que puedan utilizarse para medir las actividades o los resultados del mismo relacionados con la producción en la empresa de fuentes internas y externas a la organización (empleados, directivos, bibliografías, consultores). Asimismo, los atributos más importantes que debe tener el indicador. Luego, por consenso seleccionarán los más apropiados.

Paso 2. Evaluación de los indicadores considerando si tienen las características deseadas, es decir mensurables, entendibles y controlables.

Paso 3. Selección del procedimiento o algoritmo matemático para calcular el indicador, como por caso cuando éste es una medida de dispersión y asimetría, de correlaciones y de diseño de experimentos o se trata de algún procedimiento existente en otras ciencias y técnicas, como los hay muchos en la ingeniería de producción o la ingeniería industrial o en psicometría, por casos.

Paso 4. Comparación contra el conjunto de medidores o indicadores actuales y los históricos para evitar redundancia o duplicidad si los hay, establecer la

comparación de los resultados para tomar las decisiones y acciones necesarias.

Paso 5. Diseño de procedimientos que establezcan los canales de información óptimos para que el sistema de control de gestión opere empleando indicadores con alta eficiencia, eficacia y efectividad.

Etapa 3: Instrumentos

Una vez aplicado el procedimiento anterior y siguiendo la metodología de Bullen (2005) con que evaluar si la empresa está en condiciones favorables para aplicar un modelo econométrico de control de gestión con indicadores, se procederá a diseñar y aplicar una consulta al personal directivo, ejecutivo y operativo de la empresa con pertenencia en el problema.

La metodología se basa sobre la técnica de encuesta empleando un cuestionario en que se identifica el conocimiento y disposición de los empleados con cargos relevantes con las posibilidades de instalar y emplear el uso de identificadores con sus conocimientos para identificar sus necesidades de información y control sobre los procesos y fines de la empresa.

Luego, se aplicaron parámetros y estándares en la industria y que definen el perfil de adaptabilidad efectiva de identificadores en una empresa de producción.

Etapa 4: Establecimiento del modelo dinámico

En el análisis de regresión que contiene información de series de tiempo, cuando el modelo de regresión incluye no solamente los valores actuales sino que agrega valores anteriores o rezagados de las variables consideradas y expresadas en los indicadores diseñados en la etapa 2, se plantea el modelo dinámico o de rezago.

6. MODELAJE POR PROCESOS Y ESTIMACIÓN DEL MODELO DINÁMICO

Procedimiento para leer y acciones en extrusión:

La producción es registrada en un indicador unificado donde el tamaño de las cintas se fijan, existe un PLC con pantalla que acumula la información de los mts lineales de trama generados y los mts lineales de urdimbre producidos, dicha información es registrada y documentada, construyendo la cada serie por jornada de producción. Asimismo se calcula el porcentaje de desperdicio producido en el turno correspondiente.

Conformando las funciones para una de las ecuaciones que se calcularan:

$$1 - \text{Mts_lin Prod.Trama} = \text{Veloc Num d Cortes Trama} \times 24$$

$$2 - \text{Mts_lin Prod.Urdimbre} = \text{Veloc Num d Cortes Urdimbre} \times 24$$

$$3 - \text{Kg d Desperdicio} : \text{Suma d todas las pesadas del mes d desperdicio}$$

$$4 - \text{Porcentaje d Desperdicio} = \frac{\text{Suma d todas las pesadas d desperdicio}}{\text{Total kgs d Materia Prima Utilizada}}$$

Procedimiento para leer y acciones en Tejeduría: la cantidad de mts² de tela producida, multiplicando la cantidad de mts lineales reales indicados por cuenta metro del telar por dos veces el ancho de la tela, la producción del área es la suma de todos los valores calculados de cada telar. Luego se pesa en la balanza la cantidad de Kg de desperdicio producidos, procediendo así a calcular el porcentaje de desperdicio, con respecto a la producción resultante, la transformación de la producción de mts² a kilogramos se efectúa por una simple multiplicación de un factor dependiendo de qué tipo de Boca (ancho de la tela) se produzca.

Procedimiento para leer y acciones en Laminado: el control de la producción es llevado a través de un contador de metros lineales, cada turno lo borra al inicio del mismo, permitiendo saber con exactitud la cantidad de mts lineales producidos, registrando la producción cada unidad de tiempo (3 horas) le permite controlar si va a cumplir con la producción establecida, en caso contrario procede a actuar sobre los tiempos de cambio o a desechar los rollos que le causen problemas en el proceso para así poder alcanzar lo establecido como meta a final del turno, en ese momento se procede a recoger todo el desperdicio generado y se pesa en la balanza ubicada al lado de esa área obteniéndose la cantidad de Kg de desperdicio generados, procediendo así el líder del área a calcular el porcentaje de desperdicio. En este caso se va calculando el rezago del indicador.

$$1 - \text{Mts_lin } d \text{ tela laminada} = \text{Veloc promedio laminadora} \times t$$

$$2 - \text{Kg } d \text{ Desperdicio} : \text{Suma } d \text{ todas las pesadas del mes } d \text{ desperdicio}$$

$$3 - \text{Porcentaje } d \text{ Desperdicio} = \frac{\text{Suma } d \text{ todas las pesadas del mes } d \text{ desperdicio}}{\text{Total kgs. } d \text{ Materia Prima Utilizad}}$$

Procedimiento para leer y acciones en Terminación: al final del proceso productivo se procede a contar la cantidad de sacos producidos, por tipo multiplicándolos por el ancho y largo de cada tipo, estos resultados se suman obteniendo la cantidad de mts2 producidos; durante el tiempo de producción (t) se leen los contadores de sacos, lo que le permite tener una visión de lo que está ocurriendo en el área estableciendo el rezago y estableciendo las acciones correspondientes ante cualquier desviación con respecto a la meta; al finalizar se procede a recoger todo el desperdicio generado y se pesa en la balanza ubicada al lado de esa área obteniéndose la cantidad de Kg de desperdicio generados, procediendo así el líder a calcular el porcentaje de desperdicio sin rezago.

$$1 - \text{Mts2 } d \text{ tela producida} = \text{Suma } d \text{ h cantidad } d \text{ sacos} \times (\text{Largo y Ancho})$$

$$2 - \text{Kg } d \text{ Desperdicio} : \text{Suma } d \text{ todas las pesadas } d \text{ desperdicio}$$

$$3 - \text{Porcentaje } d \text{ Desperdicio} = \frac{\text{Suma } d \text{ todas las pesadas } d \text{ desperdicio}}{\text{Total kgs } d \text{ Materia Prima Utilizada}}$$

Procedimiento para leer y acciones en Planta: Los indicadores de la planta se ligan directamente al área de terminación, donde la cantidad de mts2 producidos en el periodo es la suma de la producción de todos los días que conforman el periodo que ha sido entregada al almacén de despacho, calculado por el líder de planificación. Los kg de desperdicio del periodo se calcula dividiendo la suma total de todos los desperdicios generados entre la suma del total de sacos producidos multiplicados según el tipo de saco por el factor que convierte los mts2 de cada tipo a kg, todo multiplicado por 100. El porcentaje de cumplimiento, es calculado dividiendo la suma del total de sacos producidos multiplicados según el tipo de saco por el factor que convierte de unidades a mts2, entre la meta de mts2 programados para ese periodo.

$$\% \text{Cumpto.} = \frac{\text{Total } d \text{ Mts2 producidos en } t \text{ Periodo}}{\text{Total } d \text{ Mts2 presupuestados para } t \text{ periodo}}$$

Cuadro 7
Efectos de los indicadores con cálculo de rezago en tiempo de corrida

Indicador	Planificado	Series en corrida	β_i (Coeficiente)	Sin rezago.
<u>Eficiencia.</u>				
Mts ² /Periodo.	2.470.000	1.890.000	0,80417823	2.350.225
Porcentaje (%) de Desperdicio.	6.5	10.1		8.7
Kgs./mes consumidos de Materias Prima.	197.110	210.000	1,314019335	159.815
Mts. lineales Producidos de Trama.	597.740.000	610.251.010	1,072960414	568.754.450
Mts. Lineales Producidos de Urdimbre.	988.000.000	1.108.265.230	1,178892691	940.090.000
Kg y Porcentaje (%) de Desperdicio extrusión.	2.370	2.896	0,748513828	3869
Mts2 de tela producido.	2.507.050	2.458.965	0,927599787	2.650.890
Kgs. y porcentaje (%) de desperdicio tejeduría.	2.410	2.789	1,158222591	2.408
Mts. lineales de tela laminada.	3.024.000	1.625.364	0,590901357	2.750.652
Kgs. y porcentaje (%) de desperdicio laminado.	3.900(1.5%)	3.854	1,438059701	2.680
Kgs. y porcentaje (%) de desperdicio Terminación.	2.531	7.390	1,695342969	4.359
<u>Eficacia</u>				
Mts2 de telas producidas.	2.470.000	1.901.247	0,808963823	2.350.225
Unidades de sacos producidos.	2.080.525	1.219.235	0,615888476	1.979.636
<u>Efectividad.</u>				
Porcentaje de cumplimiento de las metas.	100%	58.6%		95.1%
Tiempo de entregas a los clientes.	30 días	56 días		43 días
Cumplimiento de los pedidos.	100%	58.6%		95.1%

Fuente: Construcción Propia (2015)

7. CONCLUSIONES

El uso de los modelos autoregresivos permite lograr adelantos sustanciales en el manejo de la producción, aunque el éxito buscado en el manejo de desperdicio no fue tan significativo (un área en que no se ha logrado la optimización ideal de desperdicio cero), se puede determinar, que aun así, el efecto haya sido positivo de manera significativa pues logró a través de la determinación del rezago (distribuido) la disminución en el desperdicio, así se logra determinar la causa raíz del mismo para futuras acciones, lo que se traducirán en mejoras substanciales en el proceso y con estas su mayor capacidad competitiva en el mercado nacional como en el internacional.

Modelo econométrico dinámico autoregresivo de Gestión de Control con Indicadores permitirá controlar las distintas fases de la producción, mediante indicadores que le señalarán el desvío las metas establecidas, para aplicar los correctivos necesarios, con lo que aumentará la eficiencia, eficaz y efectividad de la gestión de la producción incrementando sus productividad haciendo la empresa más competente para alcanzar sus objetivos y cumplir con la misión y visión que persiguen.

8. REFERENCIAS

Bullen, Paul. (2005). Performance Indicators. Management Alternatives Consultans. Sídney Australia. Fuente: <http://www.mapl.com.au/A1A.htm> (Consultado el 10-12-2014)

Gujarati, Damodar y Porter, Dawn. (2010). Econometría. 5ª Edición. Mc Graw Hill Interamericana Editores S.A. México.

Gujarati, Damodar. (2004). Econometría. 4ª ed. Mc Graw Hill Interamericana Editores S.A. México.

López, Víctor. (2008). Gestión Eficaz de Los Procesos Productivos. Editorial Wolters Kluwer. Madrid. España.

Pérez, Marisol. (2003). La función de control en la gestión de producción. Fuente: <http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/67/> . (Consultado el 22-01-2014)

Serlín, José (2010). Conocimiento de la Gestión de Las Organizaciones: Sistemas Complejos Dinámicos Inestables Adaptativos. Tesis Doctoral. Universidad De Buenos Aires Facultad De Ciencias Económicas. Argentina.

Uribe, Mario y Reinoso, Juan (2014). Sistema de Indicadores de Gestión. Gestión Empresarial. Editorial Ediciones de la U. Antioquia. Colombia.