

**Universidad de Cienfuegos “Carlos Rafael Rodríguez”
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
SEDE UNIVERSITARIA DEL MUNICIPIO DE PALMIRA**



**Análisis Organizativo del Proceso de Molida de la Caña en la
Empresa Azucarera “Elpidio Gómez”.**



Tesis en opción al título de: **Ingeniero Industrial.**

Por

Autor: *Isbert Díaz Vega*

Tutor: *Ing. Ernesto Benavides Sureda*

Cienfuegos, 2009

RESUMEN

Cada vez son más las empresas que deciden cambiar, y para Cuba es de vital importancia impulsar filosofías modernas de gestión y de cambio, presentándoselas a los directivos para su implantación en las empresas y poder hacerle frente a esquemas donde las organizaciones han visto sus procesos permanecer intactos y empolvarse con el paso del tiempo sin hacer nada al respecto y desean ser más eficientes para continuar enfrentando las exigencias del mercado actual.

La empresa Azucarera “Elpidío Gómez Guzmán” no está exenta de esto y desde hace varios periodos de zafra los problemas organizativos de sus procesos han incidido en el aumento de las pérdidas de tiempo (**36,65%**), fundamentalmente en el proceso de molienda de caña y de la producción de azúcar finalmente, afectando sus resultados generales como empresa.

Por ello esta investigación se ha trazado como **Objetivo General** *realizar un análisis organizativo ordenado que permita identificar las causas fundamentales que afectan el proceso de Molienda de la caña, así como realizar un estudio preventivo del proceso para enfrentar los futuros periodos de zafra de la Empresa.*

A través de tres capítulos cargados de filosofías, herramientas e instrumentos de diagnósticos; se realiza una caracterización general de la Empresa “**Elpidío Gómez**”, de su proceso fundamental y se analiza el proceso de Molienda de la Caña, como el más incidente en los problemas organizativos en el Proceso de Producción de Azúcar (**50%**).

Finalmente mediante la creación de un caso de negocio se registran las series históricas de indicadores principales para controlar el desempeño del proceso de Molienda de Caña, y de producción de azúcar, se establecen las tendencias inherentes, así como proponen los modelos de pronósticos para cada serie y se evalúan integralmente sus resultados.

ÍNDICE

	<u>Contenido</u>	<u>Pág.</u>
RESUMEN		—
INTRODUCCIÓN		—
CAPÍTULO 1: CONSIDERACIONES GENERALES DEL ENFOQUE DE PROCESO		— 7
1.1.- <i>Los Procesos para las Empresas</i>		— 7
1.2.- <i>Mejoramiento de los Procesos en la Empresa</i>		— 10
1.3.- <i>La Reingeniería de Procesos en las Empresas</i>		— 24
1.4.- <i>Metodologías para evaluar el nivel de la Mejora de los Procesos</i>		— 38
CAPÍTULO 2: ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL PROCESO MOLIDA DE CAÑA DE AZUCAR		— 45
2.1.- <i>Caracterización General de la Empresa</i>		— 45
2.1.1.- <i>Reseña histórica de la Empresa</i>		— 45
2.1.2.- <i>Caracterización general de la Empresa Azucarera “Elpidío Gómez”</i>		— 48
2.2.- <i>Caracterización del Proceso de Producción de Azúcar de Caña</i>		— 57
2.2.1.- <i>Descripción general del Proceso de Producción de Azúcar</i>		— 59
2.3.- <i>Descripción y análisis del subproceso de Molida de Caña</i>		— 62
2.4.- <i>Diagnostico del Proceso de Molida de Caña</i>		— 64
2.5.- <i>Análisis de las Pérdidas de Tiempo en el Proceso de Molida de Caña</i>		— 67
CAPÍTULO 3: CREACIÓN DEL CASO DE NEGOCIO		— 72
3.1.- <i>Series históricas de parámetros esenciales del proceso de producción de Azúcar</i>		— 72
3.2.- <i>Aspectos teóricos sobre Series Cronológicas</i>		— 72
3.3.- <i>Operaciones generales para el estudio de las series cronológicas</i>		— 77
3.4.- <i>Pronóstico de las series cronológicas en el proceso de Molida de Caña</i>		— 78
3.4.1.- <i>Análisis del Estado actual del proceso de Molida de Caña</i>		— 79
3.4.2.- <i>Pronóstico del comportamiento del proceso de Molida de Caña</i>		— 81
CONCLUSIONES		— 83
RECOMENDACIONES		— 85
BIBLIOGRAFÍA		— 86
ANEXOS		—

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se están generando importantes cambios fundamentales en la naturaleza y aplicación de las tecnologías empresariales que surgen y se consolidan bajo un entorno saciado de competencia. Sin embargo muchos autores afirman que dichos cambios empresariales no son cuestión de nada, sino que constituyen una respuesta y evolución de la empresa moderna a las presiones externas del mundo actual. La realidad de las empresas de hoy es operar dentro de un ambiente de negocio altamente competitivo, dominado por clientes más exigentes y que pueden adquirir mucha información sobre lo que realmente desean y esperan ante fallas, respuestas rápidas y soluciones o cambios que los prevengan definitivamente.

Los directivos ya no se pueden permitir el lujo de que estos cambios los sorprendan utilizando técnicas estáticas, para ser exitosos deben estar preparados para asumir los cambios rápidamente y eficientemente. Es decir, si un proyecto va a demorarse demasiado, es mejor no iniciarse nunca, puesto que las condiciones del mundo moderno son demasiado cambiantes.

Aunque todo cambio para mejorar no califica como para poder considerarlo como un rediseño en el sentido correcto de la palabra. Los empresarios deben saber diferenciar con mucha certeza que es rediseño y que mejoría, pues de lo contrario podrían caer fácilmente en un estado de ceguera que propiciaría la toma de dediciones erradas de acción.

Para mantener la competitividad en un mercado globalizado, dentro de un marco netamente cambiante, las empresas necesitan romper toda clase de supuestos, y no aceptar nada por sentado solo así pensando fuera de la empresa y orientando sus esfuerzos a satisfacer sus clientes, logran ser congruente con sus exigencias, construyendo y ofertando modernos cambios que lo conducirán a su crecimiento sustancial, y por ende a la congruencia con las gestiones del nuevo milenio.

Cada vez son más las empresas que optan por el estilo de cambio y las historias de éxito se incrementan, y para Cuba es de vital importancia impulsar estas filosofías, presentándoselas a los gerentes para su implantación en las empresas y poder hacerle frente a esquemas donde las organizaciones han visto sus procesos permanecer intactos y empolvarse con el paso del tiempo sin hacer nada al respecto y desean ser más eficientes para continuar enfrentando las exigencias del mercado actual.

Teniendo en cuenta la situación anterior se define como **Problema Científico** para esta investigación *la necesidad de realizar un análisis organizativo en la Empresa Azucarera del "Elpidio Gómez que permita identificar las causas fundamentales que afectan el proceso de Molido de la caña de azúcar.*

Para solucionar este problema se propone la **Hipótesis** siguiente:

Mediante un análisis organizativo ordenado se van a identificar las causas fundamentales que afectan el proceso de Molido de la caña, así como permitirá realizar un estudio preventivo del proceso para enfrentar los futuros periodos de zafra de la Empresa.

Tomando como objeto de estudio los procesos de la empresa azucarera; se establece el **Objetivo General** siguiente:

Realizar un análisis organizativo ordenado que permita identificar las causas fundamentales que afectan el proceso de Molido de la caña, así como realizar un estudio preventivo del proceso para enfrentar los futuros periodos de zafra de la Empresa.

Para alcanzar este objetivo general se proponen los **Objetivos Específicos** siguientes:

1. Realizar una breve revisión teórica de la reingeniería de negocios, mejoramiento de procesos en las empresas y métodos estadísticos de predicción y análisis de procesos;
2. Caracterizar la Empresa Azucarera “Elpidio Gómez Guzmán” en general y describir el proceso de producción de Azúcar de Caña como uno de los procesos claves fundamentales y más representativo en sus resultados;
3. Diagnosticar y Analizar el proceso de Molido de la Caña que permita identificar aquellas causas organizativas que afectan en mayor medida los resultados de dicho proceso;
4. Elaborar los modelos de pronósticos utilizando el comportamiento teórico de algunos de los indicadores de rendimiento del proceso diagnosticado.

Para lograr estos objetivos específicos la investigación se propone estructurarla en 3 capítulos:

- **Capítulo 1:** Realizar una recopilación de antecedentes sobre el tema, abordar conceptos de procesos, reingeniería y mejora continua. Al final de este capítulo se presentan varios procedimientos relacionados con el diagnóstico de procesos y la creación de casos de negocios como herramienta clave para decidir seguir el estado del proceso en la empresa, es decir si requieren cambios radicales o es posible buscar más mejoras continuas.
- **Capítulo 2:** Realizar una caracterización general de la Empresa “**Elpidio Gómez**”, identificar sus procesos fundamentales, un análisis organizativo del proceso de Molido de la Caña, como el más incidente en los problemas organizativos en el Proceso de Producción de Azúcar. Donde además se realiza una descripción detallada de sus operaciones, sus relaciones y de las causas más relevantes que provocan los problemas organizativos que afectan el desempeño del proceso.

- **Capítulo 3:** Realizar la creación del caso de negocio donde se registran series históricas de parámetros esenciales para controlar el desempeño del proceso de Molido de Caña, se establecen las tendencias inherentes a los indicadores seleccionados, se proponen los modelos de pronósticos, y por último se evalúan integralmente sus resultados.

A través de estos tres capítulos cargados de filosofías, herramientas e instrumentos de diagnósticos; se realiza una caracterización general de la Empresa "**Elpidio Gómez**", de su proceso fundamental y se analiza el proceso de Molido de la Caña, como el más incidente en los problemas organizativos en el Proceso de Producción de Azúcar (**50%**).

Finalmente mediante la creación de un caso de negocio se registran las series históricas de indicadores principales para controlar el desempeño del proceso de Molido de Caña, y de producción de azúcar, se establecen las tendencias inherentes, así como proponen los modelos de pronósticos para cada serie y se evalúan integralmente sus resultados.

CAPÍTULO 1: CONSIDERACIONES GENERALES DEL ENFOQUE DE PROCESO

1.1.- Los Procesos para las Empresas

Pocas serán las compañías cuya administración no afirme por lo menos para consumo externo que quieren una organización bastante flexible a fin que se pueda ajustar rápidamente a las cambiantes condiciones de mercado, ágil para poder superar el precio de cualquier competidor tan innovadora que sea capaz de mantener sus productos o servicios tecnológicamente frescos y tan dedicada a su misión que rinda el máximo de la calidad y servicio al cliente. Entonces si los administradores quieren empresas competitivas, enfocadas al cliente, rentables ¿Por qué tantas son pesadas, torpes, rígidas, y no competitivas, no creativas, ineficientes, con respecto a las necesidades del cliente y además pierdan dinero? La explicación está en como hace su trabajo estas compañías y por qué lo hacen así.

En la actualidad la mayor parte de estas empresas independientemente de cualquiera que sea el negocio a que se dedique el grado de avance tecnológico de su producto o servicio o su origen nacional, devienen su forma de trabajar y sus raíces organizacionales del prototipo de la fábrica de alfileres que descubrió Adam Smith, "Las riquezas de las naciones", publicado en 1776. En este libro explicó lo que él denominó el principio de división del trabajo en la tarea más simple y básica, brillante descubrimiento sobre el cual se fundaron empresas durante los últimos doscientos años.

Bajo la influencia de esta idea y de asignar a cada tarea un especialista, estas empresas y sus administradores se concentran en tareas individuales de este proceso, y tienden a perder de vista el objetivo grande, que no es otro que lograr la satisfacción del cliente. Las tareas individuales dentro de este proceso son importantes, pero todas ellas carecen de importancia para el cliente si este no es satisfecho, es decir, si el proceso global no funciona. En la era actual, las organizaciones se deben fundar sobre la base de reunificar esas tareas en un proceso coherente y sencillo, por tanto, el cambio para pensar en función de proceso ya debe comenzar.

Uno de los obstáculos que se debe enfrentar es orientar en proceso a muchas personas de negocio que existen hoy en día, las cuales están enfocadas en tareas, en oficios, en estructura, pero no en proceso. En la práctica no existen productos o servicios sin un proceso. Del mismo modo, no existen procesos sin un producto o servicio.

En el **Anexo 1** se muestran varios criterios con respecto a la definición de procesos publican diferentes autores. Todas estas opiniones giran alrededor de una definición general de proceso:

Un proceso es un conjunto de recursos y actividades interrelacionadas entre sí que transforman uno o más insumos, le agregan valor y como resultado de esto, se le suministra un producto o servicio a un cliente interno ó externo, como se muestra en la **figura 1.1**.

Los recursos pueden incluir personal, finanzas, instalaciones, equipos, técnicas y métodos. En este sentido Jerry L. Harbour (1995) expresa "...La razón de existir de cualquier proceso es satisfacer con éxito las necesidades de los clientes, así como entregar los rendimientos mejor, más rápido y más barato que la competencia. Los rendimientos se traducen en producción ó de un artículo, proporcionar un servicio o concluir una tarea.



Figura 1.1: Definición General de Proceso

Harrington (1903) clasifica los procesos en dos formas:

- Proceso de Producción: Incluye todos los procesos que estén en contacto físico con el producto que se le entregará al cliente externo sin incluir los procesos de embarque y distribución.
- Proceso de la empresa: Aborda todos los procesos de servicio y los que respaldan a los de producción, es decir, un conjunto de tareas lógicamente relacionadas que emplean los recursos de la organización para dar resultados definitivos en apoyo de los objetivos de la compañía.

En todas las organizaciones existen centenares de procesos de la empresa que se ejecutan diariamente. Más del 85% de estos son repetitivos un papel determinante en el estado económico de la empresa por lo que se debe controlarse tal y como se vigilan los de producción pues, sería errado pensar que los procesos de la empresa carecen de importancia con respecto a los de producción ya que los clientes son 5 veces más susceptibles a alejarse de usted, debido a procesos mediocres de la empresa.

Los procesos de la empresa según Manganelli (1994) se componen de 3 tipos de actividades:

- Actividades que Agregan Valor: actividades importantes para los clientes;
- Actividades de Traspaso: Las que muevan el flujo de trabajo a través de fronteras que son principalmente funcionales, departamentales u organizacionales;
- Actividades de Control: Las que se crean en mayor parte para controlar los traspasos a través de fronteras mencionadas.

Representando estos procesos en las empresas actuales se puede apreciar que fluyen ineficiente e ineficazmente a través de muchos controles y fronteras de la mayoría de las organizaciones. Todas las fronteras crean un pase lateral y por lo general varios controles: uno para las personas que hacen el traspaso y otro para los que lo reciben. Por tanto mientras más dislocado sea el flujo del proceso, es decir, cuantas más fronteras tenga que cursar a su paso a través de la empresa más actividades que no agregan valor sin incorporar al proceso (Manganelli 1994).

Los procesos en otras bibliografías son clasificados como:

- Estratégicos o no estratégicos: Son los más importantes e indispensables para los objetivos, las metas, el posicionamiento y la estrategia declarada de una organización, estos a su vez son una parte integrante de manera en como la compañía se define a sí misma.
- De valor agregado, o que no agreguen valor: Son los procesos indispensables para satisfacer los deseos y necesidades de los clientes, y por los cuales estos están dispuestos a pagar, es decir, suministran o producen algo que él aprecia como parte del producto o servicio que se le ofrece.

Al analizar a una empresa en función de proceso se debe prestar atención a los que son estratégicos y a los que se agregan valor.

Los procesos además se pueden dividir en varios subprocesos según sea el caso. Al igual que un proceso, subproceso tiene varios insumos y rendimientos, la única diferencia es que los rendimientos de este son los insumos del siguiente (Harbour 1994). Es posible dividir aún más un proceso en actividades y estas a su vez en una serie de pasos, como se muestra en la **figura 1.2**.

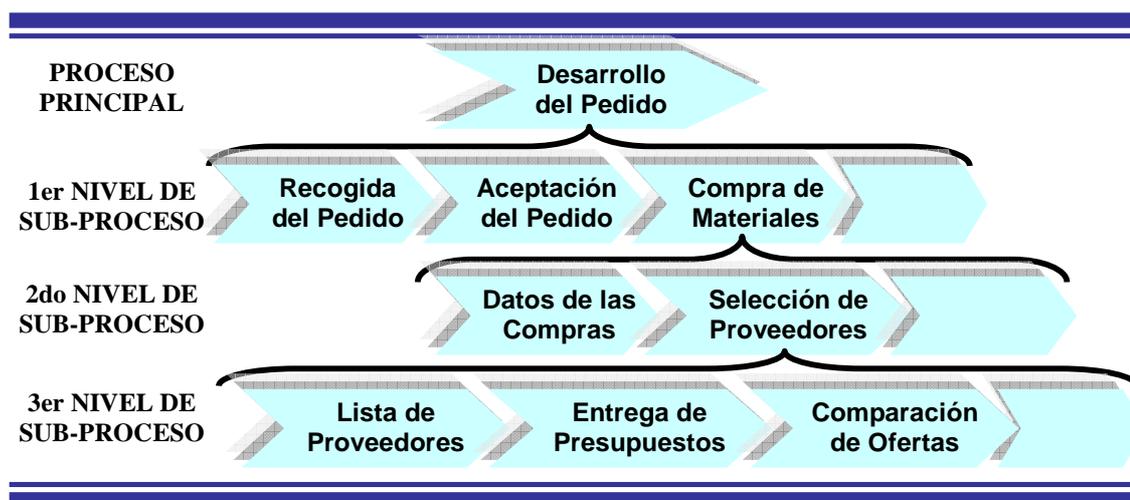


Figura 1.2: Descomposición de un Proceso por niveles o subprocesos.

Es correcto realizar estos tipos de divisiones, siempre y cuando los encargados de ilustrar los procesos creen que es necesario, pero puede no usarse. En realidad no es importantes si estas personas son separadas o aglutinadoras de proceso, lo que si importa es mejorar el proceso, no sub-clasificarlo hasta las últimas consecuencias.

A las empresas por lo general, se les paga por el rendimiento de un proceso esencial, un servicio ó un producto en particular.

Sin embargo los insumos cuestan dinero, también la transformación de estos, es decir los procesos. Por tanto la **Utilidad**, según *Harbour*, equivale al valor de los rendimientos menos el costo de los insumos y del proceso, o sea:

$$\text{Utilidad} = \text{Valor de los Rendimientos} - (\text{Costo Insumos} + \text{Costos Procesos})$$

El costo de los rendimientos es fijo pues la empresa pagará casi el mismo precio por los insumos y materiales que las empresas de la competencia por tanto, el único factor disponible para mejorar las utilidades es el proceso.

Las empresas con costos menores de proceso tienen mayores utilidades, refiriéndose a este aspecto Harbour, destaca que es muy importante eliminar lo que el llama desperdicio, es decir todas las actividades que no agregan valor. El desperdicio cuesta dinero, reduce las actividades y, eliminarlo, permite a la empresa permanecer competitiva y rentable. Cuando las empresas se organizan de acuerdo a los procesos se mejora la organización, la coordinación y la calidad.

Una de las características básicas del enfoque del proceso es que se observa o analiza la empresa en términos de proceso que cortan las funciones tradicionales de los departamentos. Estos se consiguen observando internamente los departamentos funcionales monolíticos y encadenado a esas actividades entre los diversos departamentos, para culminar con el suministro de valor a los clientes o con la obtención de valor con los proveedores.

1.2.- Mejoramiento de los Procesos en la Empresa.

En los últimos años las empresas que tomen como pivote a la calidad para ser más competitiva, han visto como avanzar mano a mano, el mejoramiento de la calidad, el incremento de la calidad, la reducción de los costos y la mayor satisfacción del cliente. Al unísono, esta organización a descubierto que la mejor forma de lograr satisfacer al cliente externo es satisfacer al interno en cada proceso. Esta condición es válida para las operaciones que tienen que tienen o no que ver con la manufactura de (Harrington 1993).

Los procesos de manufactura pueden ser de varias formas: nueva tecnología, mejores interacciones cliente – proveedor, uso de controles estáticos etc. El mejoramiento en las áreas administrativas y en la industria de servicio está relacionado con la labor de incrementar la

eficacia y la efectividad de los procesos de la empresa que suministra producto al cliente externo e interno. Para ello deben eliminarse las barreras que interrumpen el flujo de trabajo y los procesos pueden modernizarse para reducir el desperdicio y disminuir los costos para que la organización logre realizar avances significativos en la manera de dirigir sus procesos.

FASE 1: Organización para el mejoramiento.

Esta fase tiene como objetivo asegurar el éxito mediante el establecimiento de liderazgo, comprensión y compromiso. Está compuesta por varias actividades:

- Suministrar entrenamiento a ejecutivos.

La mayoría del equipo ejecutivo de mejora serán altos gerentes que, probablemente, se le halla explicado en una reunión previa, que es el mejoramiento de los procesos de la empresa (MPE) y como podría beneficiarse la organización. Se debe diseñar talleres educativos que se brindarán con bastante frecuencia al equipo para familiarizarlo con los propósitos y las actividades específicas del esfuerzo del Mejoramiento de los Procesos de la Empresa (MPE), construir y reforzar el equipo con el MPE, involucrando en el análisis y el mejoramiento de un proceso crítico de la empresa de manera que los miembros del equipo tengan un conocimiento adecuado de los conceptos, motivar al equipo en el lanzamiento y estructuración de esfuerzo del MPE.

- Desarrollar un modelo de mejoramiento

Este modelo es un plan detallado de los pasos que deben darse a medida que la organización atraviese por el ciclo del MPE. Esto le servirá a la gerencia para visualizar el proceso, identificar la secuencia de acontecimientos y determinar los recursos necesarios para realizar los cambios. El modelo consiste en un diseño para las actividades de mejoramiento y el éxito o fracaso último de sus actividades dependerá de cuan bien este refleja las necesidades de la organización.

- Revisar la estrategia de la empresa y los requerimientos del cliente.

Los clientes externos tienen varios requerimientos que se relacionan con el producto (por ejemplo, características, durabilidad) y el servicio que acompaña a producto (por ejemplo, manejos de pedidos, facturación, servicio de posventa). Los requerimientos relacionados con los servicios son satisfechos por los procesos de la empresa, por consiguiente, es indispensable conocerlos.

Esto se logra comunicándose realmente con los clientes y analizando sus necesidades, o empleando información ya disponible en las distintas partes de la organización: tarjetas de comentarios, datos de servicio al cliente. Es indispensable conocer no solo los

requerimientos sino también la importancia que tienen cada uno de estos, puesto que el propósito de la organización debe ser su concentración en los requerimientos claves.

- Seleccionar los procesos críticos:

Los procesos críticos son aquellos que se consideran de grandes en importancia y en oportunidades de mejoramiento, al seleccionar él o los procesos sobre los cuales se va a trabajar, Harrington propone cinco aspectos que deben tenerse en cuenta:

- Impacto en el cliente: ¿cuán importante es el cliente?
- Índice de cambio: ¿Puede usted arreglarlo?
- Condición de rendimiento: ¿cuán determinado se encuentra?
- Impacto sobre la empresa: ¿qué importancia tiene para la empresa?
- Impacto sobre el trabajo: ¿cuáles son los recursos disponibles?

FASE 2: Comprensión del proceso:

En este conjunto el objetivo no es otro que comprender todas las dimensiones del actual proceso de la empresa. Las actividades que caracterizan esta fase son:

- Definir el alcance y misión del proceso

Para que cualquier esfuerzo de mejoramiento pueda tener éxito, deben enunciarse y comprenderse claramente su misión y su alcance. En una actividad orientada al mejoramiento de procesos esto abarca la comprensión y/o la definición de:

- Orientación del MPE: señalados por el equipo de mejoramiento estos pueden ser: mejorar la calidad del proceso, la eficiencia, disminuir costos, plazos de entrega, mejorar el servicio al cliente, etc.
- Disminuir los límites del proceso preliminar: la primera labor del equipo de mejoramiento es definir los límites iniciales y finales del proceso en estudio, que después de elaborada la definición de la misión, se rectificarán para ver si son correctos o si necesitan ajustes y/o mejor definición.
- Definición de la misión del proceso preliminar: Cuando el equipo prepara una definición demisión, está determinado claramente su tarea. La definición de misión debe ser corta, debe definir el alcance de las actividades, es decir que va a hacerse. Cada palabra debe significar algo especial para el equipo y todos los miembros de este deben tener exactamente la misma comprensión de aquello que debe lograrse.
- Definir los límites del proceso: Es muy importante definir los límites iniciales y finales, es decir, donde empieza y donde termina este. Además de estos límites, deben

establecerse los límites superior e inferior para determinar la complejidad del proceso y definir claramente los supuestos básicos. Tanto los límites de iniciación como superior permiten que los insumos o aportes entren al proceso. Todos los insumos de la primera actividad de un proceso ingresan a través del límite de iniciación.

El superior permite que estos insumos hagan parte de cualquiera otra actividad dentro del proceso. El inferior permite que el resultado del proceso llegue a los clientes secundarios en cualquier punto del proceso, mientras que el resultado del límite de finalización es la salida primaria del proceso y llega hasta el cliente final del proceso.

La selección de estos límites determina que se incluye en el proceso, que no se incluye, cuáles son los insumos y resultados del proceso, y qué departamentos están involucrados en el proceso.

- Desarrollar una visión general del proceso

En esta actividad el equipo de mejora tiene una comprensión de los límites del proceso y antes de comenzar a realizar un análisis detallado, existen varios elementos de información que se deben reunir y comprender:

1. ¿Quiénes son los proveedores de las entradas del proceso?
2. ¿Quiénes son los clientes de los resultados del proceso?
3. ¿Con qué otros procesos se interactúa o se relacionan?

- Elaborar el diagrama de flujo del proceso.

Los diagramas de flujo son un elemento muy importante en el mejoramiento de los procesos de la empresa pues estos representan gráficamente las actividades que conforman un proceso y ayudan a disciplinar el modo de pensar. La comparación de este diagrama con las actividades del proceso real hará resaltar aquellas tareas en las cuales las normas o políticas no son claras o se están violando. Los buenos diagramas de flujo muestran, claramente, las áreas en las cuales los procedimientos confusos interrumpen la calidad y la productividad. Dada su capacidad para clarificar procesos complejos, estos diagramas facilitan la comunicación en estas áreas problemáticas.

- Resumir los datos de costo y tiempo:

El tiempo del ciclo es la cantidad total del tiempo que se requiere para completar el proceso. Esto no solo influye la cantidad de tiempo que se requiere para realizar el trabajo, sino también el tiempo que se dedica a trasladar el documento, esperar, revisar y repetir el trabajo. El tiempo del ciclo es un aspecto fundamental en todos los procesos críticos de la empresa.

Por tanto la reducción de este libera recursos, reduce costos, mejora la calidad del resultado y puede incrementar las ventas. Este tiempo además, genera un gran impacto sobre los clientes por cuanto afecta los aspectos de despacho y costo.

El costo de un proceso, como el tiempo del ciclo, proporciona importantes percepciones acerca de los problemas y las influencias del proceso.

Es aceptable la utilización de costos aproximados, que se estiman utilizando la información actual. El equipo de mejora debe estimar el costo de la totalidad del proceso, para esto se deben identificar, revisando el diagrama de flujo, todos los departamentos involucrados en el proceso, las actividades y que departamentos respaldan estas actividades a fin de obtener el estimado de tiempo que los departamentos que emplean en el proceso.

Otra forma de lograr una estimación del costo del proceso es obteniendo de los registros financieros los costos mensuales totales de un departamento y hacer luego que el jefe del departamento asigne los costos al proceso.

- Realizar los procesos del proceso:

Sucede con frecuencia que el proceso documentado por el equipo de mejora no corresponde a lo que realmente acontece en la organización pues puede que los empleados se desvíen del proceso por razones como: desconocer y mal interpretar los procedimientos, falta de entrenamiento o se les entrenó para realizar la actividad en forma diferente, o también es posible que se halla elaborado de forma incorrecta el diagrama de flujo. La única manera de comprender realmente lo que sucede en los [procesos de la empresa es a través del seguimiento personal del flujo de trabajo, analizando y observando su desarrollo, es decir, revisar el proceso para realizar una revisión el equipo de mejora debe hacer el seguimiento físico del proceso como se ha documentado en el diagrama de flujo, desde el inicio hasta el fin. El equipo necesita saber y comprender que se hace y por qué se hace. A medida que el equipo efectúa la reunión puede reunir información adicional acerca de los problemas y obstáculos existentes para cambiar y hacer sugerencias de mejoramiento.

FASE 3: Modernización del proceso:

El objetivo de esta fase es mejorar la eficiencia, efectividad y adaptabilidad del proceso de la empresa. Como actividades principales de este punto se destacan:

- Identificación de actividades de mejoramiento:

Cuando el equipo haya recolectado todos los datos referentes al tiempo del ciclo, costos y eficiencia, ya se encuentra en condiciones de saber donde se encuentran las mayores oportunidades de mejoramiento. Como resultado del procesamiento de estos datos se

pueden obtener en que partes del proceso se localizan errores y repetición del trabajo, mala calidad, acumulación, alto costo y demoras prolongadas.

- Eliminarla burocracia:

Esta actividad se traduce en suprimir tareas administrativas, aprobaciones y papeles innecesarios. Los efectos malignos de la burocracia son innumerables y profundamente dañinos para toda la organización. Por tanto deben evaluarse y minimizarse todas las demoras, tramitaciones, documentaciones, revisiones y aprobaciones. Si estos pasos no son absolutamente necesarios, se debe proceder a eliminarlos. La burocracia puede identificarse formulando preguntas como:

1. ¿Se realizan revisiones y balances necesarios?
2. ¿Se requiere más de una firma?
3. ¿Se necesitan múltiples copias?
4. ¿Se almacenan las copias sin alguna razón aparente?
5. ¿Se envían copias a personas que no precisan la información?
6. ¿Existen personas o identidades que impiden la efectividad del proceso?
7. ¿Se escribe correspondencia innecesaria?
8. ¿Impiden los procedimientos organizacionales existentes en la ejecución efectiva, eficiente y oportuna de las tareas?
9. ¿Debe alguna persona aprobar algo que está aprobado?

Muchas actividades no contribuyen al contenido del resultado del proceso. Estas solamente tienen fines informativos y de protección, y deben hacerse todos los esfuerzos necesarios para minimizarlos. El ataque en contra de la burocracia debe comenzar por directrices que informen a la gerencia y a los empleados que la organización no tolerará la burocracia innecesaria, que cada firma de aprobación y cada actividad de revisión deberán estar justificadas financieramente, y que cualquier actividad sin valor agregado se tomará como objetivo para su eliminación.

- Eliminar las actividades sin valor agregado.

Cuando las materias primas sub-ensambladas u otros materiales de sub-etapas avanzan dentro de un proceso de fabricación, estos acumulan lo que se podría denominar Valor Agregado Real (**VAR**) hasta donde sea posible, estas actividades son aquellas que vistan por el cliente final son necesarias para proporcionar el output que el cliente está esperando. Hay muchas actividades que la empresa requiere, pero que no agregan valor desde el punto de vista de las ventajas para el cliente (actividad de Valor Agregado en la Empresa (**VAE**)). La Evaluación del

Valor Agregado (**EVA**) hace un análisis de cada actividad en el proceso de la empresa para determinar su aporte a la satisfacción de las expectativas que tiene el cliente final.

El objetivo de la EVA es optimizar las actividades VAE y minimizar o eliminar las actividades sin valor agregado. En este sentido las que deben realizarse para satisfacer los requerimientos del cliente y que podrían eliminarse sin reducir la funcionalidad del producto, servicio o la empresa se consideran como actividades sin valor agregado (SVA), de estas actividades existen 2 tipos:

- Aquella que existe porque el proceso se ha diseñado indebidamente o porque no funciona como se ha planteado. Estas abarcan movimientos, esperas, preparación de la actividad, almacenamiento y repetición del trabajo.
- Aquellas no requeridas por el cliente o por el proceso y que podrían eliminarse sin afectar el output para el cliente por ejemplo registrar la entrada de un documento.

Las actividades VAR contribuyen directamente a generar el output que requiere el cliente final. La repetición del trabajo puede eliminarse solo mediante la supresión de las causas de los errores. El movimiento de los documentos e información y el tiempo de espera puede minimizarse cambiando las operaciones, equilibrando las cargas de trabajo, colocando a las personas más cercas unas de otras o por medio de la automatización (**Ver Anexo 2**).

El apremio y los problemas pueden reducirse al identificar y eliminar las causas radicales. Las revisiones y aprobaciones pueden suprimirse mediante cambios en las políticas y los procedimientos.

Cualquier actividad puede realizarse siempre de una mejor forma. El resultado final de este análisis es un incremento en la proporción de las actividades VAR, en decremento en la proporción de las actividades VAE, la minimización de las actividades SAV y en tiempo del ciclo muy reducido.

- Simplificar el proceso:

Simplificar significa reducir la complejidad cada vez que sea posible. Esto conduce a menos etapas, menos tareas, a menos interdependencia, es decir, hacer todo más fácil de aprender y de comprender. Cuando se aplica la simplificación a los procesos de la empresa, se evalúan todos los elementos en un esfuerzo por hacerlos menos complejos, más fáciles y menos dados a exigir otros elementos.

Algunas veces resultará útil iniciar el análisis de simplificación de las actividades con la pregunta: ¿cuál es su output? Luego, se debe diseñar un proceso para la forma más simple de generar ese output y compararlo con el proceso original. Después de haber realizado la comparación hay que combinar los dos procesos, tomando lo mejor de cada uno.

- Reducir el tiempo del ciclo del proceso:

El objetivo de esta actividad se logra centrando la atención del equipo de mejora en las actividades que tienen ciclos de tiempo real prolongado y en aquellos que hacen lentos el proceso. A continuación se muestran algunas formas típicas para reducir este tiempo:

- *Actividades en serie versus actividades en paralelo.* Con frecuencia las actividades que se realizan en serie pueden efectuarse en forma paralela, logrando una considerable reducción del tiempo.
- *Cambiar la secuencia de las actividades.* Usualmente, el output se mueve en un área que no es la de origen y luego vuelven a regresar a esta. Los documentos se mueven hacia uno y otro lado entre departamentos dentro de la misma área. En este paso la secuencia de actividades se examina para determinar si un cambio reducirá el tiempo del ciclo: ¿Será posible obtener todas las firmas del mismo sector antes de trasladar el documento hacia otra localización? Cuando el documento se retiene en espera de datos adicionales, podría utilizarlo alguien más, ahorrándose de esta forma el tiempo del ciclo en un momento posterior.
- *Reducción de interrupciones.* Las actividades críticas del proceso deben tener prioridad. Con frecuencia las interrupciones menos importantes los retardan. El empleado y el jefe deben acordar un tiempo durante el cual el subalterno pueda trabajar sin interrupciones.
- *Mejorar la reducción del tiempo.* Se debe analizar la forma como se utiliza el output para ver como podría reducirse el tiempo del ciclo.
- *Reducir el movimiento de las salidas.*
- *Análisis de locución.* Se debe formular la siguiente pregunta: ¿se está realizando el proceso adecuado en el área, municipio o provincia? Por regla general, cuanto más cerca esté el proceso del cliente mucho mejor. Las restricciones para que el proceso y su cliente se encuentren próximos, se relacionan con economías de escalas, costos de almacenamiento, costos de equipos, costos de equipos y consideraciones de uso.
- *Establecer prioridades.* La gerencia debe fijar las debidas prioridades, comunicándose las o los empleados, y hacer el correspondiente seguimiento para comprobar que estos se cumplan.

- Eliminar errores del proceso:

Existen muchas oportunidades en las cuales se cometen errores y estos se presentan con facilidad. Será de gran ayuda preguntar: si se quisiera hacer mal este trabajo, ¿cómo se haría?

- Eficiencia en el uso de los equipos:

En estas actividades se analizale óptimo funcionamiento de todos los equipos, eléctricos, automáticos o mecánicos que intervengan en el proceso, la más importante de todas las eficiencias: la eficiencia de las personas. El entrenamiento y la educación son una inversión que se hace en el personal y en la organización y que paga altos dividendos en términos de lealtad y rendimiento.

- Estandarización:

La estandarización de los procedimientos de trabajo es importante para verificar que todos los trabajadores, actuales y futuros, utilicen las mejores formas para llevar a cabo actividades relacionadas con el proceso. Deben existir procedimientos que muestren a la gerencia y a los colaboradores como funciona el proceso y como se ejecuten las actividades.

La estandarización requiere que la documentación indique cómo va a efectuarse el proceso, qué entrenamiento requiere el personal y en qué consiste el desempeño aceptable.

- Automatización:

En la etapa de modernización del proceso se deben observar varias oportunidades para aplicar la automatización en las oficinas, puesto que la mayor parte de las organizaciones utilizan computadoras, al menos en algunas funciones de la empresa. A partir del análisis de los diagramas de flujo, se pueden detectar varias operaciones que pudieran automatizarse. Al decidir por donde empezar se debe buscar:

- Operaciones repetitivas que mejorarían si se ejecutan con mayor rapidez;
- Operaciones que mejorarían cuando las personas que se encuentran físicamente aisladas se comunican con mayor rapidez;
- Operaciones para las cuales existen componentes de sistemas computacionales estandarizados.

Los sistemas computacionales pueden ser utilizados para facilitar las comunicaciones entre los clientes y la empresa, e incluso entre subsistemas de la misma empresa.

- Relación adecuada entre personas y procesos:

Cuando las actividades se cambian, estandarizan o automatizan, también cambian las capacidades pertinentes que se requieren. Una buena técnica para evaluar el nivel de calidad requerido opera de la manera siguiente:

- Identificar las tareas que van a realizarse en el nuevo proceso modernizado;
- Establecer niveles de trabajo para los pronósticos de este análisis;

- Evaluar el nivel mínimo que se necesita para la realización de cada tarea, por medio de la siguiente pregunta: ¿Cuál es el nivel de empleo más bajo que podría ejecutar satisfactoriamente la tarea?
- En este momento se tiene la información sobre tareas, esfuerzo y nivel de capacidad requeridos. Se debe resumir el esfuerzo por nivel de capacidad;
- Compara estos datos con los niveles de empleo que tienen las personas que actualmente respaldan el proceso. El desajuste identifica la forma en la cual deben llevarse a cabo los futuros ajuste de acuerdo con las capacidades que poseen las personas de la organización.

Es lógico que se deba modernizar tanto el proceso como la estructura gerencial que lo sostiene. Esto puede lograrse mediante la reevaluación de cada posición gerencial para determinar que actividades son necesarias bajo el nuevo proceso. El actual periodo de control también puede compararse con un periodo de control máximo. Existen varios modelos que pueden recomendar un periodo de control máximo. Existen varios modelos también que pueden recomendar un periodo máximo con base en factores como complejidad del trabajo, relevancia, experiencia del trabajador y dispersión geográfica.

Normalmente este análisis señala la necesidad de reducir el número de jefes y niveles organizacionales.

FASE4: Mediciones y controles

El objetivo de esta fase es poner en práctica un sistema para controlar el proceso para un mejoramiento progresivo. Las actividades que la integran son:

- Desarrollar mediciones y objetivos de proceso:

Las mediciones en el proceso son las ventanas a través de las cuales se les puede controlar y observar. Estas ventanas deben ser confiables y deben permitir una visión continua del proceso. Sin las medidas se despojaría de su sentimiento de logro, y así no sabrá a quien despedir o a quien promover. Las medidas y un buen sistema de recompensas estimulan al individuo y al equipo a realizar el esfuerzo adicional que se necesita para la organización se aparte de lo común.

El equipo de mejoramiento debe establecer puntos de medidas aproximadas a cada actividad, de manera que las personas que la realizan reciban una retroalimentación directa, inmediata y permite. Se deben efectuar las mediciones tan pronto como se haya finalizado la actividad, posponer las mediciones contribuye a que se cometan errores adicionales.

A cada operación se deben realizar mediciones de Efectividad y de Adaptabilidad.

Las medidas de efectividad son los resultados que se obtienen de los recursos empleados. Estos están relacionados con los clientes internos y los externos e indica el acierto del output de una actividad o un grupo de estas satisface las expectativas del cliente. Las medidas de eficiencia reflejan los recursos que una actividad o grupo de ella consume para generar un output que satisfaga las expectativas de los clientes internos. El proceso eficiente es aquel en el cual los recursos se han minimizado y el desperdicio se ha eliminado. Las medidas de adaptabilidad refleja la capacidad que tiene el proceso y las personas para reaccionar inmediatamente ante las solicitudes específicas internas y/o externas. Estas medidas identifican la frecuencia con la se hacen las solicitudes para desviarse del proceso prescrito, el porcentaje de tiempo durante el cual se atienden las solicitudes del cliente y el nivel hasta el cual se conceden las solicitudes de desviación.

Una vez definidos los sistemas de medición la pregunta es: ¿cuál es el desempeño aceptable? Solamente una persona puede y debe dar la respuesta: aquella que recibe las salidas. La mejor forma de establecer los objetivos internos de efectividad es hacer que el individuo que ejecuta la actividad se reúna con su (s) cliente y lo (s) pida que fije (n) el objetivo mínimo aceptable de efectividad. Los empleados que realizan el trabajo y el jefe de área, deben fijar conjuntamente los objetivos de eficiencia.

- Establecer sistema de retroalimentación. Los sistemas de retroalimentación son muy importantes. Sin duda, si no se puede medir una actividad no podrá mejorarla. Sin embargo, la medición sin retroalimentación es inútil porque se realiza el esfuerzo de apreciación, pero no se le da al individuo una oportunidad de retroalimentación oportuna, datos exactos, análisis correctos y formatos comprensibles.
- Realizar periódicamente la auditoria del proceso. El proceso independientemente de auditoria garantiza la concordancia con los requerimientos. No tendrá sentido aceptar ciegamente los datos generados sin las correspondientes mediciones y ajustes. No por temor a que las personas falsifiquen los datos _la mayoría no lo hará_ sino porque casi todos los empleados experimentan el deseo fuerte de satisfacer a la gerencia y decirle lo que esta debe escuchar.
- Establecer un sistema de Costo de Mala Calidad (CMC). Uno de los objetivos principales en el mejoramiento de los procesos de la empresa es reducir las pérdidas relacionadas con la mala calidad.

1. <u>CMC Directo</u>	2. <u>CMC indirecto</u>
<ul style="list-style-type: none"> • <u>CMC controlable</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Costo de prevención. 2. Costo de evaluación. • <u>CMC resultante</u> <ol style="list-style-type: none"> 1. Costo de error interno. 2. Costo de error resultante. • <u>CMC del equipo.</u> 	<ul style="list-style-type: none"> • Costo causado por la relación con el cliente. • Costo por la insatisfacción del cliente. • Costo por la pérdida de reputación

Figura 1.3: Elementos del costo de mala calidad.

El costo de la mala calidad dirige la atención de la gerencia y mide el éxito de los esfuerzos que la firma realiza para mejorar. Este también le proporciona a la gerencia los instrumentos necesarios para garantizar que la sub-optimización no genere un efecto negativo sobre el proceso total. Dicho costo se define como todo aquel en el cual se incurre para ayudarle al empleado que ejecute bien su trabajo todas las veces, el costo que implica determinar si el output es aceptable, más todo el costo en que incurre la empresa y el cliente porque el output no satisface las especificaciones y/o las expectativas de aquel. La **figura 1.3** enumera los elementos de los costos de mala calidad.

FASE 5: Mejoramiento Continuo.

El objetivo de esta fase consiste en poner en práctica un proceso de mejoramiento continuo. Las actividades que lo identifican son:

- Calificar el proceso:

Tener los mejores procesos de la empresa debe ser la ruta de todos, pero se necesitan acontecimientos importantes que muestren la manera en que se está avanzando. A esto se refiere la calificación del proceso de la empresa. De esta surgen los acontecimientos trascendentes y los puntos de reconocimiento para el mejoramiento. La calificación del proceso proporciona un sistema de medición que infunde un sentimiento de orgullo en el equipo. Esta respalda las metas establecidas al corriente del esfuerzo de mejoramiento. Estos llevan al equipo de un estatus de desconocimiento del proceso al de mejor calificación o de clase mundial. Esta metodología se muestra a continuación:

Antes de aplicar este proceso, se considera que todos los procesos de la empresa se encuentran en el nivel 6. A medida que mejora el proceso este progresa en forma lógica hasta el nivel 7. Para determinar si el proceso ha evolucionado hasta el nivel siguiente deben abordarse ocho áreas principales de cambio:

1. Mediciones relacionadas con el cliente.
2. Mediciones y/o desempeño del proceso.

3. Alianzas con proveedores.
4. Documentación.
5. Entrenamiento
6. Benchmarking
7. Adaptabilidad del proceso.
8. Mejoramiento continuo.

- Llevar a cabo revisiones periódicas de calificación

Cuando los datos de equipos de mejora indican que el proceso ha avanzado hacia el siguiente nivel de calificación y estos datos de mejora, el responsable del proceso se debe programar una reunión con el equipo gerencial para revisar la calificación del proceso. Previamente a la reunión el equipo de mejora deberá presentar un informe sobre el estatus del proceso que contenga lo siguiente:

- Estatus de todas las evaluaciones.
- Diagrama de flujo del proceso.
- Estatus actual documentado y comparado con los requisitos para pasar el nivel siguiente.
- Mejoramiento realizado a partir del último cambio de nivel.
- Problemas o riesgos solucionados o no solucionados.
- Plan para mejorar el proceso hacia el siguiente nivel de calificación.

En la reunión del equipo de mejoramiento debe comparar el proceso en curso con los requisitos para el nuevo nivel de calificación, se deberá invitar con frecuencia a los clientes satisfechos para que participen en estas reuniones y den su testimonio sobre el estatus del proceso.

- Definir y eliminar los problemas del proceso:

Para realizar esta actividad se debe reconocer las 6 fases diferentes que se indican en la **tabla 1.1**.

- ✓ **FASE 1:** Etapa de selección de oportunidades. Esta etapa comprende las oportunidades. Esta etapa comprende las actividades de: Enumerar los problemas, asignar prioridades de los problemas, seleccionar los problemas y definirlos.
- ✓ **FASE 2:** Etapa de protección, esta incluye emprender acciones para proteger al cliente y verificar la efectividad de estas acciones.
- ✓ **FASE 3:** Etapa de análisis, se reúnen los sistemas del problema, se valida el problema, se separan causas y efectos y se define la causa de raíz.

- ✓ **FASE 4:** Etapa de corrección: Crear soluciones alternativas, se elige la mejor solución para la aprobación.
- ✓ **FASE 5:** Etapa de medición: Ejecutar el plan aprobado, se le mide costo e impacto y se elimina la acción de protección iniciados en la fase 2.
- ✓ **FASE 6:** Etapa de prevención: En este punto se definen y corrigen los problemas básicos del proceso y se cambia la documentación del proceso para prevenir la repetición.

Tabla 1.1: Niveles de mejoramiento de los procesos de la empresa.

Nivel	Estatus	Descripción
6	Desconocido	No se ha terminado el estatus del proceso.
5	Comprendido	Se comprende el proceso del diseño y funciona según la documentación prescrita.
4	Efectivo	El proceso se mide sistemáticamente, ha comenzado la modernización y se satisfacen las expectativas del cliente final.
3	Eficiente	El proceso se moderniza y es más eficiente.
2	Sin errores	El proceso es altamente efectivo (sin errores) y eficiente.
1	Clase mundial	El proceso es de clase mundial y continua mejorando.

- **Benchmark del proceso:** La labor constante en definir sistemáticamente los mejores sistemas, procesos, procedimientos y prácticas y compararlos con otros procesos dentro y fuera de su organización se denomina Benchmarking. Este proceso es útil para conocerse a si mismo, como organización, conocer el estado de la competencia, definir los mejores procesos e integrarlos a la empresa, también define las actividades que necesitan cambio con el objeto de mejorar el proceso de manera que este alcance los estándares de clase mundial. Pero lo más importante es que dicho procedimiento proporciona una forma de descubrir y comprender los métodos que pueden aplicarse al proceso para realizar mejoramientos trascendentales, el Benchmark no solo le indican a la organización lo que necesita y pueden llegar hasta allá. El proceso de Benchmarking cuenta de dos partes:
 1. **Medición** (el que): Se deben 2 aspectos como: Cuánto, que tan rápidamente, cuan bueno, cuándo, dónde, cuánto tiempo, tamaño, configuración, forma y ajuste.
 2. **Conocimiento del proceso y/o producto** (el correo). Este aspecto se centra en describir como las organizaciones de categoría mundial han desarrollado sus procesos y sistemas para asegurar un desempeño superior. En esta coyuntura se buscan y amplían los conocimientos, las formas, los procesos y los métodos responsables de convertir una organización, un proceso, o una actividad en la mejor de su clase.

El proceso de Benchmarking abarca lo siguiente:

- Decidir que cosas serán objetos de Benchmarking.
- Definir los procesos para comparar.
- Desarrollar medidas de comparación.
- Definir áreas internas y empresas externas que serán objeto de Benchmarking.
- Determinar las brechas entre su proceso y el mejor proceso.
- Desarrollar planes de acción, objetivos y procesos de medición.
- Reunir y analizar los datos.
- Analizar el esfuerzo de Benchmarking.

El Benchmarking sistemático puede ser de enorme utilidad para que los procesos de la empresa sean los mejores. Sin esta nunca se sabrá realmente lo bueno que se es, lo bueno que se debería ser o la forma de convertirse en la mejor organiza.

1.3.- La Reingeniería de Procesos en las Empresas

Inflexibilidad, falta de enfoque al cliente, obsesión con la actividad más bien que con el resultado, burocracia, falta de innovación, altos costos, estas características no son nuevas siempre han existido. Lo que pasa es que hace poco tiempo las organizaciones no tenían que preocuparse mucho por ellas. Si los costos subían mucho, podían trasladarlos a los clientes, si los clientes no estaban satisfecho, no tenían a quien acudir. Si tardaban en aparecer nuevos productos, los clientes esperaban. El trabajo administrativo importante consistía en administrar el crecimiento, y lo demás no importaba. Lo grave es que se ha entrado en una nueva era, en la que la satisfacción al cliente y el Éxito en los negocios dependen de la velocidad en igual medida que del costo, de la calidad de los artículos que se producen y de los servicios que se proporcionan, Así hacer las cosas más rápido es ahora tan importante que hacerlas mejor y más baratas. Pero, ¿Cómo lograr esto? La respuesta a esta pregunta está en: **Reingeniería de procesos**.

El término reingeniería es definido por Michael Hammer, (1996) *como la revisión fundamental y el diseño radical de procesos para alcanzar mejores espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento*, tales como costos, calidad, servicio y rapidez. Esta definición contiene cuatro palabras claves:

- **Fundamental**: La reingeniería determina primero qué debe hacer la organización; luego, cómo debe hacerlo. La reingeniería empieza sin ningún preconcepto, sin dar nada por sentado. Se olvida por completo de lo que es y se concentra en lo que debe ser.

- Radical: Rediseñar radicalmente significa descartar todas las estructuras y los procedimientos existentes e inventar maneras enteramente nuevas de realizar el trabajo. Rediseñar es reinventar el negocio, no mejorarlo o modificarlo.
- Espectacular: La reingeniería no es cuestión de hacer mejoras marginales o incrementales sino de dar saltos gigantescos en rendimientos. Se debe apelar a la reingeniería únicamente cuando exista la necesidad de eliminarlo todo. La mejora marginal requiere afinación cuidadosa; la mejora espectacular exige eliminar lo viejo y cambiarlo por algo nuevo.
- Procesos: pensar en función de tareas ha influido en el diseño de las compañías durante los últimos años. Los procesos son el enfoque principal de la reingeniería. Mediante los procesos funciona una empresa y les agrega valor a sus clientes, y gran parte de estos procesos agregan costo.

Además de esta, existen otras definiciones de reingeniería que no dejan de ser importantes y a la vez enriquecen aún más este término:

Para Manganeli (1994): *“...reingeniería es el diseño rápido y radical de los procesos estratégicos de valor agregado y de los sistemas, las políticas y las estructuras organizacionales que lo sustentan para optimizar los flujos del trabajo y la productividad de una organización...”*.

Esta definición diferencia entre tipos de procesos. Mediante un diseño rápido y radical se modifican no todos los procesos dentro de una organización sino solo aquellos que son a la vez estratégicos y de valor agregado. Según el autor, no solo se examinan estos procesos; sino también los sistemas, las políticas y las estructuras organizacionales que sostienen dichos procesos. Dentro de los sistemas que sostienen actividades de procesos se incluyen desde sistemas de procesamiento y administración de información hasta sistemas sociales y culturales.

Las políticas incorporan las reglas escritas y los reglamentos que prescriben la conducta y el comportamiento relativos a como se ha de realizar el trabajo. Y las estructuras son los grupos de trabajo, los departamentos, las áreas funcionales, las divisiones, unidades y otras formas en que se dividen los trabajadores para llevar a cabo sus labores.

Por otro lado Peppard (1996) explica que la *“...reingeniería es una filosofía de mejora...”*. Más adelante argumenta que esta busca lograr mejoras graduales en el rendimiento rediseñado, los procesos mediante los cuales una organización opera maximizando el contenido de valor agregado y minimizando cualquier otra cosa. Este método se puede aplicar al nivel de procesos individuales o a toda la organización.

Por su parte Harbour (1995) identifica la reingeniería como el "...rediseño radical de un proceso en particular para lograr mejoras dramáticas en velocidad, calidad y servicio...". Al analizar estas definiciones se destacan varios elementos coincidentes con los cuales se puede conformar una conclusión general en lo que respecta a la definición de reingeniería: **Rediseño radical de los procesos de negocio para lograr mejoras dramáticas en su desempeño.**

Reingeniería de procesos de negocios no solo abarca los aspectos técnicos, sino los infraestructurales y los concernientes al desarrollo humano. Pons y Curbelo (1998) enmarcaron el rediseño radical de los procesos de la empresa en varias dimensiones para su estudio. A continuación se explica cada una de ellas detalladamente:

- **Dimensiones Físico Técnicas**

- Estructura del proceso: procesos de negocio y sus resultados, políticas, prácticas y procedimientos que apoyan los procesos.
- Estructura tecnológica: datos, aplicaciones, comunicaciones, plataformas y tecnologías relacionadas.
- Estructura organizativa: estructura del trabajo, contenido del trabajo, relaciones entre los grupos de trabajo, responsabilidades, reportes, requerimientos de conocimientos y destrezas.

- **Dimensiones infraestructurales**

La interpretación de políticas y procedimientos ejerce una fuerte influencia sobre la diaria ejecución de las dimensiones físico técnicas; por tanto si estas cambian, las dimensiones infraestructurales también deben cambiar, porque ellas refuerzan el comportamiento operacional deseado. Sin esto, el desempeño en el ambiente resultante de la reingeniería se verá deteriorado y los colaboradores retornarán a los viejos métodos de trabajo.

La estructura de compensación regula el desempeño, requiriéndose que los trabajos estén bien diseñados para proporcionar un ambiente de trabajo que sea recompensador y que obligue a la gente a pensar, realizar acciones y cumplir metas de desempeño. Los sistemas de medición definen los procesos de retroalimentación que proporcionan información sobre el desempeño de estos procesos. Los métodos de dirección están constituidos por las prácticas y técnicas utilizadas para supervisar, desarrollar y apoyar al personal que participa en los procesos.

- **Dimensiones relativas a los valores**

Estas dimensiones definen la cultura organizacional y constituyen la fuerza motriz del comportamiento. De estas dimensiones emergen las filosofías de liderazgo y mejoramiento y están constituidas por:

- Cultura organizacional: son las reglas colectivas y creencias de la organización, que se detectan a través del lenguaje y los símbolos, mitos y rituales imperantes en la organización.
- Poder político: Los individuos regulan las acciones y comportamientos de todos los miembros de la organización.
- Sistemas de creencias individuales: son los modelos mentales y de actitudes que los individuos se aplican para realizar su trabajo y establecer sus relaciones laborales.

Antes de comenzar cualquier esfuerzo de reingeniería se deben identificar las oportunidades adecuadas para su implementación analizando la situación actual de la organización. Para ello se deben utilizar la metodología de diagnóstico y la creación de caso de negocio, mediante estas herramientas se identifican cuales son los problemas reales de la organización y evalúan si un cambio radical es necesario para hacer que la gente acepte la idea de un cambio radical en su vida de trabajo, en su empleo, es una campaña educativa y de comunicaciones que acompaña a la reingeniería desde el principio hasta el fin. Es un trabajo de persuasión que comienza con la convicción de que es necesario rediseñar, y no terminar hasta que los procesos rediseñados estén ya funcionando. Este trabajo de persuasión se basa en la formulación de dos mensajes claves que deben ser comunicados y expuesto al personal que trabaja en la organización. El primero de ellos es: Aquí es donde estamos y ésta es la razón por la cual la empresa no puede quedarse donde está. El segundo es: Aquí es donde tenemos que llegar con organización.

El primero de estos mensajes tiene que ser un argumento convincente en favor del cambio. Desde llevar la idea de rediseñar es indispensable para la supervivencia de la empresa. Este argumento tiene que decir porque hay que rediseñar, debe ser conciso, abarcador, convincente, apoyado en hechos correctos, que plantee el costo de hacer cualquier cosa que no sea reingeniería. El mensaje debe presentar un argumento vigoroso, pero no puede exagerar. Debe ser tan persuasivo que nadie en la organización quede con las ideas de que halla alguna alternativa a la reingeniería. Éste es un registro indispensable porque los empleados que no convencidos de la necesidad del cambio no estarán inclinados a tolerarlo, e incluso puede obstaculizarlo.

El segundo mensaje, lo que la organización tiene que llegar a ser le brinda a los empleados una meta específica por lo cual trabajar. Al exponerla, la administración se obliga a pensar claramente sobre el propósito de su programa de cambio y sobre el grado de cambio se necesita efectuar mediante la reingeniería. Este mensaje es una visión que describe una declaración cualitativa, no menos cuantitativa, que una organización puede emplear una y otra vez, antes y después de la reingeniería, como recordatorio de su objetivo, como medida que se

vaya realizando y como estímulo para mantener el estímulo y el movimiento. Una visión poderosa según Hammer contiene tres elementos importantes. El primero, se concentra en operaciones; segundo, contiene objetivos mensurables y medidos; y tercero, cambiar la base de la competencia.

El cambio radical produce en una organización una tensión considerable. Teniendo esto en cuenta, y dado que muchos proyectos de reingeniería, o bien fracasan del todo, o bien procede resultado menos que satisfactor, la reingeniería de proceso se calificar como un proceso de bajo riesgo. Una metodología apropiada por tanto, puede proporcionar la seguridad de los semejantes infortunios no ocurran una vez que el proyecto se ha puesto en marcha. Existe muchas técnicas administrativas (modelación de procesos, medida de desempeño, análisis del flujo de trabajo, otras) que producen resultados valiosos, aún cuando no son fines en sí mismas en cuanto a reingeniería de proceso. Manganelli (1994) expone una metodología denominada: rápida Re, que integra apropiadamente y utiliza varias de estas importantes técnicas para desarrollar y analizar información clave que no permite identificar oportunidades de cambio radicales en los procesos de valor agregado. La metodología consta de cinco etapas, que deben realizarse de forma consecutiva y cincuenta y cuatro pasos que permiten las organizaciones obtener resultados rápidos y sustantivos, en resumen estas etapas son:

Etapa 1: Preparación

Estas etapas comienzan con el desarrollo de un consenso ejecutivo sobre las metas y los objetivos que se buscan como avance decisivo del negocio y que son la justificación del proyecto de reingeniería.

La preparación también establece el vínculo especial entre las metas decisivas del negocio y el rendimiento de los procesos rediseñados, y define los parámetros del proyecto relativo a programación, costo, riesgo y cambio organizacional. En la etapa de preparación se reúne el equipo de reingeniería se le capacita y se reproduce el plan de gestión de cambio. Esta etapa se compone de cuatro tareas.

- **Reconocer la necesidad:** La necesidad de reingeniería se conoce por lo general como resultado de un cambio: Un cambio en el mercado, o en la tecnología o ambiental. A consecuencia de tal cambio, un auto administrador (“Patrocinador”) motivado por el dolor, el temor o la ambición, resuelve hacer algo: rediseñar. En este punto el patrocinador con frecuencia consigue un facilitador.
- **Desarrollar consejos ejecutivos:** Se celebra una reunión de trabajo de un día de duración, a la cual asisten los patrocinadores, los dueños del proyecto y el facilitador. Su propósito es adecuar al grupo gerencial en la metodología y tecnología que van a usar,

asegurar liderazgo y apoyo para el proyecto; definir las cuestiones que se van a tratar, identificar a otros interesados; y fijar metas y prioridades para el proyecto. En esta tarea se organiza también al equipo de reingeniería y se desarrolla su mandato.

- **Capacitar al equipo de reingeniería:** Esta tarea capacita al equipo para acometer su misión incluye definir expectativas de la administración; desarrollar trabajo en equipo, aprender el método, escoger las herramientas manuales o automatizadas que se van a usar en el proyecto; adoptar una tecnología común; trabajar con ejemplo de reingeniería; y finalmente asumir la responsabilidad del proyecto.
- **Planificar el cambio:** Esta tarea reconoce explícitamente que habrá resistencia a los cambios introduzca el proyecto de reingeniería y que el cambio hay que gestionarlo para que el proyecto salga adelante. Inicia la gestión de cambio identificado a los interesados y sus intereses. Define como manejarán las comunicaciones para asegurar que los interesados se mantengan informados de una manera constructiva. Identificar métodos de evaluar el método de intervención si esa aceptación no es adecuada. Se desarrolla igualmente el plan y la programación del proyecto y de administración de éste si todavía no se ha especificado.

Etapa 2: Identificación El propósito de esta etapa es desarrollar y comprender un modelo del negocio como proceso orientado del cliente. En ella se producen definiciones de clientes, procesos, rendimiento y éxito, identificación y actividades que agregan valor un diagrama de organización, recurso, volúmenes y frecuencia; y la selección de los procesos que se deben rediseñar entre las actividades claves que se integran estas etapas tenemos:

- **Modelar clientes:** En esta tarea se identifican los clientes externos, se definen sus necesidades y sus deseos, y se identifican las diversas interacciones entre las organizaciones y sus clientes.
- **Definir y medir rendimiento:** Esta tarea definen las actividades o “cosa” con que negocian las organizaciones.

Una entidad es una abstracción que se realizan en uno o más casos específicos. Las entidades tienen atributos que las describen. Algunos atributos guardan relaciones con el estado en que se encuentra la entidad. Algunas entidades, como cliente y empleado, son de larga duración y se denominan “permanentes”. Otras, como pedido o cheque, son “transacciones”. Aquí se define. Además los estados en que puedan encontrarse cada entidad, y correlaciona los cambios de estado y las interrelaciones, es decir, identifica que interacción causa cada cambio de estado.

- **Modelar proceso:** Esta tarea define cada proceso e identifica su serie de cambio de estado. Define los objetivos del proceso y los factores críticos del éxito. Identifica también los insumos y resultados del proceso.

- **Identificar actividades:** estas tareas identifican las principales actividades necesarias para efectuar cada cambio de estado. Determinar el grado en que cada actividad agrega valor, es decir, el grado en que la actividad contribuye las necesidades o deseo del cliente.
- **Extender modelos del proceso:** En este punto se identifica a los abastecedores internos y externos y sus interacciones con los procesos. En este momento, el modelo del proceso empieza a revelar que ciertos individuos y grupos dentro de la organización son a la vez proveedores y clientes. La tarea identifica luego medidas adicionales de rendimiento orientadas a los clientes internos y las incorpora también en el modelo del proceso.
- **Correlacionar organización:** La tarea define las organizaciones que toman parte en cada una de las actividades principales y el tipo su de participación. Por consiguiente, define la frontera proceso/organización.
- **Correlacionar recursos:** En este punto se calcula el número de empleados y los gastos en cada actividad y cada proceso. También se calculan los volúmenes y la frecuencia de las transacciones. Esta información se utiliza para computar los costos anuales estimados por actividad y por el proceso, lo mismo que el costo unitario por transacción.
- **Fijar prioridades de procesos:** En esta tarea se pondera cada proceso por su impacto sobre las metas del negocio y las prioridades fijadas en la segunda tarea de la etapa de preparación, y por los recursos consumidos. Se toman estos en cuenta, lo mismo que el tiempo, el costo la dificultad y el riesgo de la ingeniería en enfoque multidimensional a fin de fijar prioridades para el proceso de reingeniería. Una vez que se fijan las prioridades, la tarea programa las etapas 2, 4 y 5 para cada proceso seleccionado.

Etapa 3: Visión

El propósito de esta etapa es desarrollar una visión del proceso, capaz de producir un avance decisivo en rendimiento, analiza los procesos y las estructuras como visiones de cambio radical.

Las actividades que caracterizan a esta etapa son:

- **Entender la estructura del proceso:** Esta tarea amplía la comprensión de los aspectos estáticos del proceso modelado en las tareas 4 a 6 en la segunda etapa identificando todas las actividades y los pasos del proceso; identificando todas las organizaciones, funciones y cargos primarios que toman parte en él; preparando una matriz de actividades/pasos contra organización/cargos; e identificando sistemas y tecnologías usados y políticas aplicable.
- **Entender el flujo del proceso:** Esta tarea amplía la comprensión de los aspectos dinámicos del proceso modelado identificando puntos primarios de decisión y subprocessos, identificando variaciones de flujo, preparando una matriz de

insumos/productos y estímulos contra actividades/pasos; e identificando variaciones del flujo.

- **Definir subvisiones:** En la tarea se examina el tiempo necesario para realizar la visión del proceso, y la posibilidad de definir subvisiones sucesivas entre el proceso actual y la visión completamente integrada. Cada subvisión, se define, se relaciona con metas de rendimiento.

Etapa 4: solución

Esta etapa se divide en dos fases que se realizan al mismo tiempo: una para desarrollar el diseño técnico necesario para implementar las visiones, y la otra, el diseño social que organiza y estructura los recursos humanos que tendrán a su cargo los procesos rediseñados.

Etapa 4A: Solución: Diseño técnico

El propósito de esta etapa consiste en especificar las dimensiones técnicas del nuevo proceso. Produce también, planes preliminares para el desarrollo de sistemas y procedimientos; aprovisionamiento de máquinas, programación electrónica y servicios; mejora de instalaciones, pruebas, conversión e implantación. Las actividades que comprenden son:

- **Modelar relaciones de entidades:** La tarea identifica las relaciones entre entidades. Identifica también si la dirección es de uno a uno a muchos, o de muchos a muchos, y cuales entidades se relacionan. Puesto que las entidades son las “cosas” con que tienen que ver un proceso los elementos técnicos del proceso comprenden recolección de información sobre las entidades.
- **Reexaminar conexiones de los procesos.** Esta tarea considera si el movimiento de pasos entre actividades, de actividades entre procesos o la redistribución de la responsabilidad los pasos pueden mejorar el rendimiento. Identifica también casos en que una mejor coordinación entre actividades mejoraría el rendimiento.
- **Instrumentar e informar:** En este punto se identifica la información necesaria para medir y manejar el rendimiento del proceso, define puntos donde la información se puede almacenar (generalmente archivos relacionados con las entidades) y agrega subprocesos, según se necesite, para captar, reunir y diseminar la información necesaria.
- **Consolidar interfaces e información:** Aquí se definen los cambios de proceso necesario para reducir o simplificar interfase, tanto interna como externa. Identifica y elimina corrientes de información duplicada y con ellas las actividades de reconciliación necesaria. En términos más generales, esta actividad reduce la redundancia.
- **Redefinir alternativas:** En este punto se evalúan la necesidad continua de casos especiales, si los hay en el proceso. Si es necesario, considera segregar los casos

especiales en procesos separados. O sea, busca reemplazar un solo proceso complejo por uno o más procesos simples.

- **Reubicar y reprogramar controles:** En la tarea se busca reducir el número de actividades que no agregan valor en el proceso, simplificando la estructura de control de este. Se logra esto integrando los controles en actividades que si agregan valor, reemplazando detectar errores por evitar errores, y moviendo la detección del error lo más cerca posible del punto donde este ocurre. También se revisan las relaciones lógicas entre actividades con objeto de discutir oportunidades para realizar en paralelo actividades que en la actualidad ejecutan en serie: esto aumentaría la rapidez del proceso.
- **Modularizar:** El propósito de esta tarea es definir las partes del proceso rediseñado que se pueden implantar independientemente. Si esta partición del proceso existe, permite que el proceso sea distribuido en el espacio (descentralizando) o en el tiempo (sustituyendo partes del proceso al moverla de una subdivisión a otra). El análisis de esta tarea consiste en determinar las dependencias entre las actividades del proceso revisado y en determinar interacciones entre actividades y entidades. Esto permite agrupar actividades por cambios relacionados entre si y por proximidad en el tiempo o en el espacio, de modo que se puedan definir módulos para el movimiento y para implementación.
- **Especificar implementación:** Esta tarea utiliza los módulos definidos en la tarea anterior para evaluar alternativas estructurales (centralizadas o descentralizadas) y alternativas de implantación. Este análisis conduce luego a la implantación elegida de cada modulo en el espacio, el tiempo y la organización.
- **Aplicar tecnología:** La nueva visión del proceso desarrollada en la etapa 3 ciertamente habrá sido informada por conocimiento de las capacidades, los usos y las limitaciones actuales de la tecnología. Pero en esta tarea se harán aplicaciones específicas de tecnología al proceso. Las principales aplicaciones de esta en la reingeniería son para los siguiente:
 - Analizar, por ejemplo, simulaciones, estadísticas.
 - Captar y documentar, por ejemplo, imagen.
 - Comunicar, por ejemplo, comunicaciones de datos.
 - Control, por ejemplo, telemetría, control de procesos.
 - Interfaces humanas, por ejemplo, graficas, reconocimientos respuesta de voz.
 - Identificar, por ejemplo, códigos de barras, bandas magnéticas.
 - Informar, por ejemplo, telemetría, acceso en línea.
 - Gerencial, por ejemplo, apoyo de decisiones, información gerencial.
 - Manufacturar, por ejemplo.

- Dar movilidad, por ejemplo, teléfono celular, computadoras Laptop.
- Compartir pericias, por ejemplo, sistema expertos basados en conocimientos.
- Compartir información, por ejemplo, bases de datos.
- **Planificar implementación:** Esta tarea desarrolla planes preliminares (que se definirán en la etapa 5) para implementar los aspectos técnicos del proceso rediseñado, incluso desarrollo, adquisiciones, instalaciones, prueba, conversión implantación. A estos planes se les asignan luego en fase junto con los planes paralelo para implementar los aspectos sociales del proceso desarrollados en la tarea: Planificar implementación, que se aborda en la etapa 4B.

Etapa 4B: Solución- Diseño social.

El propósito de esta etapa es especificar las dimensiones sociales del proceso. Esta produce descripciones de la organización, dotación del personal, cargo, planes de carrera e incentivos que se emplean en el proceso rediseñado. Financieramente, produce planes preliminares de contratación educación, capacitación, reorganización y renunciación del personal. En la etapa se aprecian actividades como:

- Facultar al personal que tiene contacto con el cliente: Esta tarea define los cambios de responsabilidad, autoridad, conocimiento, destrezas e instrumentos que se necesitan para capacitar al personal que tiene contacto con el cliente, a fin de que mejore su desempeño. Luego, reconociendo que estos empleados son ellos mismos clientes de otros empleados, y así sucesivamente, la tarea define los cambios necesarios para que todo el personal mejore sus servicios a sus respectivos clientes.
- Identificar grupos de características de cargos: En este punto se identifica el conjunto de destrezas, conocimientos y orientación (facilitación o control, personas o cosas) pertinentes tanto al proceso actual como al rediseñado. Luego prepara dos matrices de los cargos actuales y los redefinidos (esto es, facultados) frente al conjunto de destreza conocimiento y orientación. Cada casilla de la matriz da el nivel (ninguno, bajo, mediano, alto) de destreza conocimiento y orientación que se necesitan para el cargo. Usamos estas matrices, la tarea identifica luego grupos de características de cada cargo.
- Definir cargos y equipos: La tarea evalúa la correspondencia entre los grupos de características de los cargos actuales y los que se necesitan, y entre equipos de cargos actuales y necesidades. Sobre la base de esta evaluación, la tarea define nuevos cargos y nuevos equipos. En otros términos cuando es posible, se define un solo cargo para satisfacer las necesidades del proceso rediseñado: Si esto no es posible, se define un equipo.

- Definir necesidades de destreza y personal: Este punto identifica el nivel de destreza necesario para cada cargo nuevo y realiza la matriz preparada en la segunda tarea de: identificar grupos de características de cargo definidas en esta etapa. La tarea define igualmente la relación entre niveles de dotación de personal y volúmenes e identifica las necesidades dotación de personal a los niveles actuales y a los proyectados.
- Especificar la estructura gerencial: Esta tarea especifica cómo se realizarán en el proceso rediseñado los tres componentes principales de la gerencia (dirección del trabajo, liderazgo y desarrollo del personal) idéntica al dueño del proceso y las responsabilidades de la dirección de trabajo y del desarrollo del personal: define el liderazgo del equipo; y evalúa la necesidad de gerencia de primer nivel y de segundo nivel. Para tomar estas decisiones, la tarea estructura analiza alternativas factibles.
- Rediseñar fronteras organizacionales: Aquí se considera la conveniencia de cambiar la estructura organizacional a fin de asegurar que cada equipo permanezca dentro de una sola organización y reducir el número de fronteras organizacionales que el proceso atraviesa. Esta tarea se ejecuta paralelamente a la tarea 8 de la etapa 4A: especificar implantación.
- Especificar cambios de cargos: Se prepara una nueva matriz de requisitos de destreza, conocimiento y orientación, frente a transiciones de cargos viejos a cargos nuevos. Los elementos de la matriz consisten el número de grados de cambios que requiere la transición. Esta tarea también asigna ponderaciones a los requisitos de destreza, conocimiento y orientación, ponderaciones que representan la dificultad relativa de adquirir esa característica. Los cambios ponderados se suman luego para producir una medida de la dificultad de afectar la transición de los cargos viejos a los nuevos. La medida de dificultad de la transición se usan para planificar por adelantado la reorganización y un plan de estudio para capacitar y educar al personal del proceso, lo que ocurrirá en la etapa 5.
- Diseñar planes de carrera: Esta tarea es similar a la anterior, salvo que ahora la matriz es de transición de un cargo nuevo a otro cargo nuevo. La tarea proporciona una solución formal para uno de los problemas más enfadosos de la reingeniería. Los procesos rediseñados, las distinciones de cargo (tales como la renumeración) basadas en la posición jerárquica y relaciones de dependencia tienden a ser reemplazadas por distinciones basadas en conocimientos y destreza, pero como la mayor parte de los cargos se enriquecen son multidimensionales, de manera que es difícil compararlo directamente. Al respecto, la tarea considera todas las transiciones y determina cuáles son factibles. Esto lleva directamente al desarrollo de carreras. Algunos empleos (los “más

grande”) no tendrán desarrollo de carrera dentro del proceso. En este caso es necesario identificar transiciones factibles a otros procesos. Puesto que el interrogante “¿Cómo me afectará esto a mí”? Está en el fondo de la resistencia al cambio, el éxito en completar esta tarea y comunicar sus resultados es uno de los componentes más importante del programa de gestión de cambios.

- Definir organización de transición: La tarea describe los cargos, los métodos gerenciales y las estructuras organizacionales en puntos intermedios entre la situación corriente y el diseño del proceso final. También identifican los cambios que se necesitan para efectuar las transiciones.
- Diseñar programa de gestión de cambios: Esta tarea refina y amplía el plan de cambio preparado en la tarea 4 de la etapa 1. comienza con la identificación de los interesados y sus problemas. Algunos interesados son personas que desempeñan los mismos cargos y tienen intereses comunes, de modo que el cargo mismo se puede tratar como interesado. Otros interesados (frecuentemente los administradores) tienen empleos únicos, de modo que el interesado es el individuo... cuando se ejecuta el programa, a cada persona se trata como un individuo, cualquiera que sea su cargo. Para cada interesado, esta tarea define también cómo se espera que resista, y define medidas de nivel de resistencia o aceptación. Luego planifica un programa de comunicaciones, un programa para evaluar aceptación e intervenir si es necesario y un programa de educación general y capacitación para todo el personal.
- Diseñar incentivos: El propósito de esta tarea es concertar las metas individuales organizacionales y del proceso definiendo incentivos que motiven a la gente para hacer la transición en el nuevo proceso, alcanzar los niveles proyectados de rendimientos y comprometerse a una mejora continua. Se definen también mecanismos de medición y retroalimentación de la información que se necesita para sostener la administración de incentivos. El principio que se sigue es que los incentivos son más eficaces cuando la persona a quien se destinan tiene siempre conciencia de su actual rendimiento. Los incentivos según el autor, son adjudicaciones monetarias y no monetarias y reconocimientos. No deben ser ascensos, pues estos deben basar en la capacidad, no en el rendimiento.
- Planificar implementación: En la tarea se desarrollan planes preliminares para implementar los aspectos sociales del proceso rediseñados, incluso alistamiento, educación, capacitación, reorganización y reubicación. Se define también la estructura de gobierno para la etapa 5, esto es, el papel y las responsabilidades del patrocinador del proyecto de reingeniería, del dueño del proceso, del gerente de proyecto de rediseño y de

otros individuos y organizaciones. A las funciones de servicios de información y de recursos humanos les corresponde un papel principal en la etapa 5.

Etapa 5: Transformación

La etapa de transformación realiza las visiones del proceso (y las subdivisiones para el periodo de transición) implementando el diseño producido en la etapa 4. Esta etapa produce una versión piloto y una versión de plena producción para el proceso de diseñado y mecanismos de cambios continuos. Según sean los detalles específicos los diseños de proceso y el número y la naturaleza de sus subdivisiones, algunas tareas de la etapa 5 pueden repetirse. En otros casos, los mecanismos de cambios continuos se usaran para pasar de una subdivisión a otra. Las actividades que complementan esta etapa son:

- Completar el diseño del sistema: La tarea tiene que ver con el diseño “externo” de un sistema nuevo o revisado de apoyo del proceso rediseñado. Incluye remodelar subproceso modelar datos, definir aplicaciones, diseñar diálogos o menús e informe en pantallas. Alternativamente, esta tarea podría incluir la selección de un paquete de aplicaciones disponibles en el comercio y el diseño externo de cualquier modificación.
- Ejecutar diseño técnico: En este punto se escoge la plataforma o plataformas sobre las cuales se va a montar el sistema de aplicación. Diseña las estructuras de datos y de sistemas y define cualquier prototipo que se necesite para validar el diseño. Esta tarea tiene que ver con el diseño “Interno” del sistema nuevo o revisado que apoya el proceso rediseñado.
- Desarrollar planes de prueba y de ejecución: La tarea determina los métodos que se van a usar para validar el sistema, entre los cuales pueden incluirse pruebas paralelas o pilotos. La tarea determina también los métodos que se van a usar para conversión y transición y desarrolla un plan de implantación por fases. Finalmente, la tarea evalúa los impactos del nuevo sistema y define los planes de retirada y contingencia.
- Evaluar al personal: Aquí se evalúa al personal actual en función de su destreza conocimiento, orientación, el grado de conformidad con el cambio y su aptitud, esta última es muy importante porque la determinación de la disposición de cada persona debe basarse en ella misma no en el cargo que desempeña. Algunas personas no están suficientemente calificada para su oficio y a otra se le sobra calificación. Algunas tienen destreza conocimientos y orientación que no se relacionan con su cargo actual pero que son muy deseables en otros cargos. La evaluación de cada persona se coteja luego con los requisitos del cargos y los niveles de dotación de personal desarrollados en la tarea 4m de la etapa 4B a fin de identificar las escasees o los excesos de personal y las necesidades de capacitación. Las necesidades identificadas en esta tarea se usan luego

para finalizar los componentes del plan de estudio para la educación y capacitación y para asignar a individuos a cursos específicos.

- Construir sistema: La tarea produce una versión del nuevo proceso lista para operaciones incluye desarrollo y prueba de base de datos, desarrollo y prueba de sistemas y procedimientos, documentación y conversión de datos.
- Capacitar al personal: Esta tarea proporciona capacitación en la operación, administración y mantenimiento del nuevo proceso, justo a tiempo para que el personal asuma sus nuevas responsabilidades. Igualmente, incluye instrucción particular cuando los empleados asumen dicha responsabilidades por primera vez.
- Hacer prueba piloto del nuevo proceso: En esta tarea se pone en operación el nuevo proceso en un área limitada a fin de identificar mejoras o correcciones necesarias sin correr el riesgo de una implantación total.
- Refinamiento y transición: En este se corrige la falla que se descubran en la operación piloto e implanta el nuevo proceso en una forma controlada, de acuerdo con el plan de introducción desarrollada en la tercera tarea de esta misma etapa.
- Mejora continua: Para que haya mejora continua del proceso, Manganelli plantea tres requisitos que se deben cumplir:
 - El personal del proceso hay que darle metas clara de rendimiento, medidas de realización de las metas e información sobre los valores actuales y pasado de estas medidas.
 - Hay que dar al personal del proceso las herramientas necesarias para efectuar cambios de rendimiento.
 - Hay que dar al personal del proceso responsabilidad, autoridad e incentivos para mejorar el rendimiento.

Los dos primeros requisitos se estudian en la tarea de: Instrumentar e informar, en la cuarta etapa. Los dos últimos requisitos se estudian en la tarea de: facultar al personal que tiene contacto con el cliente, en la cuarta etapa. El tercer requisito también se estudia en la tarea: desarrollar incentivos, de la misma etapa. En algunos casos, se utilizaran métodos de mejoras continuas para realizar la próxima subvisión.

Entonces las mejoras de rendimiento serán continuas en esos puntos. En otros casos se utilizará algo de repetición de la etapa 5 para lograr la siguiente subvisión y los beneficios discontinuos se asociaran con el plan de introducción. Métodos de mejoras continuas se usaran entre cada plan de introducción.

1.4.- Metodologías para evaluar el nivel de la Mejora de los Procesos

En el epígrafe anterior se explicó una metodología para la mejora de los procesos de la empresa. Esta, como otras filosofías de mejora, permanecen a los programas de mejora incremental.

La mejora continua es una filosofía de dirección que considera que el reto de la mejora de productos, y procesos, es un procedimiento sin fin de pequeños logros (**Figura 1.4**), esta, en contraposición con el cambio radical está más de acuerdo con la manera como las organizaciones se entienden naturalmente con el cambio. La mejora continua hace hincapié en cambios pequeños, incrementales: el objetivo es mejorar lo que una organización ya está haciendo (Manganelli 1994). En términos más específicos, los programas de mejora incremental trabajan dentro del marco de los procesos existentes, en una organización y buscan mejorarlos por medio de lo que los japoneses llaman Kaisen, mejora incremental o continua. Todos estos programas de mejora continua están enfocados hacia el mejoramiento incremental del desempeño del proceso.

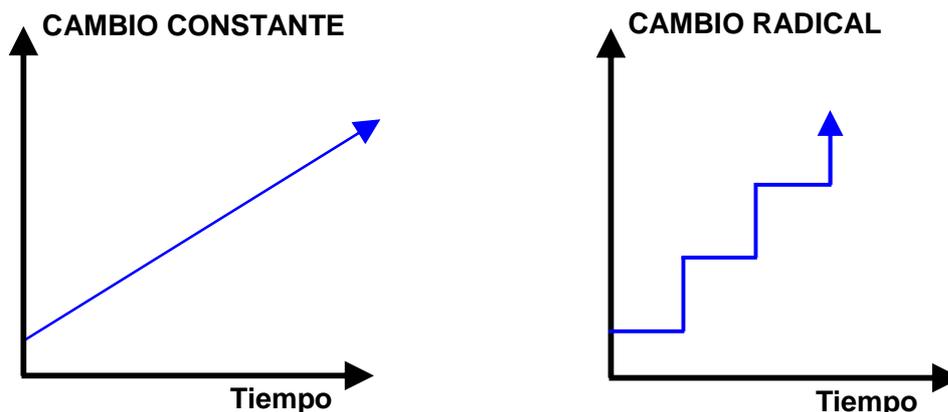


Figura 1.4: Comportamientos del mejoramiento en las Empresas

Pero, ¿qué ocurre cuando se aplican técnicas de mejora continua en un mundo de negocios en que el ritmo de cambio ya no es continuo? Se termina en un panorama integrado por programas fallidos de mejora. El fracaso de tantos programas de mejora continua incremental no es el fracaso de las personas bien intencionadas que han tratado sacarlos adelante. La falla reside más bien en un mundo que súbitamente exige avances, decisiones en lugar de cambios incrementales.

En cierto sentido la reingeniería de procesos ha aparecido porque estos programas de mejora, a pesar de algunos éxitos, no han podido obtener el grado de mejoría requerido, y ahora necesita practicar toda la organización. La taza de cambios cada vez más rápida, también significa que, independientemente de las exitosas que pudieran haber sido las iniciativas

anteriores deben llevarse a cabo más mejoras (Peppard 1996). La reingeniería, busca avances decisivos, no mejorando los procesos existentes sino descartándolos por completos y cambiándolos por otros de enteramente nuevos (Hammer 1996), es un enfoque equilibrado que puede contener elementos de lo programas de mejora continua. El cambio radical implica, igualmente, un enfoque de cambios diferentes del que necesitan los programas de mejora continua, es decir, en vez de pequeños saltos continuos de rendimiento, la reingeniería supone un salto incremental, la verdad es que cuando se implanta un cambio radical y siguiendo a este no se aplica un conjunto de mejoras continuas del rendimiento no permanece constante, es decir, disminuye haciendo aun mas espectacular el cambio radical (**figura 1.5**), por tanto no deben absolutizarse por separados, ni un programa de reingeniería, ni un programa mejora continua. Sino debe ser el resultado de una aplicación continua, o sea, un programa de reingeniería siempre debe estar precedido y subseguido por una serie de mejoras continuas, y así sucesivamente (**figura 1.5**). Existe un punto límite denominado punto modular o media, a partir del cualquier intento de mejora continua, solo conlleva al fracaso. A partir de ese punto lo adecuado sería aplicar un diseño radical.

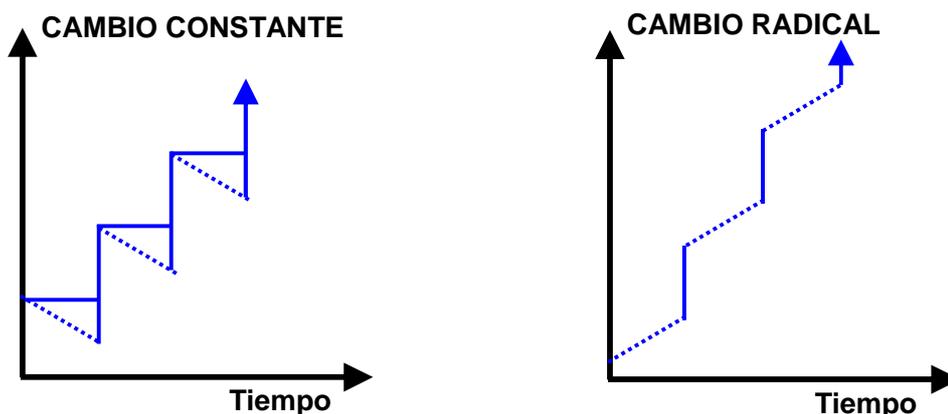


Figura 1.5: Formas de Cambio radicales (Absoluto y dentro de la mejora).

Por su parte Peppard (1996) expresó: *“El propósito de reingeniería de procesos de la empresa es la mejoría y no el cambio por si misma. Pudiera ser que para poner en efecto mejoras radicales, una empresa debe efectuar cambios radicales tanto a sus procesos como a su organización, pero esto no es una conclusión necesaria, pues en ocasiones se puede conseguir bastante a través de mejorías continuas incrementales, basadas en cambios pequeños a todo lo ancho de la empresa, que utilizar el método de reestructuración total”.*

Cuando se requiere de cambios radicales es importante que el enfoque se concentre firmemente en la mejoría y que los cambios se vean únicamente como un mecanismo para conseguirla.

En términos filosóficos, utilizando la ley de: **los cambios cuantitativos en cualitativos** (Sánchez 1986), se puede explicar la relación entre las interfaces de estos dos programas, debido a que el carácter de las relaciones entre la cantidad y cualidad tiene su expresión en todos los aspectos sociales, naturales o del pensamiento.

En este caso los programas de mejora continua se ubican en los cambios cuantitativos que se refieren a cambios en las propiedades, características y peculiaridades de los procesos, que pueden ser expresados en forma cuantitativa. Los cambios radicales, al contrario, se ubican en los cambios cualitativos. La cualidad se refiere a la identidad de un objeto, es expresión del carácter absoluto del movimiento, y la cantidad expresa su carácter relativo y consecuentemente, designa la estabilidad relativa de las cosas y su unidad espacio_ temporal.

La esencia de esta ley reside en el carácter necesario de la dependencia que existe entre la cantidad y la cualidad. La medida (punto modular ó límite de tolerancia) es el vínculo necesario y objetivo entre la cantidad y la cualidad, cuando esta categoría interactúan y se transforman recíprocamente en un proceso que se cumple con carácter de ley. En este sentido, la medida actúa como una constante, en cuyo marco la cualidad se convierte en límite de la cantidad, y fuera de él, ya sea por aumento o disminución, la cantidad es portadora de un cambio brusco y radical en la cualidad y, consecuentemente, en la propia cantidad, dado que al nuevo proceso le serán inherentes nuevas magnitudes cuantitativas. En este momento se impone la interrogante: ¿cuándo optar por mejora continua o reingeniería, a la hora de mejorar los procesos de la empresa?

La respuesta se obtiene a través de dos herramientas fundamentales. La primera se refiere a la **metodología de diagnóstico** que abarca las nueve dimensiones de la reingeniería haciendo un diagnóstico cualitativo de los principales factores que pueden mejorar o empeorar los factores que pueden mejorar o empeorar el rendimiento de los procesos, y la segunda herramienta es la **creación de casos de negocio**, esta última supone la recopilación de datos sobre los principales resultados de los procesos, a partir de aquí se encuentran tendencias, se elaboran pronósticos, es decir, de forma cuantitativa, pretende hacer entender a todos la necesidad de proteger o no un cambio radical. Ambas herramientas se explican a continuación:

METODOLOGÍA DE DIAGNÓSTICO:

1. ¿Qué impide, en los procesos que usted ejecuta, satisfacer a sus clientes y crear productos y servicios de calidad?

Indagar: ¿Cuánto?, ¿Cuán frecuente?, ¿Cuáles son las tendencias?

- Retrasos
- Errores en la documentación

- Mano de obra
- Errores de transacción
- Procedimientos rígidos
- Problemas en las instalaciones
- Problemas burocráticos
- Criterios de aprobación
- Ciclos de revisión
- Trabajo duplicado
- Volatilidad en las transacciones
- Fragmentación del trabajo
- Falta de normas.
- Entradas inexactas en los procesos de trabajo
- Problemas de procedimiento
- Problemas de política
- Problemas de procedimiento.
- Complejidades en el contenido de las tareas
- Entradas inconsistentes en los procesos de trabajo

2. ¿Qué hace o deja de hacer la tecnología (automatización, computadoras, comunicaciones, etc.) para fortalecer o inhibir el desempeño efectivo del proceso?

Indagar: ¿Con los clientes externos? Con los clientes internos?

- Comunicación
- Manejo del flujo de trabajo
- Procesamiento de transacciones
- Oportunidad de información
- Creación, actualización y eliminación de datos
- Acceso a la información
- Apoyo a las decisiones
- Producción de resultados
- Monitoreo de desempeño

3. ¿Qué hace la estructura de la organización para fortalecer o inhibir el desempeño efectivo del proceso?

Indagar: ¿Cuánto?, ¿Cuán frecuente?, ¿Cuáles son las tendencias?

- Estructura de trabajo
- Contenido de trabajo
- Responsabilidades de trabajo
- Estructura de la organización
- Tipos de organizaciones (militaristas, de consensos, basada en equipo, etc).
- Requerimientos de conocimientos / Habilidades para el trabajo.
- Relaciones de trabajo
- Complejidad del trabajo
- Agrupamientos de trabajo

4. ¿Qué hacen las estructuras de compensación (financieras, no financiera, formal e informal) para fortalecer o inhibir el desempeño efectivo del proceso?

Indagar: ¿Cuán frecuente? ¿Qué clase?

- Alineamiento/no alineamiento con los objetivos del proceso.
- Consistencia de aplicación
- Claridad de definición / comprensibilidad
- Relaciones con el desempeño real del proceso

- Discrepancias.

5. ¿Qué hacen los sistemas de medición o su ausencia para fortalecer o inhibir el desempeño del proceso?

Indagar: ¿Cuánto y Cuán frecuente? ¿Cuáles son las tendencias?

- Satisfacción del cliente
- Calidad de los resultados del proceso
 - Fechas cumplidas
 - Consistencia
 - Resultados apropiados
 - Exactitud
 - Integridad
 - Cambios solicitados
 - Volúmenes producidos
- Desempeño del proceso
 - Eficiencia
 - Costos
 - Contabilidad
 - Exactitud
 - Errores

6. ¿Qué hacen los métodos de administración o la ausencia de ellos para fortalecer o inhibir el desempeño del proceso?

Indagar: ¿Qué consistencia existe entre gerentes?, ¿Cuán frecuente?, ¿Cuáles son las tendencias?

- Capacidades de liderazgo
- Estilo de liderazgo
- Control de la toma de decisiones
- Apoyo al desarrollo del desempeño
- Guía para administrar el desempeño
- Calificación de los gerentes
- Experiencia gerencial
- Elogios de los gerentes
- Estilo de decisión (proactivo/anticipado, cauteloso, lento/apurado, reactivo, etc)
- Predecibilidad de las reglas de ejecución
- Grado de involucración de los subordinados en la toma de decisiones.

7. ¿Qué hace la cultura para fortalecer o inhibir el desempeño del proceso?

Indagar: ¿Qué clase?, ¿Con qué grado de Rituales?

- Rituales, símbolos y mitos
- Idiomas
- Posición en la industria
- Posición en las relaciones con el cliente
- Atención / orientación (interna, externa, solución, problemas, etc.)
- ¿Qué importante? (Personal y clientes externos, cosas, herramientas, etc.)

8. ¿Qué hace el poder político dentro de la organización para fortalecer o inhibir el desempeño del proceso?

Indagar: ¿Figuras claves?, ¿Cuán frecuente?, ¿En qué grado?

- Poder utilizarlo (coercitivo/penalizador)
- Influenciadores
- Fuentes de poder legítimo
- Fuentes de poder personal
- Estilos de poder (de contraposición, subversión, etc.)

9. ¿Qué hacen los sistemas de creencias de los individuos para fortalecer o inhibir el desempeño del proceso?

Indagar: ¿Individuos clave?, ¿Cuán externos? Acerca de:

- Clientes
- El cambio
- La competencia de otros
- Productos de servicios
- Cultura organizacional
- El ambiente de trabajo
- Como funcionan las cosas
- La responsabilidad
- Confianza en los líderes
- Misión de la organización
- Los propios individuos
- Habilidad para ejercer influencia sobre otros.

CREACIÓN DEL CASO DE NEGOCIO

Crear un caso de negocio exige “**Crear un descontento masivo con el estatus quo.**” Los casos de negocios deberán contener 2 aspectos:

1. La necesidad de cambio

- El caso debe estar basado en datos cuantitativos que traduzcan “lo que todos saben”
- Debe mostrar datos puntuales y datos de tendencia para fundamentar análisis de ingresos, quejas de los clientes, costos directos e indirectos de procesamiento, tasas de ausentismo, volúmenes de órdenes devueltas, costos para corregir errores y demoras en las entregas y otras.

- Debe emplear datos cuantitativos para evaluar las tendencias estratégicas de la industria, la economía, las preferencias de los clientes, los patrones de compras y otros aspectos de la investigación de los mercados.

2. La alternativa al cambio.

- Mostrar datos que ofrezcan un cuadro del futuro si la organización no cambia. (cliente, ventas e ingresos perdidos, entre otros).

Una vez que los casos se presentan se debe obtener un compromiso para:

- Estructurar el proyecto y que este sea definido y comprendido por completo.
- Crear una visión nueva del negocio, sus valores y metas.
- Elaborar un proceso detallado para el rediseño de las operaciones.
- Planear la implementación.
- Realizar una prueba de concepto (si se requiere)

Solo entonces se podría solicitar recursos para la implementación, pero es necesario un estimado realista del **Retorno de la Inversión (ROI)**.

CAPÍTULO 2: ESTUDIO Y ANÁLISIS DEL PROCESO MOLIDA DE CAÑA DE AZUCAR

En este capítulo se realiza una caracterización general de la Empresa “**Elpidio Gómez**”, sus procesos fundamentales y se diagnóstica el proceso de producción de azúcar de caña, como el más importante en la misma. El análisis de este proceso comprende la descripción detallada de sus operaciones, sus relaciones y posteriormente se procede a realizar diagnóstico.

2.1.- Caracterización General de la Empresa

2.1.1.- Reseña histórica de la Empresa

Entre 1830-1845 surge la zona histórica de Portugalete, caracterizándose por plantaciones cañeras e ingenios de pequeñas producciones de azúcar. El 27 de Octubre de 1873 se funda el Central Portugalete por Don Sotero Escarza Urioste, emigrante español que hizo fortuna en la plaza de comercio en Cienfuegos.

Durante la colonia y neo-colonia el central tuvo tres administraciones:

- 1873 - 1923: Familia Escarza.
- 1923 - 1937: Bank of Canadá.
- 1937 - 1961: Compañía Azucarera Luzárraga S.A.

La etapa del 1937-1961 se caracterizó por un período de profundas transformaciones, destacándose el año 1952, donde:

- Se sustituye la casa de madera por una estructura de acero y zinc, con una grúa de transportación y carrete eléctrico.
- Se introducen nuevos molinos, máquinas de moler, clarificadores, centrífugas y turbo.
- Se modifican las vías de comunicación por ferrocarril a vía ancha.
- Se repara la torre del ingenio.
- Se reconstruye el edificio, quedando la distribución espacial hasta nuestros días.

Entre 1902-1959 hubo altas producciones de azúcar, como la zafra de 1910 con 21.272 toneladas, 1925 con 18.359 toneladas y en 1958 con 21.799 toneladas.

En el año 1961 se nacionaliza el central y cambia el nombre de Portugalete por el de “**Elpidio Gómez Guzmán**”, líder azucarero quién fuera obrero de este central y el que desarrolló una lucha tenaz por defender a los obreros de esta industria.

De 1961 a 1963 este central tuvo bajas producciones de azúcar, un ejemplo lo tenemos en 1962 cuando solamente produjo 16 813.9 toneladas.

A partir del año 1963 se comienzan a estabilizar las producciones azucareras, en la zafra del 62-63 se molió con irregularidad debido a la falta de abastecimientos, necesidad de fuerza de

trabajo, dificultades con la maquinaria, sobre todo en el área del basculador y en la segunda máquina de moler por malas condiciones de su base.

En 1963 comienza como administrador del central el compañero Pablo Arrechavaleta Farrés, ejemplo de consagración al sector azucarero, maestro de las jóvenes generaciones.

Los avances de “**Elpidio Gómez**”, comienzan a reflejarse a partir de la zafra 64 - 65, donde se molieron 19.577,1 arrobas de caña, para una producción de 28.796 toneladas. En ciento diecinueve días de zafra, el recobrado se comportó al 83,20% y el rendimiento B-96 al 12,79%.

Para la cuarta zafra del pueblo se realizaron inversiones tales como la instalación de una caldera para solucionar la baja presión existente, construcción de una nueva chimenea, instalación de un transbordador en el batey.

Con vistas a la zafra del 70 se realizaron un gran número de inversiones en todas las áreas:

- **Planta de moler:** Se instaló un molino y una máquina de moler.
- **Generación de Vapor:** Se reconstruyeron las calderas.
- **Clarificación del jugo:** Se instalaron nuevas estaciones de calentadores (Honolulu).
- **Evaporadores:** Se instalaron nuevos.
- **Cristalización:** Se instaló un nuevo tacho.
- **Manipulación de Azúcar:** Se eliminó el sistema de envase en saco, adecuándose el sistema para azúcar a granel.

Toda esta inversión unida al esfuerzo de los trabajadores llevó a que el central produjera 50.056 toneladas. De azúcar, con un consumo de petróleo al 69,27% de lo previsto, representando un ahorro de 101.741 galones. Hasta la fecha constituye la mayor producción de azúcar desde su fundación.

En 1983 surge el **Complejo Agroindustrial (CAI) “Elpidio Gómez Guzmán”**, con Rodolfo Benavides como director y Pablo Arrechavaleta como administrador.

En 1998 - 1999 el **CAI** no muele, motivado por insuficiencia de caña, en la industria se aprovecha esta cobertura para realizar la compactación del proceso, montar una nueva caldera (marca Evelma) con capacidad de **20 toneladas de vapor por hora** y se realizan trabajos de reparación y conservación del central incluyendo desde la maquinaria industrial hasta la edificación.

La zafra 1999-2000 constituyó un resultado negativo para el CAI “Elpidio Gómez”, se incumplió con el plan de azúcar propuesto, con una producción de **23.515 toneladas**, inferior en **2.320 toneladas** al compromiso contraído al comenzar la zafra.

Sobre las bases de estos antecedentes y dando cumplimiento a una estrategia de trabajo definida por la Subdelegación Industrial para la zafra 2000 - 2001, se encaminaron los trabajos preparatorios hacia el cumplimiento de cuatro objetivos fundamentales:

1. Capacitación.
2. Compactación
3. Instrumentación
4. Agua y Residuales

Estos objetivos fueron estrictamente controlados y verificado su cumplimiento durante las reparaciones, tanto por el personal administrativo de la UBI como por la Subdelegación Industrial.

Se desarrolló un programa de capacitación que abarcó cada una de las etapas del año azucarero, comenzando con la capacitación al personal de reparaciones e impartiendo 43 cursos al personal de operaciones, teniendo como plan temático la norma técnica # 37 y el Manual de Operaciones, con el requisito obligatorio de un examen de evaluación como constancia de la capacitación recibida.

Se fue a la exquisitez de las reparaciones, primando el término calidad, trabajándose en sub-programas asesorados por el Subdelegado de Industria fundamentalmente en aquellos trabajos que decidían zafra, con la utilización decisiva del diagnóstico técnico a cada uno de los equipos de la fábrica .

Todos estos elementos unidos a una estrategia de pruebas y pre-pruebas dieron como resultado además de un sello de garantía a las reparaciones realizadas, la culminación de las mismas con tiempo de antelación, quedando listo el terreno para comenzar la contienda 2000-2001.

La **Empresa Azucarera “Elpidio Gómez Guzmán”**, se creó oficialmente según Resolución **N. 4 / 2003** del Ministerio del Azúcar, dada en la Habana, el 7 de Enero del 2003 y firmada por **Ulises Rosales del Toro**, Ministro del Azúcar. En la propia Resolución aparece además la creación de otras empresas del territorio como: **“Mal Tiempo”**, **“Ciudad Caracas”**, **“Antonio Sánchez”** y **“5 de Septiembre”** y que comenzaron a realizar sus operaciones bajo esta nueva estructura a partir de Enero del 2003 (**Ver Anexo 3**).

La estructura real difiere según sea tiempo de zafra y de no-zafra en el área de industria donde hay cambios operativos en no-zafra, para la organización de las reparaciones.

Además, en la estructura real, las **Unidades Empresariales de Base (UEB)** están subordinadas a las direcciones, lo que constituye un escalón de mando entre la dirección y las unidades de base productivas.

La empresa atiende además **6 UBPC** y **4 CPA** así como se controlan los recursos asignados para la producción de caña, su situación económica y financiera y su desempeño mediante de los planes de producción. Se ejerce también el control jurídico en el cumplimiento de la legalidad socialista.

2.1.2.- Caracterización general de la Empresa Azucarera “Elpidio Gómez”

Esta empresa se integra en la economía nacional y es dirigida por el **GEA** (*Grupo Empresarial Azucarero*), el cual es dirigido y representado por la Dirección Nacional del Ministerio del Azúcar (**MINAZ**), como se muestra en la **figura 2.1**.

Bajo las condiciones actuales de la economía el objeto empresarial de la Empresa Azucarera “Elpidio Gómez”, se plantea de la manera siguiente:

- Producir y comercializar de forma mayorista y en ambas monedas, azúcares a las empresas operadoras de azúcares y sus derivados y de ingeniería y servicios azucareros, **TECNOAZUCAR**, de acuerdo a las regulaciones establecidas por el Ministerio del azúcar.
- Producir y comercializar de forma mayorista y en moneda nacional semilla de caña.
- Producir y comercializar de forma mayorista azúcares y mieles, derivados, subproductos tales como, ceniza, cachaza, bagazo, residuos agrícolas de la cosecha y otros provenientes de la agroindustria, en pesos moneda nacional.

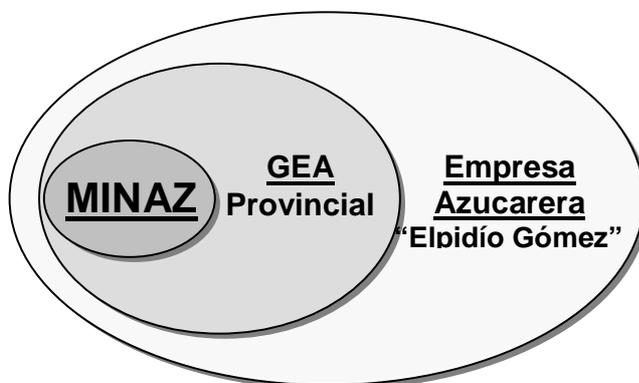


Figura 2.1: Integración y relación de la Empresa Azucarera en el Sistema Nacional.

- Producir y comercializar de forma mayorista en moneda nacional energía eléctrica para el sistema de la **Unión Eléctrica Nacional**.
- Producir y comercializar de forma mayorista equipos, partes, piezas y repuestos de la agroindustria, en pesos moneda nacional.
- Prestar servicios de reparación, mantenimiento y montaje industrial en moneda nacional a las entidades del sistema del Ministerio del azúcar (**MINAZ**).

- Brindar servicios de construcción, montaje, reparación y mantenimiento constructivo a sus trabajadores y a entidades en pesos moneda nacional.
- Realizar la demolición, desmontaje, remodelación, reconstrucción y/o rehabilitación de viviendas, edificaciones, instalaciones y otros objetivos existentes de pequeñas dimensiones en ambas monedas a entidades agropecuarias y en moneda nacional a los trabajadores del **MINAZ**.
- Brindar servicios de reparación, mantenimiento y montaje industrial en ambas monedas.
- Prestar servicios de construcción, reparación y mantenimiento de obras viales e hidráulicas de pequeñas dimensiones en ambas monedas a entidades agropecuarias del **MINAZ**.
- Producir y comercializar de forma mayorista elementos prefabricados de hormigón y materiales de construcción en ambas monedas a entidades del sistema del **MINAZ** y a los trabajadores en moneda nacional.
- Producir y comercializar de forma mayorista y en moneda nacional leche vacuna y animales de ganado mayor según las regulaciones establecidas por los Ministerios de la Agricultura e Industria Alimenticia.
- Producir y comercializar de forma mayorista animales de ganado menor a entidades del sistema del **MINAZ** y a terceros, así como minorista a través del Mercado Agropecuario Estatal en moneda nacional.
- Producir y comercializar de forma mayorista semillas varias derivadas de los subproductos de cosechas agrícolas en moneda nacional.
- Brindar servicios de reparación y mantenimiento a los medios y equipos de mecanización agrícola, automotores y sistemas de riego y drenaje, así como de riego de agua a las entidades agropecuarias en moneda nacional y a terceros en ambas monedas. A éstos últimos cuando existan capacidades eventualmente disponibles y sin efectuar nuevas inversiones con este propósito. En el caso de las reparaciones automotores se debe cumplir con las regulaciones vigentes al respecto.
- Prestar servicios económicos, contables y financieros a las entidades del sector agropecuario del **MINAZ** en moneda nacional.
- Ofrecer servicios de corte, alza y tiro de la caña a las entidades agropecuarias en moneda nacional.
- Brindar servicios de asesoría en asuntos agrícolas a las entidades agropecuarias en moneda nacional.
- Brindar servicios de maquinado, instrumentación, enrollado de motores eléctricos, carpintería y parlería a las entidades agropecuarias en moneda nacional y a terceros en ambas monedas. A éstos últimos cuando existan capacidades eventualmente

disponibles, sin efectuar nuevas inversiones-con- este propósito y cumpliendo con las regulaciones vigentes al respecto.

- Prestar servicios de transportación de cargas por vía automotor a las entidades del sistema del Ministerio del Azúcar en ambas monedas y a terceros en los retornos, en moneda nacional en coordinación con los Centros de Cargas Provinciales, sin efectuar nuevas inversiones con este propósito y cumpliendo con las regulaciones vigentes al respecto.
- Brindar servicios de alquiler de equipos automotores en moneda nacional, cumpliendo con las regulaciones vigentes al respecto.
- Ofrecer servicios de montaje de máquinas de riego, en ambas monedas. A las entidades agropecuarias el servicio se presta en moneda nacional.
- Brindar servicios de preparación de suelos a las entidades agropecuarias en moneda nacional y a terceros en ambas monedas. A éstos últimos cuando existan capacidades eventualmente disponibles, sin efectuar nuevas inversiones con este propósito y cumpliendo con las regulaciones vigentes al respecto.
- Comercializar de forma mayorista y en ambas monedas chatarra a la Unión de Empresas de Recuperación de Materias Primas o las empresas del Grupo Empresarial de la Maquinaria Agroindustrial del **MINAZ**.
- Brindar servicios de alquiler de equipos especializados de construcción a las entidades agropecuarias en moneda nacional y a terceros en moneda nacional, cobrando los gastos en divisas al costo.
- Ofrecer servicios de comunicaciones a las entidades agropecuarias del **MINAZ** y a la población de la comunidad en moneda nacional, de forma provisional.
- Brindar servicios de opcionales turísticas con relación a la producción de azúcar y caña en coordinación con las entidades del turismo dedicadas a prestar estos servicios en ambas monedas.
- Ofrecer servicios generales a comunidades y bateyes en moneda nacional. Producir y comercializar de forma mayorista productos agropecuarios y de forma minorista a través del Mercado Agropecuario Estatal en moneda nacional.
- Producir y comercializar de forma minorista productos del autoconsumo y otras producciones complementarias de la agroindustria a los trabajadores en moneda nacional.
- Brindar servicios de alimentación a los trabajadores en moneda nacional. Ofrecer servicios personales a los trabajadores y sus familiares en moneda nacional,
- Prestar servicios de alquiler de locales temporalmente disponibles en moneda nacional.

- Brindar servicios de recreación y gastronómicos asociados al alquiler de locales a los trabajadores, en moneda nacional.
- Producir y comercializar de forma mayorista, y en ambas monedas productos ornamentales de cerámica y de forma minorista en moneda nacional a través del Mercado de Artículos Industriales y Artesanales.
- Producir y comercializar de forma mayorista en ambas monedas plantas -ornamentales y flores y de forma minorista en moneda nacional a través del Mercado Agropecuario Estatal.
- Producir y comercializar de forma mayorista y en ambas monedas muebles y de forma minorista en moneda nacional a través del Mercado de Artículos Industriales y Artesanales.
- Producir y comercializar de forma mayorista en ambas monedas, dulces y conservas a las entidades del sistema del **MINAZ**.

De la realización de la Planeación Estratégica del **2009-2013** se realizó un Análisis Estratégico de la Empresa del cual se obtuvo la **Matriz D.A.F.O.** que se detalla a continuación:

OPORTUNIDADES:

- Apoyo de la dirección del país, del Partido y del Gobierno Central y los gobiernos locales;
- Existencia de un mercado nacional insatisfecho, con precios preferenciales que propician la comercialización del producto para satisfacer la demanda;
- Apoyo y financiación estatal a la inversiones;
- Desarrollo del mercado interno por el crecimiento de la economía nacional, incluido el turismo;
- Ampliación de los nexos políticos y comerciales con Asia, Europa, América latina y otros países e incremento de vínculos y relaciones comerciales con mayor posibilidad de integración a esquemas regionales y multilaterales;
- El incremento de la producción de alcohol y biocombustibles favorece el incremento del precio del azúcar;
- Aplicación del Perfeccionamiento Empresarial.

AMENAZAS:

- Limitada capacidad de la economía nacional para financiar en inversiones considerables dadas las necesidades del sector;
- Competencias de Empresas similares en la provincia;
- Incertidumbre en el abastecimiento y calidad de las materias primas para las producciones;
- Deterioro climatológico con la ocurrencia de eventos nocivos para la agricultura;

- Tendencia sostenida de fluctuación en los precios del azúcar en el mercado mundial;
- Existencia de competidores con menores costos y mayor calidad e imagen;
- Utilización del azúcar como medio de pago de deudas que obligan a vender el azúcar a futuro.

FORTALEZAS:

- Disponibilidad de un fondo de tierra de calidad que no está en explotación;
- Buena ubicación territorial (centro del país);
- Capacidad industrial instalada;
- La producción de caña y el sistema de gestión de la misma ha alcanzado una estabilidad superior en los últimos años;
- Buen nivel técnico profesional;
- Implantación de un Sistema de Gestión de la Calidad que propicia enfrentar las tareas con mayor eficiencia en su realización;

DEBILIDADES:

- ***No se ha consolidado la Gestión por Procesos;***
- Bajos rendimientos agrícolas, generando falta de disponibilidad de materia prima e incumplimiento de los planes de producción;
- Poco dominio de las modernas técnicas de dirección;
- Insuficiente capacitación de cuadros y trabajadores;
- Insuficiente vinculación de los colectivos laborales a los resultados productivos y económicos;
- Obsolescencia técnica de la industria;
- Falta de recursos materiales para la producción, venta y mantenimiento.

Los **Objetivos Estratégicos** trazados para este periodo por la empresa contienen:

1. Mantener implantado, según cronograma aprobado, el Perfeccionamiento Empresarial.
2. Lograr integralidad en la gestión mediante la aplicación del Cuadro de Mando Integral en el Sistema Empresarial.
3. Incrementar la participación de los trabajadores en la dirección de las tareas, logrando que se sientan y actúen como dueños.
4. Lograr la estabilidad en el respeto y obediencia a la Legalidad Socialista a través de la prevención de las violaciones administrativas, así como la detección y enfrentamiento a las indisciplinas, ilegalidades y manifestaciones de corrupción, política laboral y salarial, entre otras; dándole cumplimiento a todo lo preceptuado en los cuerpos legales en vigencia, en especial, el perfeccionamiento continuo del sistema de control dispuesto en la Resolución 297/03 del Ministerio de Finanzas y Precios y la Resolución 13/05 del MAC.

5. Implantar un Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control integrado al Sistema de Gestión de la Calidad.
6. Incrementar el índice de generación eléctrica en las venideras zafras, disminuyendo el consumo de vapor y de electricidad.
7. Satisfacer las necesidades de fuerza de trabajo, desarrollando líderes de colectivos con conocimientos, habilidades y aptitudes para dirigir y ejecutar la estrategia de desarrollo.
8. Perfeccionar la organización de la producción de caña sobre la base de un modelo tecnológico sostenible que den respuesta a la demanda planificada.

Con vistas a lograr los objetivos planteados en la planeación estratégica la organización ha identificado sus procesos generales para dar cumplimiento a su estrategia. Utilizando esta lista de procesos identificados se decide clasificarlos en Estratégicos, Claves y de Apoyo para crear el Mapa de Procesos general de la Empresa, para ello se consto con la ayuda del consejo de dirección y de varios especialistas de experiencia. Como sus procesos claves se clasificaron: *Producción Agrícola, Producción de Azúcar y Proceso de Diversificación*, como se muestra en la **figura 2.2**.

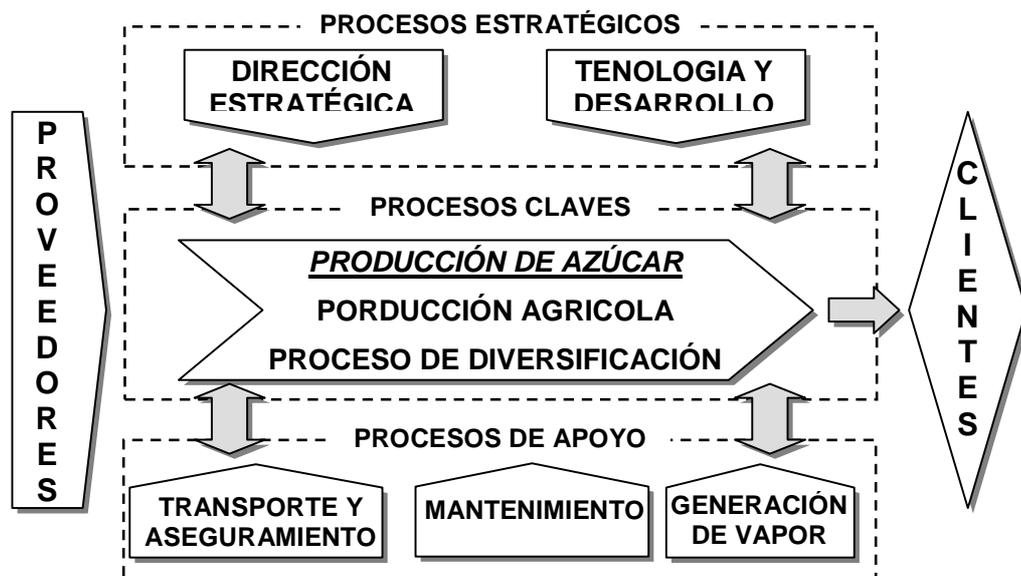


Figura 2.2: Mapa de Procesos propuesto para la Empresa Azucarera “Elpidio Gómez”.

En la actualidad la Empresa posee un fondo de tierra dedicada al cultivo de la caña de azúcar de **517,4 caballerías**, las cuales se encuentran concentradas en las Unidades de Básicas de Producción Cañeras (**UBPC**), en las Cooperativas de Producción Agrícolas (**CPA**), en las Cooperativas de Crédito y Servicio (**CCS**) y el **Banco de Semilla**, como se muestra en la **figura 2.3**.

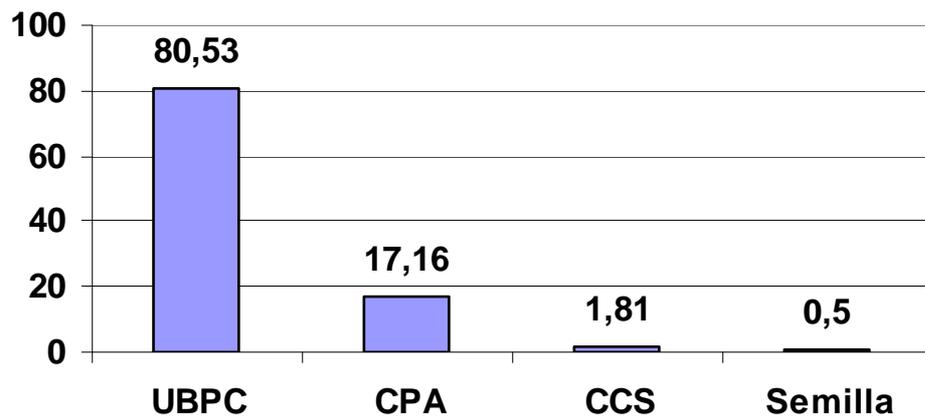


Figura 2.3: Distribución de las Caballerías de Caña con que cuenta la Empresa.

Al cierre del año pasado la relación entre el área sembrada y vacía era la siguiente.

Concepto	Área por Productor (caballerías)				
	UBPC	CPA	CCS	Banco Semilla	Total
Sembrada	5.055,6	959,2	-	32,7	6.007,5
Vacía	2.790,5	216,3	-	-	3.006,8
Porcentaje	55%	22%	-	-	50%

En la empresa, se realiza el pago por resultados al 100% de los trabajadores, que existen hoy 2 formas de sistema, uno consiste en distribuir un porcentaje de la diferencia positiva entre los ingresos y los gastos de cada centro de costo, y el otro sistema que es para la dirección de la Empresa que está en función del cumplimiento de la producción.

INDICADORES ANALIZADOS	U/M	PLAN 2008	REAL 2008	VARIACIÓN
Ventas totales	MP	9.771,6	10.016,5	244,9
Gasto material	MP	6.499,0	7.416,6	917,6
Utilidades después de impuestos	MP	370,5	4.730,8	(2.101,3)
Fondo de salarios	MP	2.309,1	2.118,0	(191,1)
Promedios de trabajadores	Uno	472	454	(18)
Salario medio	P	4.892,0	4.665,0	(227,0)
Productividad	P	8.825,0	4.194,0	(4.631,0)
Gasto de salario por peso de venta	P	0,24	0,14	(0,03)
Costo Total	MP	10.395,2	11.348,6	953,4
Costo total por peso de venta	P	1,06	1,13	0,07

En la empresa de **643 trabajadores** que trabajaban en el 2007 para el año 2008 se incrementaron hasta alrededor de **724 plazas aprobadas** de las cuales en la actualidad solo

están cubiertas **672**, de ellas **6,35%** son Dirigentes, **16,16%** son Técnicos, **69,20%** son **Operarios** mientras que en Servicios y Administrativos se encuentra el resto (**8,28%**), como se muestra en la **figura 2.4.** (Ver Anexo 4)

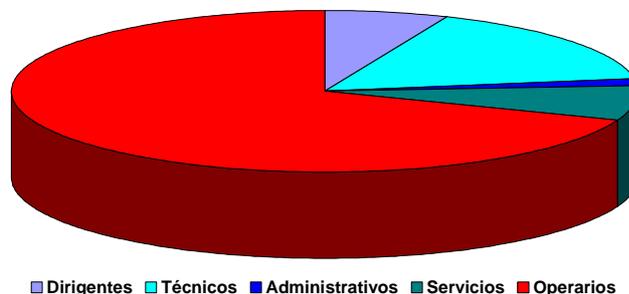


Figura 2.4: Composición de la Plantilla de la Empresa por Categoría Ocupacional

En Zafra, la actividad en el área de industria se desarrollan por turnos rotativos: de 7 a 3, de 3 a 11 y de 11 a 7. Los demás trabajadores laboran todos los días, exceptuando las áreas administrativas que laboran hasta el sábado solamente. En las reparaciones se labora normalmente de 7 a.m. hasta las 4 p.m., con régimen de descanso, de sábado corto y domingo.

La fluctuación de la fuerza de trabajo se producen en los cargos de: servicios y obreros principalmente, las cuales están motivados fundamentalmente por el surgimiento en el territorio de empresas con condiciones de trabajo más atractivas y con mejor remuneración. Los principales productos que comercializa esta empresa y su relación con cada cliente como se muestra a continuación:

Productos	Clientes
Azúcar	<i>Terminal de azúcar a granel de Cienfuegos.</i>
Miel	<i>ALFICSA Y Empresas de la Agricultura</i>
Cachaza	<i>Ministerio de la Agricultura</i>
Energía Eléctrica	<i>Empresa Eléctrica Nacional (SEN).</i>

De las ventas realizadas en el pasado año el **90%** fueron contratadas previamente y ejecutadas durante este mismo periodo hasta el **75%** de las mismas, como se muestra en la tabla siguiente:

Indicadores del año 2008	Valor (MP)
Ventas de producciones y/o servicios planificadas	11.601,60
Ventas anuales contratadas	10.441,00
Porcentaje contratadas	90,00
Ventas contratadas del período	10.177,60
De ellas: Ventas ejecutadas en el período	7.644,10

De estas ventas no se recibieron reclamaciones hasta la fecha por parte de ningún cliente de los contratados por la empresa.

Para desarrollar estos productos la empresa necesita de una gran cantidad de materiales y por consiguiente de una considerable gama de suministradores con los cuales realizar las compras de los mismos. La empresa contrato el **100%** de sus compras por un valor que supera los **\$7.283,00** y ya había ejecutado hasta el mes de abril el **74,5%** de las mismas, como se muestra en la tabla siguiente:

Indicadores del año 2008	Valor (MP)
Compras de mercancías e insumos fundamentales planificadas	7.283,00
Compras anuales contratadas	7.283,00
Por ciento contratadas del año.	100,00
Compras contratadas a recibir en el período	6.920,00
De ellas: recibidas en el período.	5.180,00

Por el área económica la empresa tuvo un incremento de sus ingresos y disminuyendo sus gastos desde el 2005, dado las reparaciones capitales y reorganizaciones realizadas en la empresa, pero en el 2008 hubo un incremento inesperado de los gastos totales, como se muestra en la **figura 2.5**.

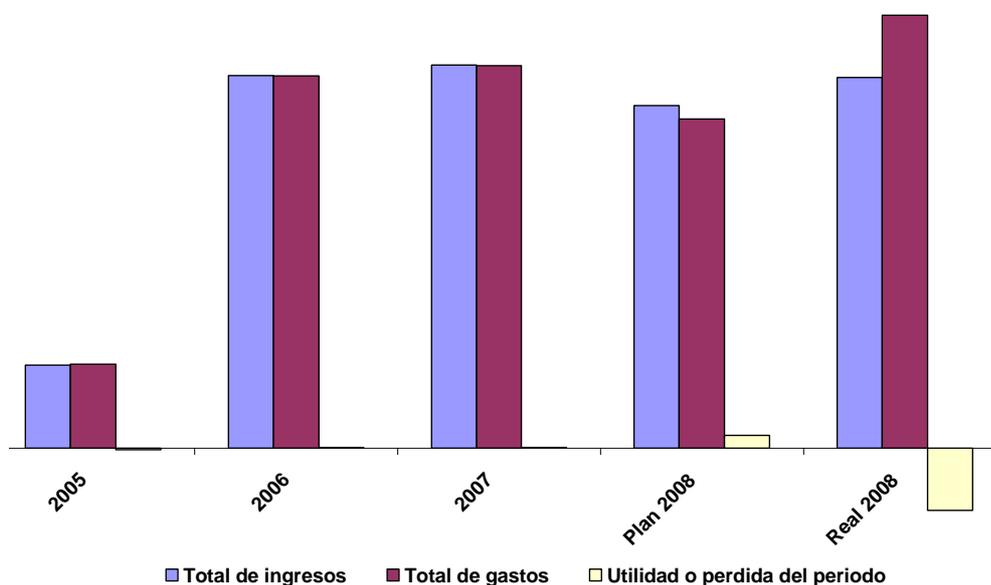


Figura 2.5: Indicadores económicos de la Empresa Azucarera "Elpidio Gómez"

Estas pérdidas se cuantificaron en **1.826.559 MP** y su mayor impacto fueron asociadas fundamentalmente al proceso de producción de azúcar. Este proceso a pesar de mostrar indicadores productivos admirables, presenta un gran número de paradas inesperadas y no

planificadas que provocaron un incremento considerable de la pérdida de tiempo e incumplimiento de los planes de producción en cada periodo.

Conjuntamente con este análisis y como resultado del inicio del proceso de Perfeccionamiento Empresarial la empresa realizó un diagnóstico en el cual se identificaron algunos problemas relacionados con el **subsistema de Producción de Bienes y/o Servicios**, entre los de mayor representatividad para la dirección de la empresa son:

- Poca diversificación actual de la producción en la Industria.
- *El incremento de la pérdida de tiempo en el periodo de Zafra (**Interrupciones**)*.
- Los atrasos en la entrega de los suministros y la no-coincidencia, en algunos casos, de estos con las solicitudes comprometen las ejecuciones de los planes.
- No se realizan Balances de Carga y Capacidad
- En el Laboratorio no tienen todos los equipos que necesitan para realizar el trabajo.
- La introducción de nueva tecnología en la UEB Fábrica de Azúcar es insuficiente.
- El transporte interno es obsoleto y está en mal estado.
- Limitado acceso de los técnicos a nuevas tecnologías e informaciones.
- Faltan equipos de comunicación entre las áreas.
- No se cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad.
- Hay dificultades en el control y ejecución de la calidad en la Agricultura.
- No se realizan controles de la disciplina tecnológica y la documentación tecnológica no es dominio de todos los trabajadores
- No existen condiciones materiales y ambientales en los puestos de trabajo y los mismos no están en correspondencia con las normas de seguridad y salud.

2.2.- Caracterización del Proceso de Producción de Azúcar de Caña

Uno de los Procesos Claves identificados en la Empresa, el proceso de **Producción de Azúcar** crudo que abarca más del **50%** del total de los resultados de la producción, seguido por las Mieles, Cachazas, Bagacillo, Bagazo, las producciones agropecuarias y la energía eléctrica que se entrega a la red nacional, como se muestra en la **figura 2.6**. (Ver **Anexo 5**)

El proceso de producción de azúcar tiene una capacidad potencial de molida para **250 mil arrobas por día**, cuenta con un bloque energético de 85 Toneladas de vapor/hora a 18 Kg/cm² y 310 °Celsius en vinculación con una Planta Eléctrica de 3 MW que cubre las necesidades industriales y permite la entrega a la red nacional de más de 18 Kw por tonelada de caña molida.

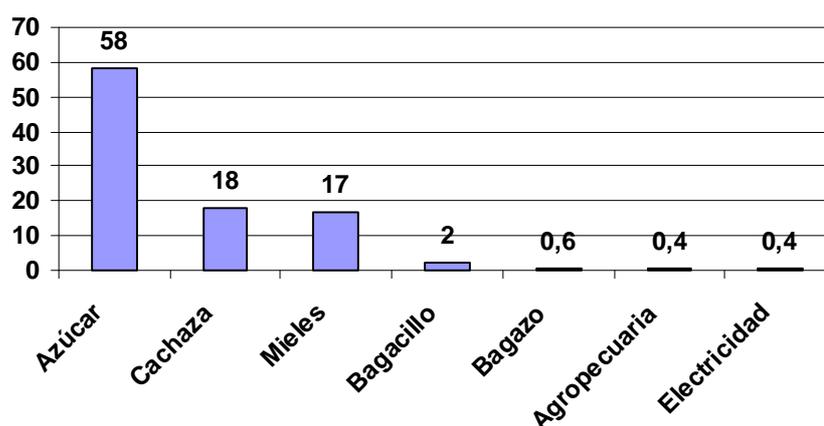


Figura 2.6: Composición de los Ingresos obtenidos de las producciones realizadas.

Posee un Tandem (**Molino**) parcialmente electrificado y una Casa de Calderas en la que se han introducido novedosas técnicas para la compactación del proceso, Cristalización, Clarificación y Centrifugación con el objetivo de incrementar la calidad en el azúcar. Se producen alrededor de **287 Toneladas de Azúcar por día**.

Aproximadamente el **88%** de la caña molida proviene del corte mecanizado, las variedades predominantes son: CP 5243 y C 32368, proveniente de 2 Centros de limpieza o de Acopio.

En este proceso cuenta con una plantilla de **353** puestos de trabajo donde en la actualidad laboran alrededor de **323** trabajadores lo que representa un **48,76%** de la plantilla de la Empresa y se encuentran distribuidos en las áreas de:

	<u>%</u>
• Dirección de la Fábrica de Azúcar	1,45
• Grupos de Economía y Recursos Humanos	3,96
• Áreas del Proceso de producción	13,03
• Turnos Integrales	42,49
• Departamento de Mantenimiento	18,69
• Centros de Acopio	20,39

El mayor porcentaje de la plantilla se encuentra distribuida en los turnos integrales de trabajo los cuales laboran en cada uno de los subprocesos del proceso de producción de azúcar durante el tiempo de zafra.

Del diagnóstico realizado con el Perfeccionamiento Empresarial, se identificó las pérdidas de tiempo en el periodo de zafra como una de las causas principales que afectan la eficiencia y eficacia general del proceso de producción de azúcar.

Al analizar el comportamiento de las Interrupciones en el proceso durante la zafra del 2008 se determino que más del **50%** las interrupciones producidas se originaron por problemas organizativos y tecnológicos del proceso, como se muestra en la **figura 2.7**.

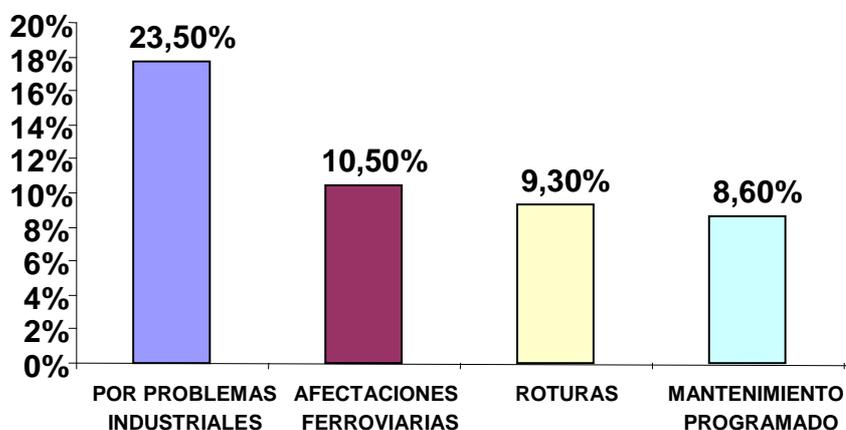


Figura 2.7: Distribución de las interrupciones del proceso de Producción

Este proceso tiene capacidades potenciales para lograr producciones mayores, pero no es posible aprovecharlas por falta de materia prima y tiempo perdido principalmente por problemas industriales. Del mismo equipo de expertos se obtuvo que las roturas se convirtieran en impredecibles y los mantenimientos se programan generalmente cada 11 días pero nunca se cumple dicha planificación y esto alargaba la duración de dicha actividad. Por consecuencia se alargan las paradas por tiempo ilimitado en el proceso de producción del azúcar.

2.2.1.- Descripción general del Proceso de Producción de Azúcar

El proceso de producción de azúcar promedia en las zafras una capacidad de molienda aproximada de **2.727 toneladas de caña por día**, con un rendimiento promedio de **11,5%**, con el cual se producen unas aproximadamente **313 toneladas de azúcar diarias**.

La azúcar de caña como producto para su obtención debe pasar por varias etapas de transformación: Molida, Purificación, Evaporación, Cristalización y Centrifugación, como se muestra en la **figura 2.8**.

El proceso como tal se inicia después que la Caña de azúcar fue cortada, llevada a un centro de limpieza y luego entregada al proceso por medio de un sistema de transporte (camiones y ferrocarriles). Cuando la Caña llega al proceso se transporta hacia un basculador, el cual consiste en una plataforma colgante colocada por encima del extremo del conductor y es volteado por medio de un sistema hidráulico, es decir los camiones cargados son sujetos por una cadena de forma tal que cuando el basculador se inclina el cargamento de caña cae en el conductor.



Figura 2.8: Sub-procesos y etapas del proceso de Producción de Azúcar de Caña.

Este presenta una estera de tablillas que conducen la caña desde el punto de descarga hacia los rompe bulto que son los encargados de romper el colchón de caña. Después pasan a los niveladores o gallegos para facilitar el trabajo de las cuchillas que están destinadas a nivelar los puntos demasiados abultados en la caña que se encuentra en el conductor y a obtener una mayor cantidad de jugo en la desmenuzadora, este equipo es donde ocurre la primera extracción del jugo y consiste esencialmente un par de masas pesadas que rotan a una velocidad muy lenta. (Ver **Anexo 6**)

Luego continua a los molinos en este caso tenemos cinco que son de tres masas horizontales, constituidos por cuerpos cilíndricos de hierro fundido, en esta etapa se obtiene bagazo (que se utiliza en las calderas de vapor) y jugo mezclado para la posterior producción de azúcar crudo. El vapor que se genera en las calderas es de gran importancia porque a raíz de él se produce energía eléctrica a través de los turbo generadores, los cuales también producen vapor que se aprovecha en los equipos tecnológicos. El jugo que viene de los molinos es alcalizado por la adición de lechada de cal, el encalamiento tiene dos etapas fundamentales una es prealcalización en frío y otra rectificación en caliente. El jugo pasa a los calentadores que estos son capaces de elevar la temperatura hasta un rango de 103⁰- 105⁰ C, luego al tanque Flash donde ocurre la alcalización en caliente el cual está provisto de deflectores para lograr una mezcla homogénea entre el jugo y la cal. Con la reacción de cal y una completa precipitación de fosfato tricálcico se forman los núcleos de sedimentación que arrastran las impurezas hacia el fondo del clarificador y forman la cachaza. Esta es bombeada a un recipiente cilíndrico con movimiento interior llamado cachazón donde se mezcla con el bagacillo fino proveniente de los

molinos para formar la torta que pasa a los filtros para extraerle el jugo que contienen. El jugo claro que proviene del clarificador se determina el PH que debe estar entre 6.7-7.2 para conocer su acidez, luego pasa por un filtro de jugo claro para eliminar la presencia de partículas finas o sea el bagacillo. Después que el jugo se filtra pasa para los pre- evaporadores donde existe una evaporación primaria, estos operan relativamente a presiones muy altas, luego el proceso continúa hacia los evaporadores, aquí ocurre una evaporación secundaria porque se consume el vapor de escape o vapor de jugo de los evaporadores primarios, además estos vasos tienen como función evaporar el jugo y eliminar la mayor cantidad de agua a un 75%.

La meladura que viene de los evaporadores se lleva a los tachos donde se siguen concentrando hasta que aparecen los cristales de azúcar. Los cristales se alimentan con meladura y alcanzan un tamaño adecuado para ser purgados en la templa. De aquí se obtiene el primer azúcar comercial y miel **A**, esta se utiliza nuevamente para la fabricación y cuando es purgada se obtiene azúcar de segundo y miel **B**, de esta miel **B** se obtiene azúcar de tercera (semilla) la cual es utilizada como base para la fabricación de azúcar comercial y miel final. Las masas cocidas **A y B** se descargan en los cristalizadores de primera y segunda y la masa cocida **C** en los cristalizadores de tercera, cuando las masas cocidas pasan a las centrifugas que tienen una forma cilíndrica y tienen como función separar la miel de los cristales o sea recibir la masa cocida y dar salida a la miel, esta es la última etapa del proceso donde se obtiene el azúcar de primera y de segunda, es decir el azúcar comercial, el azúcar de tercera o semilla y la miel final que sale de la fábrica. (Ver **Anexo 7**)

Finalmente esta azúcar comercial que sale de la centrifuga pasa por un conductor hacia las torvas, para ser transportadas en camiones para los clientes finales o consumidores.

Dadas las interrupciones detectadas como una de las afectaciones, clasificada como la más relevante, en el proceso de producción se realizó un seguimiento mediante el sistema **CONTLAB 8.7 de HAVASOFT**. Este sistema informativo sirve de herramienta en el análisis y control de los problemas del proceso productivo de la caña de azúcar. Este sistema ha sido instalado y puesto en marcha en todas las Empresas Azucareras del país para mejorar la gestión de los procesos productivos. El análisis se realizó desde el día 8 de Enero hasta el 28 de Marzo, periodo que duró la zafra del 2008 y del cual se obtuvieron los resultados siguientes:

DATOS DE MOLIENDA	VALOR	DATOS DE MOLIENDA	VALOR
Días Totales de Zafra	81,00	Toneladas de Caña Molidas	142.052,04
Días Efectivos Moliendo	51,56	Toneladas por día Zafra	1.753,73
Aprovechamiento Molida	63,65	Toneladas por día Efectivo	2.754,66
Índice de Estabilidad	32,15	Tonelada de Crudo a Granel	14.666,60

Como se puede observar se trabajó en esta zafra para un aprovechamiento del **63,65%** de los días de producción, lo que representa **29,44 días perdidos** por interrupciones ocurridas en el

proceso. Con un índice de estabilidad bastante bajo del **32,15%** el proceso de producción presento considerables perdidas de tiempo por diferentes causas que afectaron a todos los subprocesos y áreas del mismo, como se muestra en la **figura 2.9**.

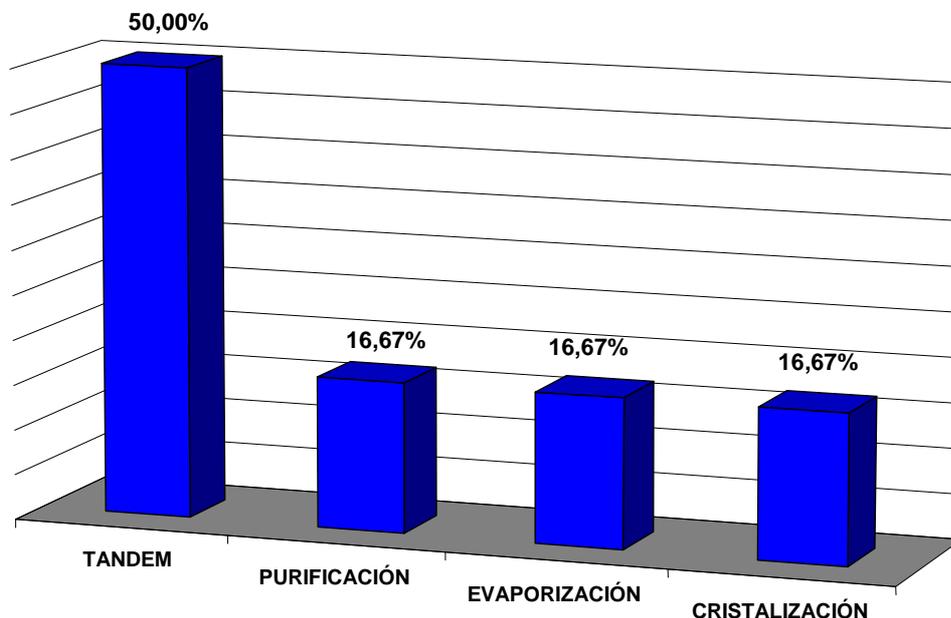


Figura 2.9: Comportamiento de las Interrupciones por Áreas del Proceso.

El **50% de las interrupciones** ocurridas en el proceso de producción de la Azúcar fueron registradas en el Área del Tandem o subproceso Molienda de la Caña. Por tal razón en esta investigación el análisis se orienta al proceso de Molida de Caña de Azúcar con el objetivo de identificar las causas fundamentales que originan estas interrupciones e identificar aquellas medidas que permitan disminuir las perdidas de tiempo y mejorar el desempeño del proceso para la próxima zafra.

2.3.- Descripción y análisis del subproceso de Molida de Caña

La caña de azúcar es una hierba que, por su contenido de sacarosa, vale la pena molerla con fines de fabricación. Su cultivo se propaga por medio de estacas o tallos enteros que se plantan en surcos y después se cubren con una ligera capa de tierra, cada yema es capaz de producir una planta y de cada una de estas plantas nacen varios tallos o renuevos que forman una cepa. El corte de la caña se realiza a mano o de forma mecanizada, cortando los tallos a ras del suelo y cortando y separando el cogollo y las hojas. Una vez recolectada la caña se traslada al central y es pesada en grandes básculas de plataforma dentro de las unidades de transportación ya sean vagones de ferro carril o camiones habilitados con las condiciones necesarias.

El proceso de limpieza, es un proceso auxiliar al de transporte y se ha hecho necesario por la introducción del corte mecanizado y de las normas de corte manual para centro de limpieza. Se basa en la eliminación de aproximadamente **el 50 % de las hojas** y del cogollo que acompañan a la caña y que pueden traer consigo la introducción de impurezas en el proceso de producción.

Cuando la caña llega a la factoría se extrae de los vagones o camiones inclinando los mismos en sendas plataformas basculantes que vierten la caña al transportador. Estos basculantes están dispuestos de forma tal que los vagones descargan por un costado que está provisto de bisagras en la parte superior y los camiones y remolques por un extremo.

El proceso de molienda puede dividirse en dos partes:

• **Preparación de la caña.**

• **Molienda de la caña.**

La preparación de la caña se basa en el quebrantamiento de la estructura dura y la fractura de las células, y se realiza mediante el uso de los rompe bultos, niveladores o gallegos, y de las cuchillas de picar caña. Los primeros se encargan de romper los bultos que forma la caña al ser descargada en el transportador y de nivelar el colchón sobre la estera elevadora.

Las cuchillas de picar consisten en un eje provisto de machetes con una separación entre las hojas de aproximadamente $\frac{3}{4}$ de pulgadas (**19 mm**) que giran en el mismo sentido en que viaja la caña sobre un conductor construido con tablillas de acero traslapadas para evitar la pérdida de astillas de caña, cuyo uso permite una alimentación más pareja a los molinos, aumenta la capacidad del Tandem, y logra una mayor efectividad del agua de maceración, y el resultado de esto es un aumento en la extracción de sacarosa.

La molienda de la caña se realiza en el Tandem, el que está formado por un juego de 5 molinos, cada uno formado por tres masas o rodillos dispuestos en forma triangular y que se conocen como superior, situado sobre los otros dos, el cañero sobre el cual pasa la caña al entrar en el molino, y bagacero, aquel sobre el que pasa el bagazo al salir del molino. La extracción del jugo ocurre por el efecto de la presión que se ejerce sobre la masa superior, haciendo uso de aire comprimido en un cilindro como acumulador de presión. Los procedimientos en la aplicación de presiones varían según la cantidad de caña molida, su contenido de fibra, el largo y diámetro de los rodillos y la cantidad de agua de imbibición aplicada.

Con el equipo que acabamos de describir la caña pierde del **70 al 80%** de su peso en jugo al pasar por el primer molino, sin que se conozca procedimiento alguno para reducir el producto final a algo que no tenga proporciones iguales de residuo leñoso y jugo. La imbibición compuesta es el procedimiento utilizado para elevar la eficiencia del Tandem y consiste en

aplicar agua al bagazo que va al último molino (5to) y el guarapo o jugo de este molino se aplica al bagazo que entra al 4to molino, el jugo que extrae este cuarto molino se aplica al bagazo que entra al 3er molino y así sucesivamente. (**Vea anexo 8**).

Los guarapos que extraen los molinos contienen partículas de bagazo, llamadas bagacillo, que es necesario eliminar antes que el jugo pase al proceso de clarificación, para ello el guarapo impulsado a través de bombas intupibles se hace pasar por un colador rotativo o giratorio del cual se obtiene un jugo que va a fabricación y el bagazo separado se incorpora a la entrada del segundo molino.

La limpieza y el saneamiento en ésta área son elementos de gran importancia para disminuir las pérdidas de azúcar por la acción de los microorganismos. Para ello se usan mangueras de agua caliente y un sistema de limpieza automático con vapor.

2.4.- Diagnostico del Proceso de Molido de Caña

El diagnostico del proceso, fue realizado utilizando la metodología descrita en el **capítulo 1**, la cual abarca nueve dimensiones, de las cuales han sido abordadas solamente cinco, relacionadas con el estado físico-técnico y el de la infraestructura. El diagnostico de los métodos de dirección y los aspectos relativos a valores son dimensiones más abstractas y por lo tanto, necesitan de un tiempo más prolongado para su completamiento y se proponen para investigaciones futuras del proceso.

- **Dimensiones Físico Técnicas**

1. Estructura del proceso:

La producción de Azúcar de caña es un proceso continuo, por tal razón la molido de caña es uno de los subprocesos vitales en la obtención de los resultados esperados en rendimientos. El régimen de entrega de caña establecido es continuo, tres turnos de trabajo, garantizando los parámetros limpieza exigidos en las especificaciones del producto:

- Porcentaje de Acidez menor que el 4%;
- El PH entre los 5 y 5,5;
- Porcentaje de Fibras menor del 16%.

Las entregas son convenidas y estimadas con cada centro productor pero su comportamiento real está determinado por varios factores que pueden variar el ritmo deseado en el proceso:

- Los Centros de limpieza;
- Fenómenos Naturales;
- La producción de caña (UBPC, CPA, CSS, granjas);
- Transportación de MINAZ;
- Transporte Ferroviario.

En algunas ocasiones se hacen esperar las entregas de caña por la realización de alguna operación de mantenimiento. Cada centro responsable de una parte de la transportación no cumple con las programaciones establecidas para mantener el flujo continuo de caña hacia el proceso de producción y de manera inversa sucede igual.

Al analizar la existencia de entradas inconsistentes o imprevistas en los procesos de trabajo, se aprecia que una de las limitantes fundamentales de este proceso está en la programación preventiva de la entrega de caña a los molinos.

2. Estructura tecnológica:

Actualmente en el proceso en general las comunicaciones se realizan por medio de documentos o verbalmente, además, no existe una red automatizada de información que permita controlar el proceso en cada punto a tiempo real.

El acceso a mucha de la información del proceso es deficiente, pues el proceso no está automatizado, al no estar en soporte electrónico. El registro de la información se hace a posteriori. La mayoría de la información relacionada con las actividades y subprocesos que se ejecutan, se elaboran manualmente.

Existe un sistema diseñado en la sala de control para el registro de los sucesos del proceso así como los indicadores pero no están conectados en tiempo real al proceso y las operaciones de entrada de datos pueden variar según las causas reales observadas.

3. Estructura organizativa:

El proceso esta estructurado y dividido en dos áreas fundamentales. La primera es Recepción y Manipulación, cuya relación se establece con los transportadores. La segunda es la de Molienda, que establece las relaciones con la primera y los demás subprocesos productivos que conforman el flujo de producción de azúcar. (**Ver ANEXO flujo**)

Las relaciones de trabajo dependen fundamentalmente de la existencia de la materia prima para iniciar el intercambio de flujos e informaciones entre áreas. Este proceso por su continuidad tiene la característica que no puede obtener azúcar sin existir una entrada de caña por los molinos.

Distribuido en una línea de producción en forma de cadena continua de carácter físico-químico, donde el obrero no tiene contacto directo con el producto, por lo tanto, para los trabajadores de los molinos se requiere, por el momento, fundamentalmente habilidades en el manejo de las maquinas, herramientas y conocimientos generales de la tecnología y del proceso de transformación del producto.

El trabajo de los obreros de los molinos es altamente especializado, no así el de los técnicos; los cuales son los responsables de cumplir con los requisitos de molienda y de la supervisión de

las funciones técnicas del proceso en el área. Mediante la observación de las tareas asignadas a cada trabajador y su comprobación en el comportamiento del proceso.

- **Dimensiones infraestructurales**

4. Estructura de compensación:

Las políticas de compensación están centradas en las recompensas con carácter material, específicamente salariales, aunque se ofrecen algunas estimulaciones a destacados en diversos periodos de producción, que puede expresarse desde un almuerzo especial hasta un certificado de reconocimiento por labores o innovaciones.

Para las recompensas salariales se establece un sistema de pago en divisa por cada tonelada de azúcar obtenida, el cual se distribuye por todas las áreas del proceso productivo a los trabajadores directos. Este incentivo puede ser afectado a determinados trabajadores por problemas de disciplina laboral o tecnológica. No se incentiva materialmente por las acciones que realizan los trabajadores por disminuir las pérdidas de tiempo por paradas en el proceso, por lo tanto, no existe un nivel adecuado de correspondencia entre los objetivos de desempeño del proceso y los sistemas de recompensas materiales.

Está claramente definido el sistema de recompensas salariales y cualquier variación en este se informa a los trabajadores, sin embargo, no hay una participación activa de estos últimos en la proyección de los sistemas de recompensa.

Al tener su base en un pago fijo (a tiempo), la recompensa pierde relación directa con el desempeño real del proceso y los resultados, tanto de producción como de molienda de caña.

5. Sistemas de Medición:

En el proceso de molienda y en el de producción no existe un sistema de retroalimentación para conocer la satisfacción de los clientes o de la situación de los suministradores. Solamente se registran aquellos indicadores generales del proceso a posteriori y basados en las comparaciones de planes por periodos. Esta información solo hace conocer el desempeño del proceso después de la acción y no se toman todas las medidas para mejorar los resultados esperados en el desempeño próximo.

A nivel de macroproceso, se calculan los indicadores de eficiencia, relacionados con la fuerza de trabajo, los equipos e instalaciones y los materiales, sin embargo estos no se conocen a nivel de los subprocesos y mucho menos se utilizan para adoptar medidas que permitan mejorar la eficiencia de los mismos.

También existe un sistema que registra el costo unitario del producto, pero solo está orientado a la planificación y a su posterior archivo, y no se toman decisiones a partir de los resultados.

Este sistema contiene deficiencias, pues este costo se calcula solo al final de cada mes, asumiendo así para todos los días que hubo producción en el mes; un costo unitario invariable. Generalizar este costo es un error, pues como se demuestra en el anexo 9, las toneladas de Caña molida, y de azúcar que se obtienen varía considerablemente todos los días, provocando que el costo unitario inevitablemente, varíe.

En el proceso general se ha instalado un sistema informático desde el año 2006 que ha sido subutilizado y no se mantiene actualizado con los resultados que se obtienen a diario. En el se muestran todos los indicadores necesarios a controlar durante el periodo de zafra que se establezca. Este está expresado mediante los resultados que los análisis inherentes al producto en cada punto de su proceso de producción y las constantes supervisiones que realizan los jefes de turno y tecnólogos en toda la línea.

2.5.- Análisis de las Pérdidas de Tiempo en el Proceso de Molida de Caña

Desde la zafra del 2004 se viene produciendo en el proceso general paradas o interrupciones por tiempo indeterminados y las cuales se asocian a diferentes causas y fenómenos. Por lo que se decide en el 2008 dados sus incrementos por encima de los 5% anuales, trazar una política de mejora agresiva hacia las causas que provocan estas perdidas de tiempo. La estrategia va dirigida a disminuir la probabilidad de ocurrencia de las causas y así como prevenir la ocurrencia de las más predecibles.

En el proceso de Molida de Caña, en conjunto con los técnicos y obreros de más experiencias, a través de una tormenta de ideas, se han identificado y relacionadas con sus causas, las interrupciones ocurridas en el proceso son:

- Afectaciones en el proceso ocasionadas por fenómenos naturales ocurridos en ese periodo;
- Interrupciones ocasionadas por actividades de Limpieza o Mantenimiento de los Molinos y otros equipos del proceso;
- Afectaciones provocadas por entidades externas al proceso de Molida;
- Interrupciones por falta de caña agrícola para ser molida;
- Interrupciones operativas ocurridas en el proceso;
- Afectaciones de la transportación de la Caña hasta los molinos;
- Las Roturas o deficiencias de equipos ocurridas en el periodo.

Estas causas identificadas tuvieron un impacto en el aprovechamiento del tiempo de zafra planificado pero además redujeron la molienda prevista, como se muestra en la **figura 2.10**.

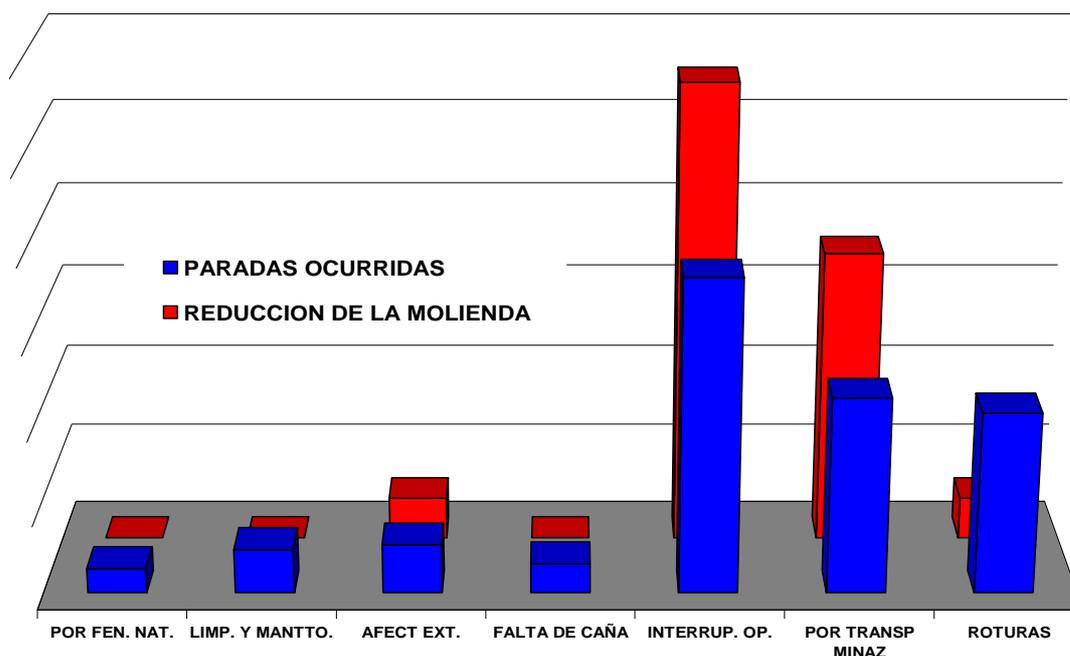


Figura 2.10: Comportamiento de las Interrupciones en el subproceso de Molienda de Caña

Como se puede observar de las **171 Paradas** ocurridas en el Molino o Tandem, el **82,46%** se deben fundamentalmente a las causas ordenadas a continuación por la cantidad de paradas provocadas:

- | | |
|---|-------------|
| 1. Interrupciones Operativas; | (64) |
| 2. Afectaciones por Transportación; | (40) |
| 3. Roturas o deficiencias de los equipos. | (37) |

De estas tres causas la que mayor cantidad de paradas registro fueron por las **Interrupciones Operativas** con **64**, de las cuales 11 provocaron una reducción de la molienda en un **55%** del total que se dejó de moler por todo el proceso.

Seguida por las **Afectaciones por falta de transportación** con **40 paradas**, quien no depende de la organización del proceso por lo que no será analizada en esta investigación.

En tercer lugar de las más significativas e encuentran las causas relacionadas con **Roturas o Deficiencias de los Equipos** las cuales provocaron **37** de las paradas registradas, pero además fue la causa por la cual se perdió mayor cantidad de tiempo en el proceso con más 200 horas muy seguido por la Falta de Transportación (*con 204,41 horas perdidas*) y las Interrupciones Operativas con **115,51 horas**, como se muestra en la **figura 2.11**.

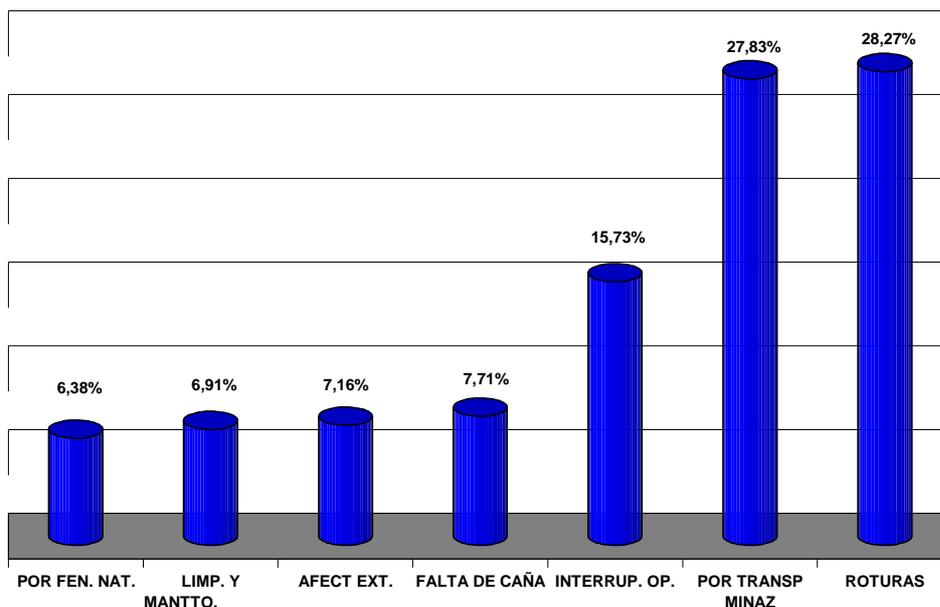


Figura 2.11: Distribución del Tiempo Perdido en la Moida de Caña.

Si se analiza la cantidad de horas perdida por las interrupciones en el Tandem suman un total de **207,63 horas**, lo que representa aproximadamente **8,65 días** y multiplicado por la cantidad de toneladas días promediados por el proceso (**2.754,66 t/d**) se obtienen **23.831,24 toneladas**.

Por tal razón se propone un análisis de aquellos equipos del proceso para identificar las causas reales de sus **Roturas** y la determinación de las **Interrupciones operativas**, como se muestra en la **figura 2.12**.

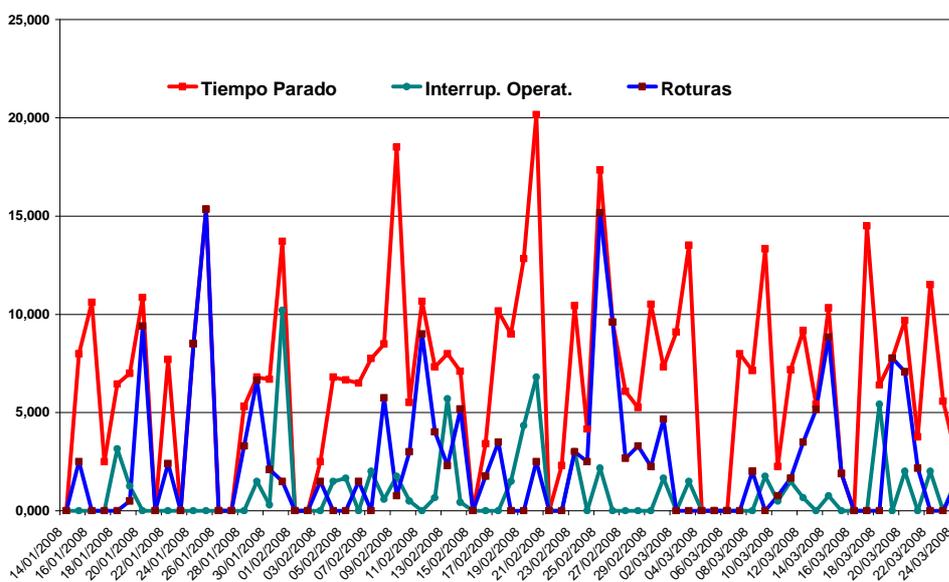


Figura 2.12: Tiempo Perdido Total, Roturas, e Interrupciones Operativas en la zafra 2008.

En el primer grupo (**Rotura o Deficiencia de Equipos**) se encuentran aquellas en las que se produce fractura o deflexión de la pieza, u otro efecto similar en algún componente o pieza del equipo principal o sus auxiliares, o algún defecto que sin constituir rotura, impide el funcionamiento eficiente del mismo y cuya corrección requiere trabajos de sustitución o reparación debido al daño sufrido.

El problema de las roturas radica en la utilización de un solo motor para poner en movimientos los diferentes molinos del área, y al ser un proceso en línea la parada de un molino implica todo el proceso en general. Además estos equipos forman parte de una tecnología atrasada que necesita de un cambio general, para alcanzar resultados positivos de inmediato.

Para disminuir las roturas se ha proyectado una inversión de electrificación del equipamiento de los molinos que más interrumpe la continuidad del proceso. Se sustituyen ambas turbinas de vapor por dos motores eléctricos de 630 kw, 900 R.P.M, 6300 Volts, sin efectuar cambios en las transmisiones existentes.

Bajo condiciones anteriores el balance de vapor en el proceso era insatisfactorio totalmente y la capacidad instalada en la planta eléctrica (3000 kw) solo podría ser explotada al 83 %. Mientras que con la electrificación total de los molinos todo cambia favorablemente el balance de vapor mejora con una inyección por reductora de un 12 %, es factible y necesario la instalación del generador de 3000 kw, se podrá cogenerar ~ 400 kw y se puede explotar la nueva capacidad instalada de 4500 kw a un 79 %.

En la actualidad esta inversión se encuentra a un 46% porcentaje de ejecución y se planifica su terminación con anterioridad para el próximo periodo de zafra. Esta inversión para el subproceso de molienda comprende las soluciones siguientes:

- Sustituir el juego de cuchillas por un sistema de martillos oscilantes (swing – back).
- Sustituir la turbina de vapor “skoda” de 1150 H.P que mueve los molinos No. 1 y 2 por un motor eléctrico de 630 Kw, 900 rpm 6300 V.
- Sustituir la turbina de vapor “skoda” de 1150 H.P que mueve los molinos No. 3 y 4 por un motor eléctrico de 630 Kw, 600 rpm, 6300 V.
- Cambiar la transmisión de alta de los molinos No. 1 y 2 por un piñón de 39 dientes modulo 26 y catalina de 98 dientes, modulo 26.
- Sustituir el motor de 320 Kw, 720 rpm, 480 V que mueve el molino 5 por otro de 320 Kw, 600 rpm y 6300 V.
- Instalar bancos de resistencia para poder regular la velocidad de los molinos.

- Instalar conductores de arrastre y tolvas “Donelly” en todos los molinos, pero es especialmente en el No. 4 y No. 5 para a voluntad poder sacar y poner en línea uno de los dos.

Las **interrupciones operativas**, por su parte, son consideradas aquellas afectaciones no atribuibles al equipo en sí, sino que son producidas por influencias objetivas y subjetivas ajenas a éste y que conllevan a la paralización del proceso. Como causas principales que ocasiona el hombre en el tiempo perdido se encuentran:

- Operación incorrecta en el área.
- Ausencia del personal.
- Negligencia del operario.
- Operario improvisado.
- Personal accidentado en el área.
- Violación tecnológica del operario.
- Baja calificación del operario.
- Abandono del puesto de trabajo.

Para disminuir las paradas relacionadas con las interrupciones operativas se proponen las medidas siguientes:

- Organizar los trabajadores en Colectivos de trabajo por áreas y establecer indicadores para medir y estimular el desempeño de los obreros;
- Trabajar en el completamiento de la plantilla necesaria para el proceso;
- Resaltar e incentivar el sistema de recompensa de los trabajadores por área;
- Dar facilidades de capacitación al personal de operación para tratar de mantenerlo en la empresa todo el año y aumentar su preparación;
- Mejorar la selección del personal calificado y capacitar los existentes para garantizar la estabilidad del proceso y de su fuerza de trabajo en zafra;
- Documentar las actividades y riesgos tecnológicos del proceso, así como presentársela a los trabajadores para mantenerlos actualizados con los cambios realizados y puedan identificar las causas que pueden provocar sus errores o negligencias;
- Reactivar al 100% el uso de los medios y cumplimiento de las medidas de protección e higiene del trabajo para disminuir los accidentes;
- Establecer un riguroso control de las ausencias y negligencia de los trabajadores para su correspondiente amonestación o señalamiento personal.

CAPÍTULO 3: CREACIÓN DEL CASO DE NEGOCIO

Después de analizar el proceso principal de la empresa y realizado el diagnostico organizativo del subproceso de Molido de caña y las causas de las perdidas de tiempo de este proceso, se procede entonces a la creación del caso de negocio. O sea, sobre la base de los datos recopilados en los principales índices del proceso, se pretende encontrar las tendencias y elaborar los pronósticos para, con información cuantitativa, poder definir la necesidad de proyectar o no un cambio radical para mejorar los problemas detectados.

3.1.- Series históricas de parámetros esenciales del proceso de producción de Azúcar

En el **Anexo 9** se pueden apreciar las series históricas de datos correspondientes a la zafra del 2008:

➤ Toneladas de Caña Molienda por día;	➤ Tiempo Perdido en Paradas por día;
➤ Toneladas de Azúcar por día;	➤ Tiempo Perdido por Interrupciones Operativas;
➤ Paradas producidas por día;	➤ Tiempo Perdido por Roturas.

Es necesario señalar que estos no son los únicos indicadores generales que se pueden cuantificar y analizar en este proceso, pero sí los más accesibles en lo que refiere a información. Pues otros parámetros deseados constituyen informaciones reales que se registran en el proceso pero que no se puede tener acceso a su publicación fuera de la empresa.

Como se observa en el mencionado Anexo, los datos fueron registrados desde iniciado el año 2008 hasta finales del mes marzo (día 28), en que se finaliza el proceso de producción oficialmente.

Solo se pudo tomar esta información como confiable, pues de periodos anteriores no se encontraron todos los documentos y no existía el sistema de control de datos del proceso que se ha implementado desde el 2007 en la empresa. Pero solo se tomo el 2008 para evitar sesgos y eliminar cambios en las series debidos al inicio del uso del sistema.

3.2.- Aspectos teóricos sobre Series Cronológicas

Antes de comenzar el análisis de tendencia en las series cronológicas y el pronóstico de las mismas, se hace necesario tener en cuenta varias consideraciones al respecto, las cuales se analizan a continuación.

Una serie cronológica consiste en una sucesión de valores correspondientes a una variable o un indicador, los cuales son tomados a intervalos generalmente iguales, de tiempo. El desarrollo del indicador en el tiempo constituye un proceso estocástico.

Mediante el análisis de las series cronológicas correspondientes a un determinado proceso estocástico, se permite una mejor comprensión del proceso y ayuda a formular hipótesis sobre el desarrollo del indicador analizado en el tiempo.

Existen varios instrumentos para detectar si una secuencia de datos es o no una serie. Todos se fundamentan en el siguiente razonamiento: si una secuencia no es completamente aleatoria, entre sus valores debe existir determinado grado de correlación.

Así, mediante la exploración gráfica de una secuencia se puede apreciar el comportamiento irregular o no de sus valores representados en el gráfico. Aunque esta prueba no es definitiva de la existencia de aleatoriedad, o correlación entre sus valores, puede dar una idea primaria sobre esta característica.

Existen pruebas más apropiadas para la detección de correlación en series temporales, dentro de estas se incluyen:

La prueba de autocorrelación simple o correlograma: en la **figura 3.1** se muestra el gráfico de esta prueba. La línea punteada enlaza los extremos de no diferencia significativa de 0 para el estimador r_k . Un coeficiente es significativamente diferente de 0 cuando sobrepasa la línea punteada, si al menos uno de los coeficientes (barras) presenta este comportamiento, se considera a la secuencia de datos una serie. El coeficiente de autocorrelación (P_k) mientras más se acerque al módulo de 1 mayor será la correlación entre los valores, con una diferencia de k unidades de tiempo (distancias por periodos de tiempo k). En caso contrario que $P_k=0$, la secuencia es aleatoria.

Residual Autocorrelations for CañaMolida

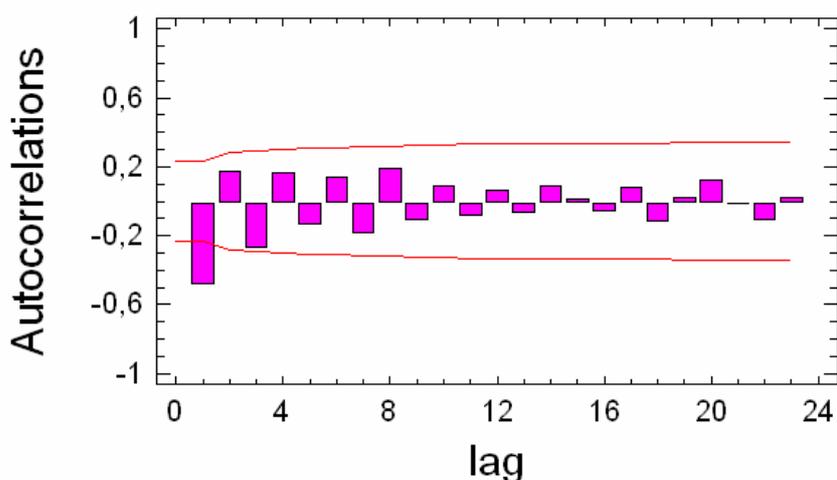


Figura 3.1: Gráfico de autocorrelaciones simples.

Otra prueba es la autocorrelación parcial; mientras la prueba anterior brinda un retardo tanto para la correlación entre los valores de la variable con una diferencia de k intervalos de tiempo, como la correlación para retardos menores, la autocorrelación parcial brinda solo las correlaciones para la diferencia estricta de k intervalos de tiempo. De forma similar a la simple, la función de autocorrelación parcial es el conjunto de coeficientes de autocorrelación parcial desde el retardo $k=1$ hasta un máximo posible de retardos igual a la mitad de la cantidad de valores contenidos en la secuencia.

Las componentes de una serie cronológica son:

1. Tendencia (**T**);
2. Estacionalidad (**E**);
3. Ciclo (**C**);
4. Irregular o Residual (**I**).

La tendencia, señala el rumbo o dirección general del movimiento de la serie. Se caracteriza por un movimiento suave, uniforme y lento durante un periodo de tiempo. La tendencia puede describirse en muchas ocasiones por una función dependiente del tiempo. O sea: $T = f(x)$

Donde "f" es una función y "x" resulta la variable tiempo.

Algunos autores consideran como funciones representativas de tendencias aquellas que presentan a lo sumo un extremo (Máximo o mínimo) local. En otras situaciones en que la serie no manifiesta mucha uniformidad con su comportamiento, es preferible expresar su tendencia mediante medias móviles.

Los estadísticos utilizados más comúnmente para medir la bondad del ajuste de un modelo de tendencia son:

- **Error Medio:** es el indicador principal para medir la bondad de ajuste del modelo de tendencia de la serie. Se estima como el valor absoluto de la media aritmética de las diferencias entre valores observados y esperados o el valor absoluto de la suma de esas diferencias. Mientras más cercano esté el error medio a 0, más adecuado será el modelo de tendencia;
- **Error cuadrático medio:** es la media aritmética de la suma de las diferencias cuadráticas entre valores de la serie y valores producidos por el modelo para iguales momentos de tiempo. Mientras menor sea, más adecuado será el modelo;

- **Error absoluto medio:** es la media aritmética de la suma de las diferencias absolutas entre valores de la serie y valores obtenidos con el modelo para iguales intervalos de tiempo. Mientras menor sea, más adecuado será el modelo;
- **Porcentaje de Error cuadrático medio:** es el error cuadrático medio, pero expresado en porcentajes. Tiene como finalidad salvar los inconvenientes del error cuadrático medio de expresarse como el cuadrado de las unidades medidas de las observaciones. Mientras menor sea, más adecuado es el modelo;
- **Suma del error cuadrático:** este estadístico es el numerador del error cuadrático medio. Mientras menor sea, más adecuado es el modelo;
- **Raíz del error cuadrático medio:** esta medida es la raíz cuadrada del promedio de la suma de las diferencias cuadráticas entre valores observados en la serie y los esperados según el modelo de tendencia. Al igual que los anteriores, mientras menor sea, más adecuado es el modelo.

La **Estacionalidad**, puede estar o no presente en una serie. Está dada por las fluctuaciones (oscilaciones) periódicas alrededor de la línea de tendencia. En rigor las oscilaciones se representan a intervalos de tiempo constantes de p unidades. Siendo p el periodo de la serie. Puede resultar conveniente considerar la serie estacional con periodo p aunque realmente fuera casi periódica, con algunas oscilaciones repitiéndose $(p-1)$ o $(p+1)$ veces. La componente estacional puede ser caracterizada también mediante una ecuación en función del tiempo, o mediante un conjunto de factores denominados: coeficientes estacionales.

La determinación de existencia de estacionalidad en una serie va ligada a definir el lapso de tiempo en el cual se produce este movimiento regular y reincidente en la variable.

El **Ciclo**, está caracterizado por oscilaciones o movimientos ondulatorios alrededor de la tendencia con una configuración generalmente no regular en intensidad y duración. La duración del ciclo resulta difícil de fundamentar, de cualquier modo abarca un lapso más extenso que el periodo del componente estacional y menor que la tendencia.

Estas tres componentes explicadas anteriormente reflejan la esencia de los procesos estocásticos, son resultado necesario de los factores que se manifiestan en el proceso y solo cambian si se producen cambios esenciales en el mismo.

La componente Irregular refleja aquellos movimientos esporádicos que ocurren en la serie y que no presentan regularidad alguna, ni en intensidad, ni en periodicidad, a causa de factores aleatorios.

Los análisis de las series cronológicas se realizan por lo general con dos objetivos fundamentales:

1. Describir detalladamente su comportamiento durante un periodo determinado;
2. Pronosticar su comportamiento futuro a partir de la información del pasado.

En cualquier de los dos casos aislar el efecto de los componentes sistemáticos y analizar los residuos de la serie constituyen tareas indispensables. Existe un grupo de modelos que permiten enfrentar esta tarea, entre los que se pueden destacarse los siguientes:

- **Aditivos:** $y(t) = T(t) + E(t) + I(t)$;
- **Multiplicativos:** $y(t) = T(t) * E(t) + I(t)$;
- **Mixtos:** $y(t) = T(t) * E(t) + E(t) * I(t)$;

Un modelo para el análisis de una serie cronológica no estará completo a menos que se adicione un grupo de hipótesis sobre la componente residual, al esquema supuesto para los valores de la serie. Esto propicia una base sólida sobre la cual efectuar un análisis de los residuos del modelo abundando en la elaboración y perfeccionamiento de criterios para la selección de modelos apropiados.

Para pronosticar resulta insuficiente emplear un sofisticado instrumental técnico en el plano estadístico, si este no va acompañado de un amplio y riguroso dominio del problema que se inserta en la serie en estudio. Es decir, no basta con solo saber que el modelo seleccionado para pronosticar sea el que logra un mayor ajuste y un mejor cumplimiento de la hipótesis de partida, sino que sus proyecciones estarán adecuadas al comportamiento futuro del fenómeno.

En la bibliografía consultada los métodos de pronósticos que más se emplean se mencionan a continuación:

1. El **método de descomposición**, este se utiliza cuando se pronostica con relativa frecuencia, y se hace necesario utilizar los métodos de descomposición de pronóstico cuatro componentes de los datos de la serie.
2. **Las Medias Móviles.** Este procedimiento consiste en un suavizamiento de las variaciones de la serie mediante el cálculo de sucesivas medias correspondientes a sub-periodos determinados. A medida que los datos de cada nuevo sub-periodo se añaden a la media, se elimina del total de los datos del sub-periodo más antiguo.
3. **Alizamiento Exponencial.** Se utiliza con frecuencia para pronósticos a corto plazo y el método ha ganado cada vez mayor aceptación en los últimos años. La información exponencial supera una desventaja importante del método de medias móviles, puesto que éste ultimo no refleja las tendencias más recientes con suficiente precisión. Constituye un

tipo de medias móviles que representa una suma equilibrada de todos los números pasados en una serie de tiempo, con el mayor peso en los datos más recientes.

4. **Box-Jenkins:** es una técnica matemática que utiliza un ordenador para seleccionar el modelo que mejor se ajuste a los datos de la serie. Los resultados de esta técnica por lo general son justos para identificar los puntos significativos de decisión, pero es un procedimiento caro debido al grado de experiencia necesario. Sus aplicaciones más exitosas son en la producción, control de inventario y las predicciones financieras.

3.3.- Operaciones generales para el estudio de las series cronológicas

Una vez recopilada la información acerca de los principales indicadores del proceso, se procede entonces a realizar el estudio del comportamiento futuro de estos.

Para el procesamiento de estos datos se utilizó el paquete estadístico de programas denominado **STATGRAPHICS** (versión 5), con el objetivo de hacer menos engorroso la formulación de pronósticos. El idioma que se utiliza el programa es el Inglés, e incluye todas las técnicas del análisis y predicción de series cronológicas, estacionalidad, tendencia, pronósticos; también permite realizar las comparaciones entre técnicas, modelos, identificando cuales son los más eficientes en cuanto a menor: error medio, Error cuadrático medio, Error absoluto medio, Porcentaje de Error cuadrático medio, Suma del error cuadrático, Raíz del error cuadrático medio.

Después de abrir el programa, el primer paso consiste en entrar por columnas los datos de los indicadores a estudiar:

➤ Toneladas de Caña Molienda por día;	➤ Tiempo Perdido en Paradas por día;
➤ Toneladas de Azúcar por día;	➤ Tiempo Perdido por Interrupciones Operativas;
➤ Paradas producidas por día;	➤ Tiempo Perdido por Roturas.

Seguidamente se debe probar si son una serie cronológica o no, para lo cual se busca la barra de menús del programa, la opción **Special**, dentro de esta a **Time-Series Analysis** y dentro de esta última **Descriptive Methods**, donde aparece un cuadro en el que se entra la frecuencia con que se tomaron los datos del indicador que se esté analizando (Diariamente).

Además se pide introducir la fecha de comienzo de los datos y la periodicidad de los mismos. Posteriormente para tener una idea primaria acerca del comportamiento aleatorio o correlacionado de los datos; se utiliza la Opción **Horizontal Time Sequence Plot**, después se realiza la prueba de autocorrelación simple con la opción **Autocorrelación Function**; para comprobar si al menos un coeficiente sobrepasa la línea punteada del gráfico y así aceptar la

secuencia de datos que se está analizando. A continuación se realiza por medio de la opción **Test for Randomness**, tres pruebas para las rachas a través de las cuales se estiman la probabilidad de rechazo de la hipótesis de diferencias no significativas y probar que la secuencia de datos es una serie, el valor del **Error Deseado** para esta probabilidad debe ser **menor que 0,05**.

Los indicadores que pasen estas pruebas, y que por lo tanto se consideran series cronológicas, serán analizados con la ayuda de las opciones gráficas y tabular de **Periodograma**. La misma detecta si una serie tiene estacionalidad y determina su periodo. La opción gráfica permite identificar el valor máximo de amplitud y en la opción tabular se busca este valor en las ordenadas y con el valor de frecuencia correspondiente dada en ciclos por día en estos casos, se identifica el tamaño del periodo y por ende su estacionalidad.

Después de haber comprobado la no aleatoriedad de los datos y los componentes de la serie se pasa al menú principal a la opción **Special**, nuevamente, luego a la opción **Time-Series Análisis** y finalmente **Forecasting** (pronósticos). En esta se vuelven a entrar en un cuadro las opciones sobre la frecuencia con que se toman los datos, fecha de comienzo de estos, la estacionalidad, la cantidad de pronósticos que se desean hacer y un periodo de validación para estos pronósticos.

La opción **Forecasting** tiene siete opciones tabulares las cuales son: análisis resumen, tabla de pronósticos, comparación de modelos, autocorrelación de los residuos, autocorrelación parcial de los residuos, tabla periodograma de los residuos y prueba de las rachas para los residuos, así como siete opciones gráficas: gráficos de la secuencia en el tiempo, de pronósticos, de los residuos, función de autocorrelación de los residuos, autocorrelación parcial de los residuos y periodograma de los residuos.

El programa ofrece diferentes opciones de modelos para realizar los pronósticos, dentro de estos se encuentran: camino al azar, promedio, tendencia lineal, medias móviles, suavización exponencial simple, suavización exponencial cuadrática, tendencia cuadrática tendencia exponencial, curvas, modelo de **Winters** y los modelos de **Holt y Brown**.

3.4.- Pronóstico de las series cronológicas en el proceso de Molienda de Caña

El análisis comienza con el procesamiento de los Indicadores del Proceso de molienda de caña donde inicialmente se realiza la comprobación de que los datos utilizados son o no una serie cronológica. Para los seis indicadores analizados se realizan los mismos pasos.

Primeramente se realiza una exploración gráfica de los valores de la serie los cuales parecen seguir cierta regularidad. (**Ver Anexo 10**)

Como esta prueba no es definitiva de la existencia de no aleatoriedad, se realizan las pruebas de las rachas y la autocorrelación simple.

En la prueba de Autocorrelación Simple la totalidad de los indicadores superan el intervalo de confianza representado por las líneas discontinuas, por lo que se consideran temporal correlacionada, por tanto, los datos presentan características de serie. **(Ver Anexo 11)**

Por otra parte, la prueba de las rachas, según los resultados que se muestran en la tabla 3.1, probabilidad de error (**P-Value**) al rechazar el supuesto de diferencia significativa es menor que 0,05, por lo que se puede concluir que existe correlación entre los valores de la secuencia y por lo tanto puede considerarse los datos obtenidos de cada indicador como series cronológicas. **(Ver Anexo 12)**

Tabla 3.1: Resumen de los resultados de la prueba de rachas para cada Indicador analizado.

INDICADOR	MEDIANA	RACHAS	RACHAS ESPERADAS	P-VALUE
Toneladas de Caña Molienda	1.852,81	41	36	0,038547
Toneladas de Azúcar	167,69	40	36	0,019344
Paradas producidas	2,0	13	22	0,005571
Tiempo Perdido en Paradas	7,0	35	36	0,008162
- por Interrupciones Operativas	0,0	37	47	0,006535
- por Roturas.	1,5	27	35	0,026841

3.4.1.- Análisis del Estado actual del proceso de Molida de Caña

Una vez comprobada la aleatoriedad de la totalidad de los datos se procede a realizar un análisis del estado actual del proceso dado los resultados de estos indicadores para el periodo de zafra 2008.

En esta zafra tuvo una duración total de **81 días**, de los cuales efectivos solo fueron **51,56**, para un **63,65%** de aprovechamiento de los días disponibles. Las observaciones tomadas incluyeron un total de **71 días** de zafra durante los cuales 8 días se paro el proceso por fenómenos naturales, se molieron **116.225,313 Toneladas de Caña** y se obtuvieron **11.053,550 toneladas de Azúcar crudo**, para un **81,8%** del total molida y **75,4%** de la Azúcar producida en toda la zafra, respectivamente. Durante todo el periodo zafra se produjeron 171 paradas de las cuales fueron observadas 133, lo que represento **483,070 horas perdidas**, aproximadamente **20,1 días** zafra perdidos por paradas en el proceso.

Sin analizar las paradas por fenómenos naturales el proceso de Molida se comporto durante este periodo con una media de **1.844,846 toneladas por día**, con una desviación típica de **542,95** y una estabilidad del **70,5%**.

El proceso de obtención de la azúcar por su parte se comporta similar, dadas las características continuas del mismo, con una media de **175,453 toneladas de azúcar por día**, con una desviación típica de **62,61** y una estabilidad del **64,3%**.

Ambos comportamientos demuestran intermitencia al inicio del periodo pero al acercarse los días finales de zafra comienza a disminuir el suministro de caña y mientras aumenta la estabilidad de la producción de azúcar al lograr engranar el equipamiento y la fuerza de trabajo utilizada, como se muestra en la **figura 3.2**.

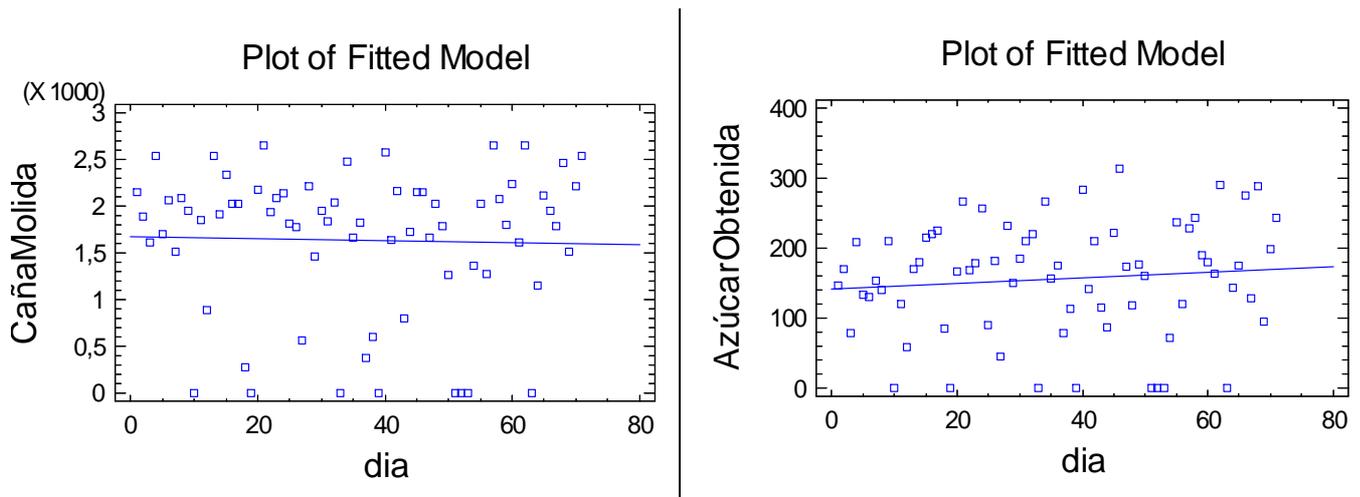


Figura 3.2: Comportamiento de la Caña y el Azúcar en el periodo de Zafra 2008.

Las Paradas en el proceso por su parte y el tiempo Perdido tienen un comportamiento similar, pues mientras la primera disminuye al mejorar el funcionamiento del proceso, el tiempo perdido aumenta causado fundamentalmente por las esperas fundamentalmente por la falta del suministro de caña para ser molida, como se muestra **figura 3.3**.

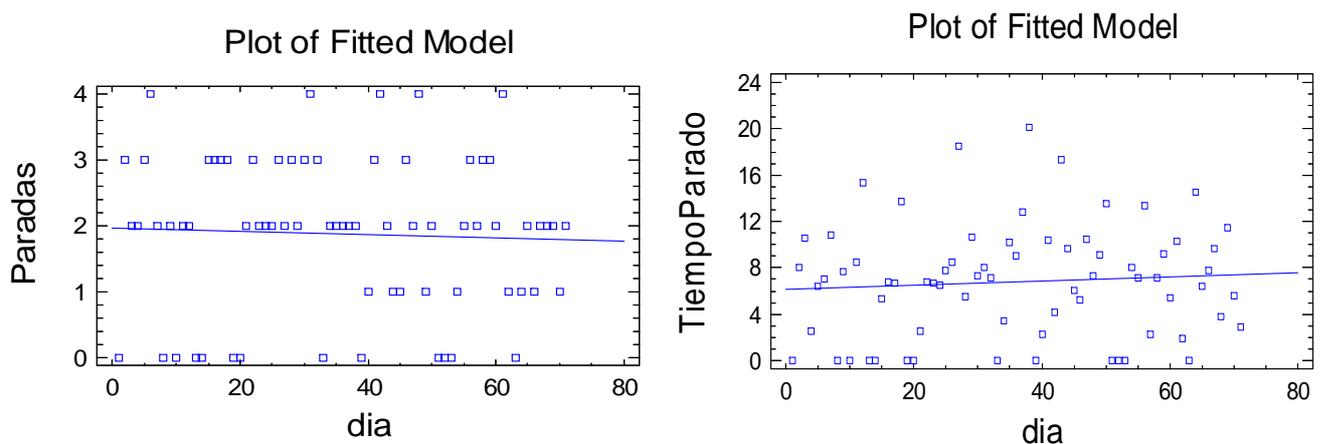


Figura 3.3: Comportamiento de las Paradas y el Tiempo Perdido en el periodo de Zafra 2008.

3.4.2.- Pronóstico del comportamiento del proceso de Molienda de Caña

Después de comprobada la no aleatoriedad de las series, en el epígrafe anterior, se procede a determinar los modelos que se ajustan a cada serie de pronóstico de los indicadores analizados.

Tabla 3.2: Resumen de los resultados del análisis sumario de los modelos de pronósticos.

INDICADOR	MODELO UTILIZADO	ECUACIÓN DEL MODELO	ERROR MEDIO
Toneladas de Caña Molienda	TENDENCIA LINEAL	$Y = 1677,96 + (-1,13851) t$	$-3,89783 \cdot 10^{-14}$
Toneladas de Azúcar		$Y = 141,358 + 0,39793 t$	$6,09037 \cdot 10^{-16}$
Paradas producidas		$Y = 1,96378 + (-0,002515) t$	$9,99201 \cdot 10^{-17}$
Tiempo Perdido en Paradas		$Y = 6,13933 + 0,0184575 t$	$-9,5162 \cdot 10^{-17}$
- por Interrupciones Operativas		$Y = 0,88796 + 0,00201677 t$	$3,80648 \cdot 10^{-17}$
- por Roturas.		$Y = 2,57392 + (-0,001768) t$	$5,07531 \cdot 10^{-17}$

Los modelos utilizados para este pronóstico es el de Tendencia Lineal, y el ajuste de las ecuaciones obtenidas para cada serie esta determinado por el valor del error medio, el cual en todos los casos se acerca a cero, como se muestra en la **tabla 3.2**.

Para cada serie se hace un pronóstico de para el mismo periodo en el próximo año utilizando la ecuación determinada en cada indicador y teniendo en cuenta la misma cantidad de fenómenos naturales ocurridos. (Ver **Anexo 14 y 15**)

Si se analiza estos pronósticos lineales, basados en los datos del pasado y se combinan con las acciones que se han propuesto (capítulo 2) para solucionar las causas de los tiempos perdidos en el proceso, se pueden plantear, para cada indicador para el periodo de zafra próximo, los supuestos siguientes:

1. Toneladas de Caña Molienda: Muestra un comportamiento decreciente con una pendiente negativa, pero que esta sugestionada por los valores obtenidos al final del periodo. Es de vital importancia para el proceso el aseguramiento continuo del suministro de la caña de azúcar para disminuir las paradas por falta de materia prima, principalmente después de la mitad del periodo de zafra;
2. Toneladas de Azúcar: Muestra un pronóstico creciente evidente pero que su resultado depende por las características del proceso, de la existencia de caña para obtener azúcar, por lo tanto este indicador depende fundamentalmente del suministro de la materia prima, pero además por la estabilidad del proceso. Aunque con las inversiones en ejecución se pronostica la disminución en un 60% las paradas por roturas en el proceso;
3. Paradas producidas: Las paradas pronosticadas para la próxima zafra tienden a disminuir suponiendo claro el aumento de la estabilidad del proceso, aunque en la realidad en los primeros días del periodo siempre se producen por la falta de coordinación y ajuste del proceso y sus equipos al ritmo de trabajo planificado;

4. Tiempo Perdido en Paradas: Aunque las Paradas disminuyan el tiempo perdido se mantiene creciendo muy ligeramente, casi es constante, pues en el modelo no se han reflejado las medidas propuestas con las cuales se esperan disminuirlo preventivamente;
5. Tiempo Perdido por Interrupciones Operativas: Esta causa de pérdida de tiempo no disminuye pero su comportamiento es mantenerse casi constante, por lo que si se cumplen las medidas propuestas se hará disminuir después de los días de arranque;
6. Tiempo Perdido por Roturas de Equipos: Esta causa a pesar de no incluir en el modelo los cambios esperados por las inversiones ejecutadas en el equipamiento del proceso, su comportamiento es a disminuir de todas formas y se debe mantener un estricto control sobre las pruebas planificadas a los equipos sustituidos.

Analizando los Modelos que obtenidos para cada serie, se aprecia que en la relación suministro – producción –paradas, el suministro es una variable relevante y es la que menor pendiente presenta, indicando un comportamiento decreciente. Dadas las políticas trazadas por la dirección del país y de la empresa con el incremento considerable de la siembra de caña para garantizar este suministro, demuestra que para zafras futuras esta variable tendrá un comportamiento incremental sostenido. Esto sugiere que se deben ir creando las condiciones en el proceso de Molido y producción de azúcar para ir aumentando el uso de las capacidades instaladas y buscando las vías para disminuir la pérdida de tiempo, la cual estará dada fundamentalmente por las Interrupciones Operativas.

CONCLUSIONES

Dados los resultados obtenidos en el presente trabajo se han arribado a las conclusiones siguientes:

- En la era actual, las organizaciones se deben fundar sobre la base de reunificar sus tareas en un proceso coherente y sencillo, por tanto, el cambio que exige el entorno y las nuevas filosofías de mejora, es en función de proceso;
- Los procesos en las organizaciones necesitan de la búsqueda dinámica de soluciones a los problemas que afectan su desempeño y es través de reingeniería o de mejoramiento continuo las herramientas para conseguirlo;
- La Empresa Azucarera “Elpidio Gómez” con una tradición de producción de azúcar de casi dos siglos y que posee en la actualidad un fondo de tierra dedicada al cultivo de la caña de azúcar de **517,4 caballerías**, se ha trazado dentro de sus objetivos estratégicos: *Perfeccionar la organización de la producción de caña sobre la base de un modelo tecnológico sostenible que den respuesta a la demanda planificada.*
- En la Empresa se han identificado los procesos generales que conforman el mapa de la organización donde los procesos claves que se clasificaron son: *Producción Agrícola, Producción de Azúcar y Proceso de Diversificación.*
- La Empresa Azucarera “Elpidio Gómez” en el 2008 tuvo un incremento inesperado de los gastos totales, perdidas se valoradas en **1.826.559 MP** y su mayor impacto fueron asociadas fundamentalmente al proceso de producción de azúcar, por el número de paradas inesperadas ocurridas en el periodo que provocaron el incumplimiento de sus planes de producción de azúcar;
- El Proceso de Molido de Caña representa el **50%** del tiempo perdido por las paradas producidas en el proceso, y las causas fundamentales identificadas fueron:
 - Afectaciones en el proceso ocasionadas por fenómenos naturales ocurridos en ese periodo;
 - Interrupciones ocasionadas por actividades de Limpieza o Mantenimiento de los Molinos y otros equipos del proceso;
 - Afectaciones provocadas por entidades externas al proceso de Molido;
 - Interrupciones por falta de caña agrícola para ser molida;
 - Interrupciones operativas ocurridas en el proceso;
 - Afectaciones de la transportación de la Caña hasta los molinos;
 - Las Roturas o deficiencias de equipos ocurridas en el periodo.

- En el diagnóstico realizado en el proceso de Molido de caña, uno de los problemas fundamentales es la falta de un sistema de recompensa que gratifique al obrero de acuerdo a los resultados de su proceso, aspecto que puede tener una estrecha relación con la ocurrencia frecuente y dilatada de las Interrupciones Operativas en el proceso;
- La zafra del 2008 tuvo solamente **51,56 días efectivos de producción**, de **81 días** planificados para un **63,65%** de aprovechamiento. Durante todo el periodo zafra se produjeron **171 paradas** de las cuales fueron observadas **133**, que representan unas **483,07 horas perdidas**, aproximadamente **20,1 días** de zafra de los perdidos por paradas en el proceso.
- Sin analizar las paradas por fenómenos naturales el proceso de Molido se comporto durante este periodo con una media de **1.844,846 toneladas por día**, con una desviación típica de **542,95** y una estabilidad del **70,5%**. Mientras que el proceso de obtención de la azúcar por su parte se comporto similar, dadas las características continuas del mismo, con una media de **175,453 toneladas de azúcar por día**, con una desviación típica de **62,61** y una estabilidad del **64,3%**.
- Mediante los Modelos obtenidos para cada serie, se aprecia que en la relación **suministro–producción–paradas**, el suministro es la que menor pendiente presenta, indicando un comportamiento decreciente. Dado que las proyecciones del país y de la empresa se dirigen hacia el incremento de las áreas de siembra de caña y la calidad de las plantaciones, demuestra que para zafras futuras esta variable tendrá un comportamiento incremental sostenido. Por ello se deben crear las condiciones organizativas necesarias en el proceso de Molido y producción de azúcar aumentar el uso de las capacidades instaladas y trazar el plan de acción correspondiente para disminuir la perdida de tiempo, la cual estará motivada fundamentalmente por las Interrupciones Operativas.

RECOMENDACIONES

Dados los resultados y conclusiones obtenidas en la investigación se proponen las recomendaciones siguientes:

- Profundizar y generalizar la identificación de todos los procesos existentes en la Empresa y llevar este análisis a los demás procesos claves dadas las características de continuidad que necesita la producción de azúcar de caña;
- Analizar preventivamente las interrupciones provocadas por la falta de transporte del MINAZ de la caña hasta el proceso de producción y la falta de caña agrícola en los centros productores;
- Se propone a la empresa el análisis de las causas y factores que realmente inciden en las Interrupciones Operativas para la realización de un plan de medidas para disminuir su ocurrencia y las pérdidas de tiempo que originan;
- Permitir adicionar otros indicadores del proceso al análisis preventivo del proceso de producción de azúcar y que incluyan los restantes subprocesos que la componen;
- Utilizar, a plenitud de sus capacidades, el sistema informático existente en la Sala de Control de la Empresa mediante el cual se pueden establecer los controles preventivos del proceso de producción de azúcar y los subprocesos que lo componen, a través de sus indicadores establecidos.

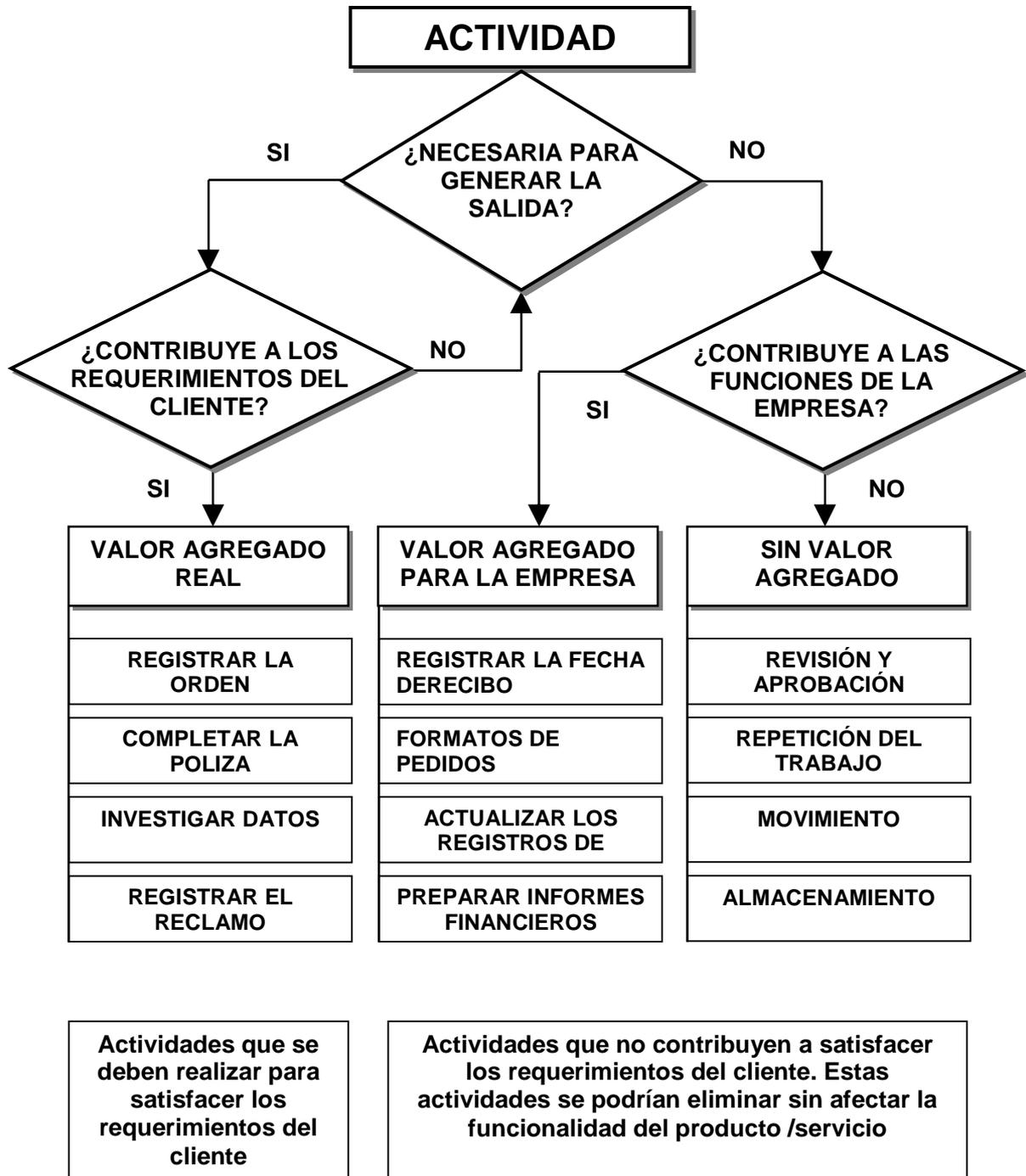
BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre Jaime, Armando. Introducción al tratamiento de series temporales: Aplicación a las ciencias de la salud / Armando Aguirre Jaime. -- La Habana: Editorial Díaz de Santos, S. A., 2000.-- 243p.
- Análisis de regresión y series cronológicas/ Juana Pupo González. [et.al...]. --Universidad de la Habana: Área de Ciencias Económicas 1983. --393p.
- Champy, James .Reingeniería en la gerencia: Cómo modificar el trabajo gerencial / James Champy.--Barcelona: Editorial Norma, 1996.--237 p.
- Chase, Richard B .Dirección y administración de la Producción y de las Operaciones/Richard B. Chase Nicholas J. Aquilano. -Mexico: McGraw –Hill, 1994.--1065p.
- Grant, William. Manual de ingeniería económica y organización industrial / William Grant, Eugene L. Grant.--Mexico: Editorial Continental S.A, 1969.-- 1462p.
- Gómez, Ramón. Análisis de Regresión y series Cronológicas / Ramón Gómez, Juana Pupo González. - Ciudad de la Habana: Facultad de Planificación e Industria, 1983.--392p.
- Hammer, Michael. Reingeniería/ Michel Hammer, James Champy.-- Barcelona: Editorial Norma, 1996.– 226p.
- Habor, Jerry L. Manual de trabajo de Reingeniería de Procesos/ Jerry L. Harbor. – México: Editorial Panorama S.A, 1995. – 27 p.
- Harrington, James. Mejoramiento de los Procesos de la Empresa/ James Harrington.-Colombia: Editorial McGraw- Hill Interamerica, 1993.--309.p
- Introducción al estudio del trabajo (segunda edición revisada).--Oficina Internacional del trabajo.-- Biena: OIT, 1973.--442p.
- Kendal, Kenneth E. Análisis y Diseño del Sistema/ Kennet E. Kendal, Julie E. Kendal.-- México: Editorial Prentice- Hall Hispanoamericana, 1991.--867 p.
- Llorens,J. Sistemas de Información /J. Llorens.-Venezuela: Editorial Reverté Venezolana S.A, 1988.—2 T
- McLean, Gary E. Documentación de Calidad para ISO 9000 y Otras Normas de la Industria/ Gary E. McLean, –México: Editorial Mc Graw Hill, 1996.–[s.p.]
- Manganelli, Raymond L. Cómo hacer Reingeniería/ Raymiond L. Manganelli, Mark M. Klein.-- Colombia: Editorial Norma, 1994. –349.p
- Mattews, Don Q. Diseño de Sistema de Información Administrativa/ Don Q. Matews. –Buenos Aires: Editorial El Ateneo, 1996. – 214p.
- Maynard, H. B. Manual de Ingeniería y Organización Industrial/ H. B. Maynard. – Barcelona: Editorial Reverté, S:A:, 1985.—1894p.
- Peppard, Joe. La esencia de la Reingeniería en los procesos de Negocios/ Joe Peppard, Phillip Rowland. –México: Editorial Prentice- Hall Hispanoamericana, 1996.--256p.
- Pons Murguía, Ramón. Reingeniería de Procesos (Documento 1)/ Ramón Pons Murguía, Mario Curbelo Hernández. –Managua: Universidad Nacional de Ingeniería, 1998.--17p.
- Sánchez, Felipe. Filosofía Marxista Leninista. Materialismo Dialéctico Histórico / Felipe Sánchez. – La Habana: Edición Revolucionaria, 1986.—T I

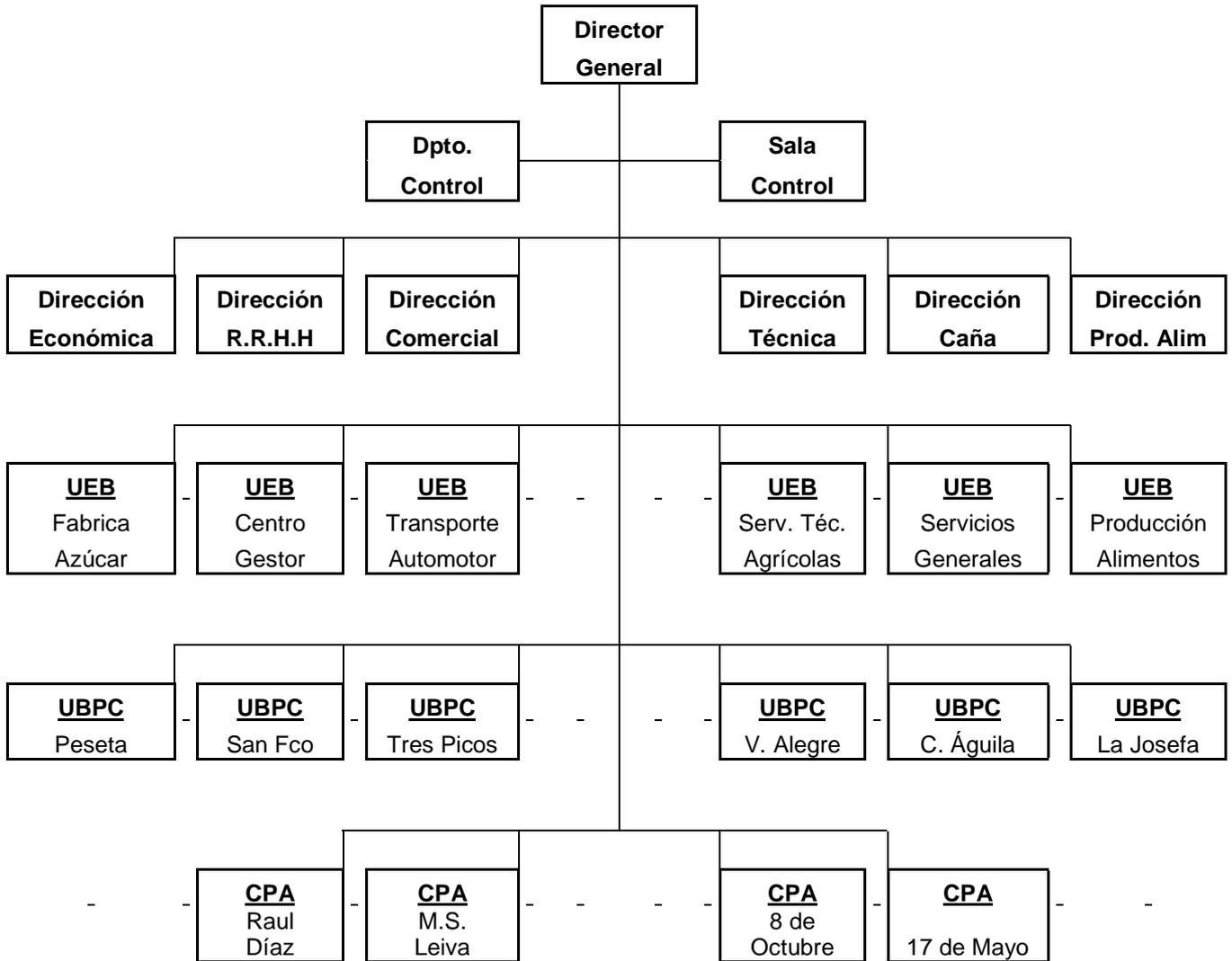
Anexo 1: Definiciones de un Proceso, tomadas de la bibliografía.

ORIGEN	DESCRIPCIÓN DEL CONCEPTO DE PROCESO
Hammer	Conjunto de actividades que recibe uno o más insumos y crea un producto de valor para el cliente.
Harbour	La mezcla y transformación de un grupo específico de insumos en un conjunto de rendimientos de mayor valor.
Harrington	Cualquier actividad o grupo de actividades que emplee un insumo, le agregue valor a este y suministre un producto a un cliente externo o interno.
Peppard	Cualquier cosa que transforme, transfiera o simplemente vigile el insumo y lo entregue como producto.
Manganelli	Serie de actividades relacionadas entre si, que convierten insumos en productos cambiando el estado de las entidades de negocio pertinentes.
Normas IRAM- ACC- ISO E 8402 (1994)	El conjunto de recursos y actividades relacionadas entre si que transforman elementos entrantes en los elementos salientes.

Anexo 2: Evaluación del Valor Agregado de una Actividad.



Anexo 3: Organigrama de la Empresa Azucarera "Elpidío Gómez Guzmán".



Anexo 4: Modelo P-1 de la Plantilla de Cargos de la Empresa.

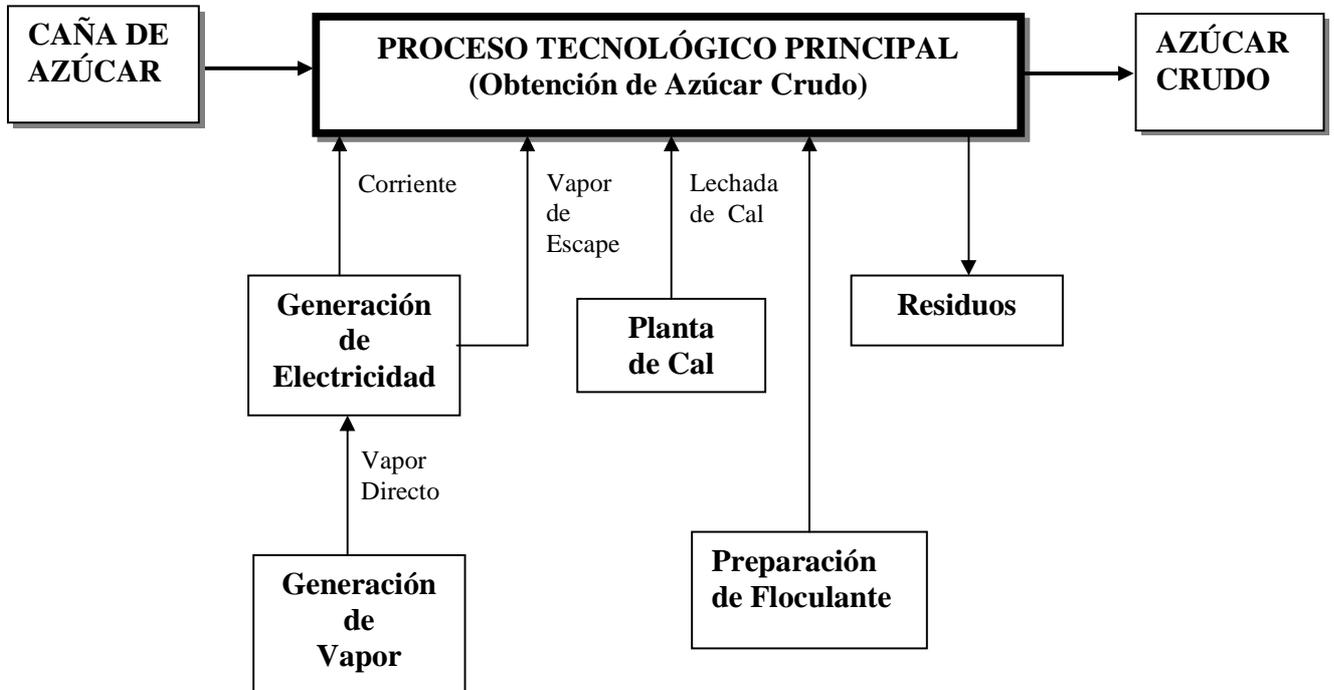
RESUMEN DE LA PLANTILLA TOTAL POR CATEGORÍA OCUPACIONAL

Trabajadores en plantilla	Aprobada año anterior	Cubierta año anterior	% de cubierta con relación total	Aprobada año actual	de ellas: cíclicas
Dirigentes	47	40	85,1	46	
Técnicos	106	106	100,0	117	
Administrativos	7	7	100,0	9	
Servicios	51	50	98,0	51	
Operarios	432	388	89,8	501	91
TOTAL	643	591	91,9	724	91

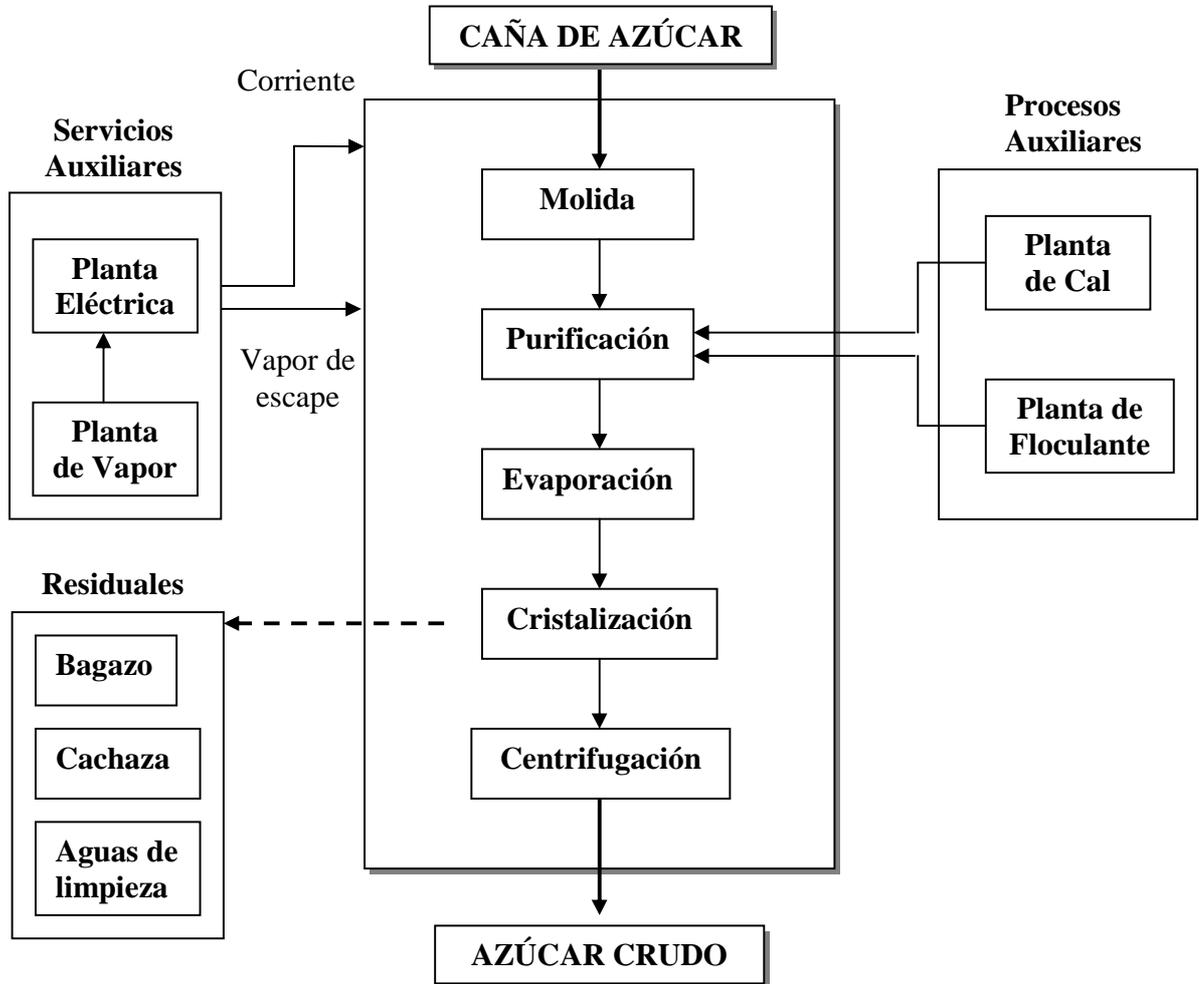
RESUMEN DE LA PLANTILLA POR UNIDADES ORGANIZATIVAS

UNIDADES ORGANIZATIVAS	PLANTILLA TOTAL		
	AÑO ANTERIOR		Actual
	Aprobada	Cubierta	Aprobada
OFICINA CENTRAL	62	57	66
UEB CENTRO GESTOR	13	13	15
FABRICA DE AZÚCAR	345	317	353
UEB SERVICIOS TÉCNICOS AGRÍCOLAS	63	57	85
UEB SERVICIOS GENERALES	81	74	84
UEB PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS	49	90	92
UEB TRANSPORTE AUTOMOTOR	30	29	29
TOTAL EMPRESA	643	637	724

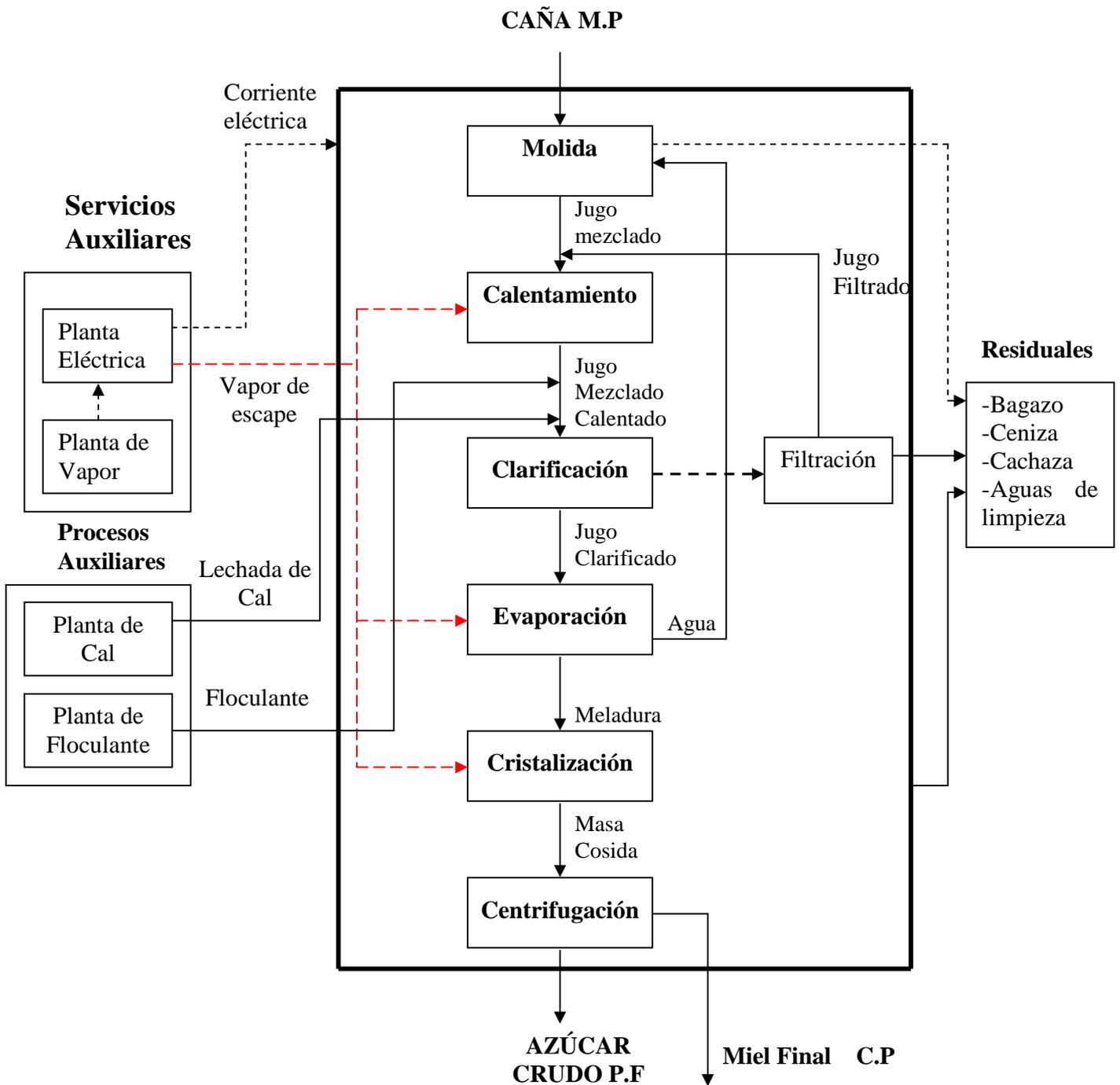
Anexo 5: Proceso de producción de Azúcar de Caña **Nivel 0.**



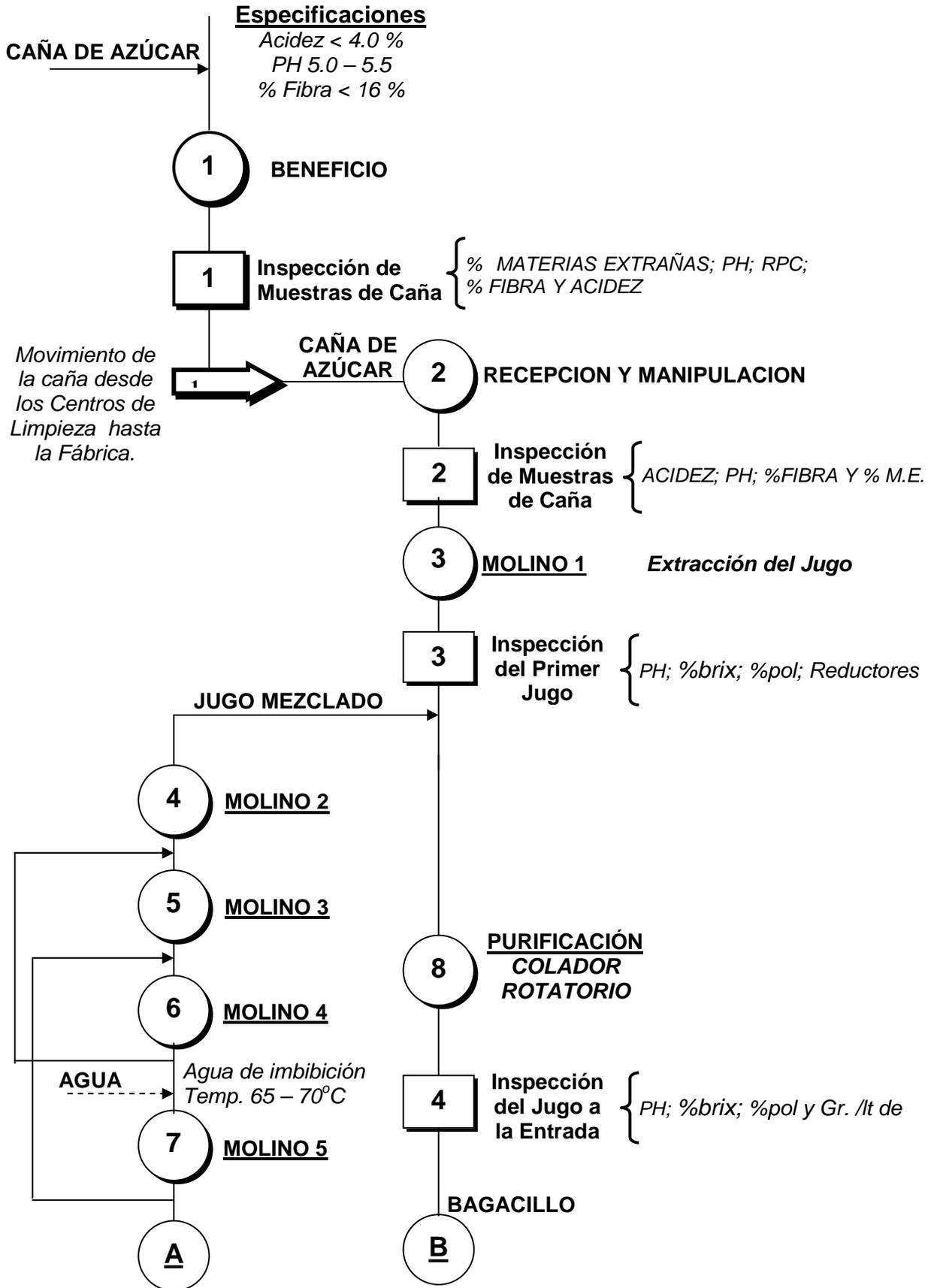
Anexo 6: Proceso de producción de Azúcar de Caña Nivel 1.



Anexo 7: Integración nivel 0 y 1 del proceso producción de Azúcar de Caña.



Anexo 8: Diagrama del proceso de Molida de la Caña de Azúcar.



Anexo 9: Listado de los indicadores seleccionados del Proceso: **14 de Enero-24 de Marzo.**

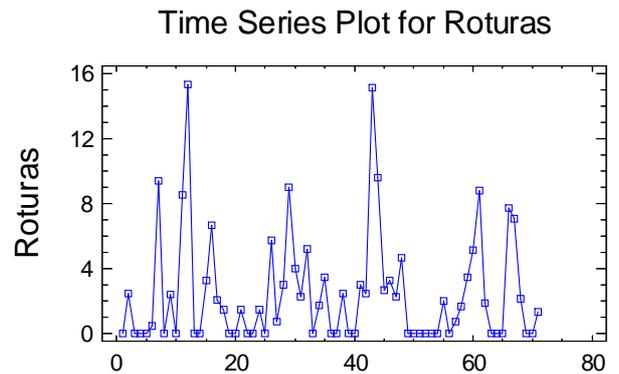
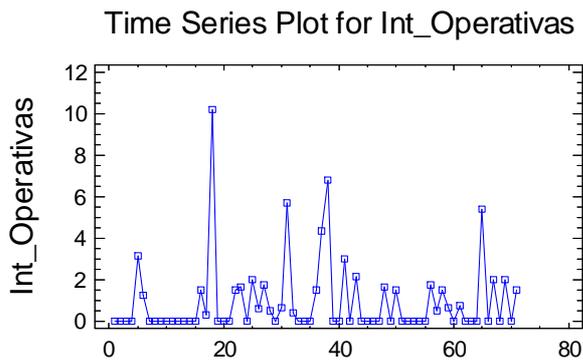
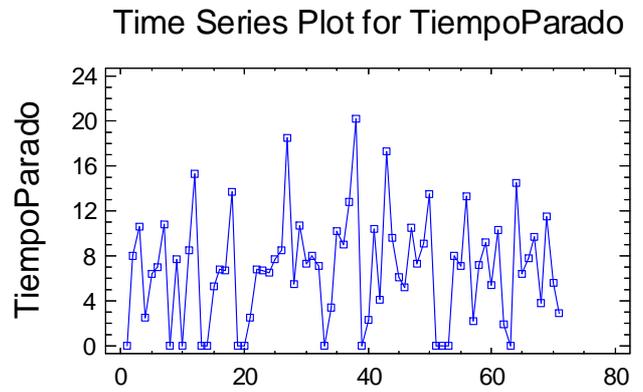
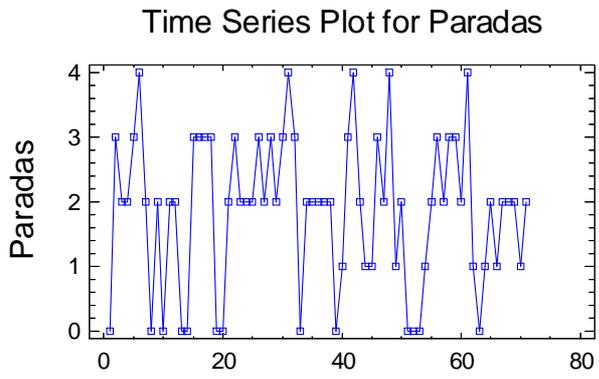
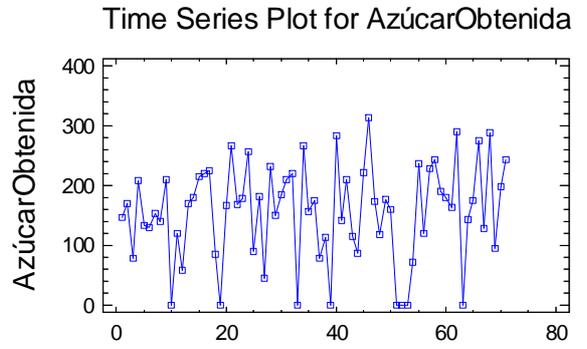
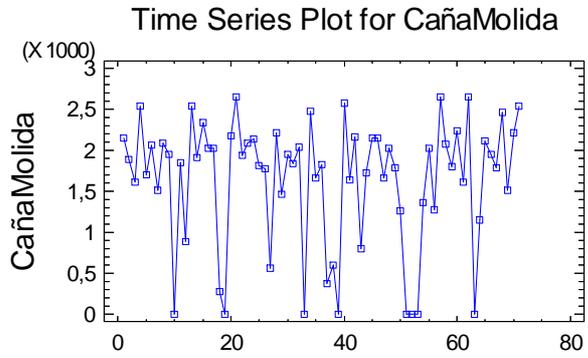
DÍA	CAÑA MOLIDA	AZÚCAR OBTENIDA	CANT. PARADAS	TIEMPO PARADO	INTERRUP. OPERAT.	ROTURAS
14-1	2.154,512	146,740	0	0,000	0,000	0,000
15-1	1.882,579	170,700	3	8,000	0,000	2,500
16-1	1.611,803	79,080	2	10,600	0,000	0,000
17-1	2.538,938	208,300	2	2,500	0,000	0,000
18-1	1.694,460	133,800	3	6,450	3,150	0,000
19-1	2.062,379	130,700	4	7,000	1,250	0,500
20-1	1.516,927	153,720	2	10,850	0,000	9,400
21-1	2.087,000	139,300	0	0,000	0,000	0,000
22-1	1.948,172	209,890	2	7,700	0,000	2,400
23-1	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000
24-1	1.852,810	120,320	2	8,500	0,000	8,500
25-1	889,551	57,840	2	15,350	0,000	15,350
26-1	2.533,875	169,170	0	0,000	0,000	0,000
27-1	1.908,031	179,360	0	0,000	0,000	0,000
28-1	2.338,915	215,100	3	5,300	0,000	3,300
29-1	2.019,069	219,980	3	6,800	1,500	6,650
30-1	2.020,000	224,660	3	6,700	0,300	2,100
31-1	274,028	85,660	3	13,700	10,200	1,500
1-2	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000
2-2	2.168,985	166,340	0	0,000	0,000	0,000
3-2	2.649,633	267,300	2	2,500	0,000	1,500
4-2	1.939,928	167,690	3	6,800	1,500	0,000
5-2	2.081,323	178,960	2	6,660	1,660	0,000
6-2	2.138,271	256,660	2	6,500	0,000	1,500
7-2	1.810,970	90,680	2	7,750	2,000	0,000
8-2	1.775,974	181,400	3	8,490	0,580	5,750
9-2	562,923	45,420	2	18,500	1,750	0,750
10-2	2.217,671	232,420	3	5,500	0,500	3,000
11-2	1.456,971	149,580	2	10,660	0,000	9,000
12-2	1.946,666	184,510	3	7,320	0,660	4,000
13-2	1.841,225	210,160	4	8,000	5,700	2,300
14-2	2.034,493	220,200	3	7,090	0,420	5,170
15-2	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000
16-2	2.470,613	266,120	2	3,420	0,000	1,750
17-2	1.662,007	157,120	2	10,166	0,000	3,500
18-2	1.820,782	174,260	2	9,000	1,500	0,000
19-2	377,210	79,020	2	12,830	4,330	0,000
20-2	600,682	114,020	2	20,160	6,800	2,500
21-2	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000
22-2	2.576,643	284,000	1	2,300	0,000	0,000
23-2	1.634,152	141,290	3	10,420	3,000	3,000
24-2	2.159,917	210,740	4	4,150	0,000	2,500
25-2	798,956	114,660	2	17,330	2,170	15,160
26-2	1.724,256	86,380	1	9,610	0,000	9,610
27-2	2.149,571	220,840	1	6,080	0,000	2,660
28-2	2.144,375	312,800	3	5,250	0,000	3,300
29-2	1.665,449	173,420	2	10,500	0,000	2,250

Anexo 9: Listado de los indicadores seleccionados del Proceso: **14 de Enero-24 de Marzo.**

Continuación...

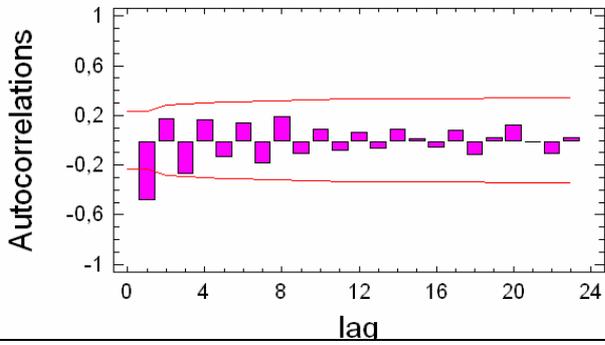
DÍA	CAÑA MOLIDA	AZÚCAR OBTENIDA	CANT. PARADAS	TIEMPO PARADO	INTERRUP. OPERAT.	ROTURAS
1-3	2.026,290	119,000	4	7,320	1,660	4,660
2-3	1.793,490	176,880	1	9,093	0,000	0,000
3-3	1.256,624	159,640	2	13,510	1,500	0,000
4-3	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000
5-3	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000
6-3	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000
7-3	1.361,016	71,620	1	8,000	0,000	0,000
8-3	2.021,000	236,240	2	7,120	0,000	2,000
9-3	1.278,593	120,740	3	13,330	1,750	0,000
10-3	2.652,183	227,540	2	2,250	0,500	0,750
11-3	2.081,092	243,120	3	7,166	1,500	1,660
12-3	1.800,218	189,380	3	9,160	0,660	3,500
13-3	2.239,134	180,520	2	5,416	0,000	5,160
14-3	1.611,589	162,800	4	10,330	0,750	8,830
15-3	2.648,020	290,200	1	1,890	0,000	1,890
16-3	0,000	0,000	0	0,000	0,000	0,000
17-3	1.146,636	143,320	1	14,499	0,000	0,000
18-3	2.117,153	174,980	2	6,410	5,410	0,000
19-3	1.945,060	275,580	1	7,763	0,000	7,763
20-3	1.788,335	127,960	2	9,683	2,000	7,083
21-3	2.467,463	288,320	2	3,766	0,000	2,166
22-3	1.506,884	94,920	2	11,500	2,000	0,000
23-3	2.208,745	197,920	1	5,562	0,000	0,000
24-3	2.533,093	242,560	2	2,866	1,500	1,366
71	116.225,313	11.053,550	133	483,070	68,200	178,228

Anexo 10: Comportamiento en el Tiempo de la secuencia de Indicadores.

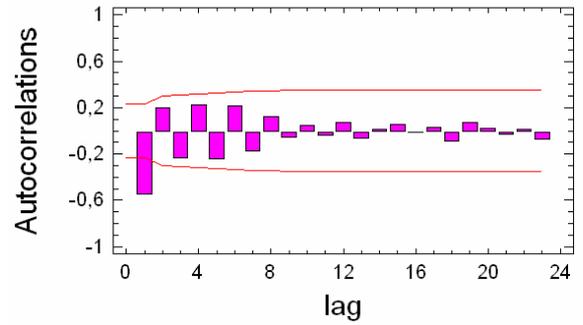


Anexo 11: Prueba de Autocorrelación simple para los indicadores seleccionados.

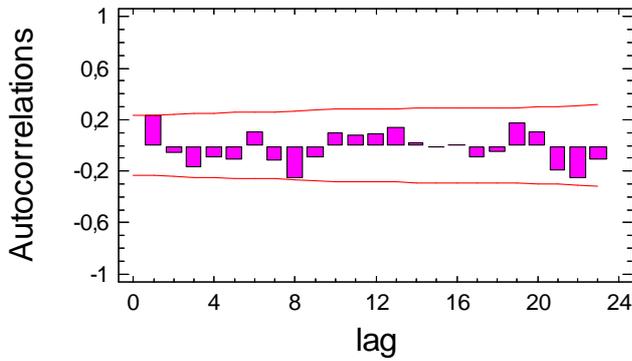
Residual Autocorrelations for CañaMolida



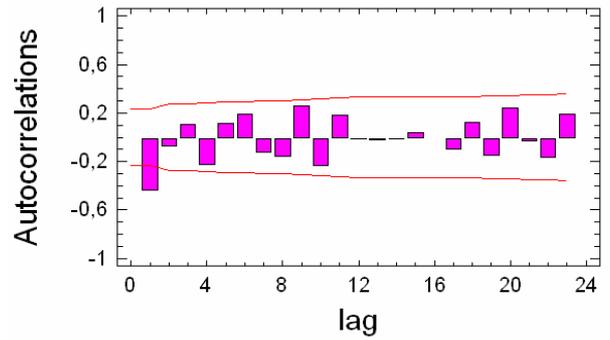
Residual Autocorrelations for AzúcarObtenida



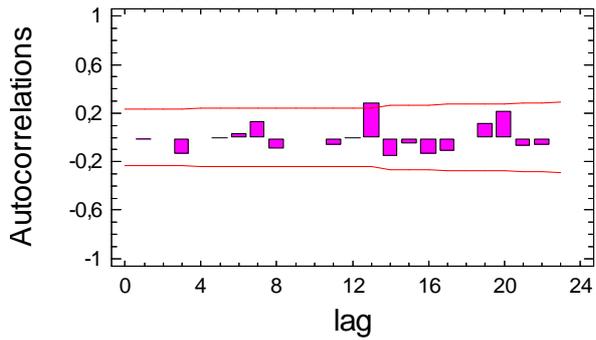
Estimated Autocorrelations for Paradas



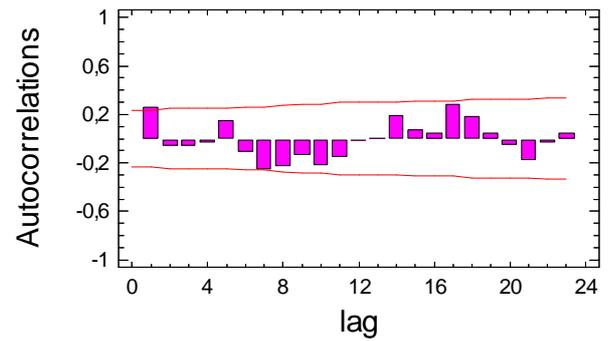
Residual Autocorrelations for TiempoParado



Estimated Autocorrelations for Int_Operativas



Estimated Autocorrelations for Roturas



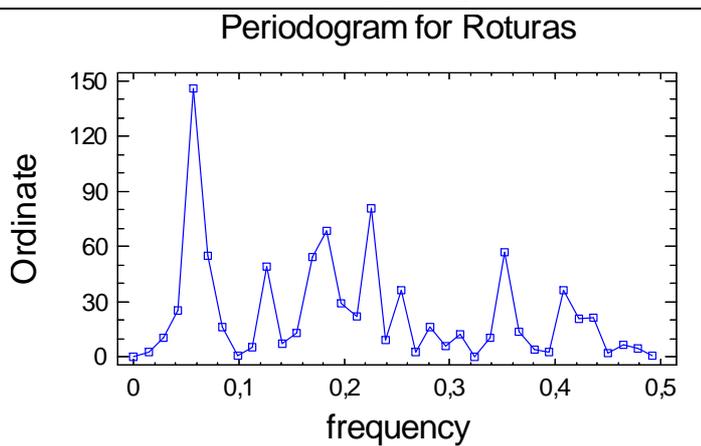
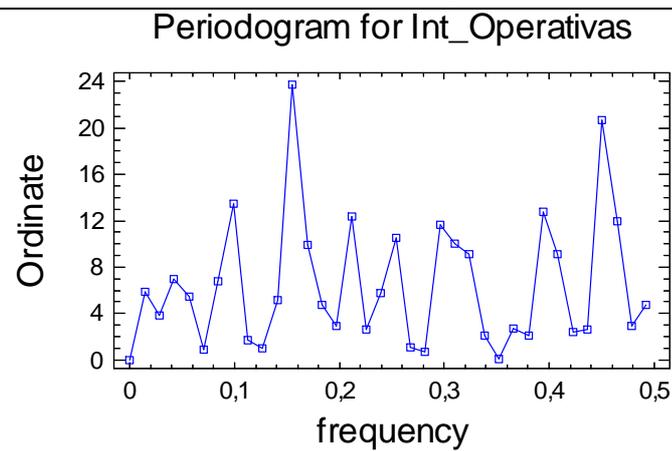
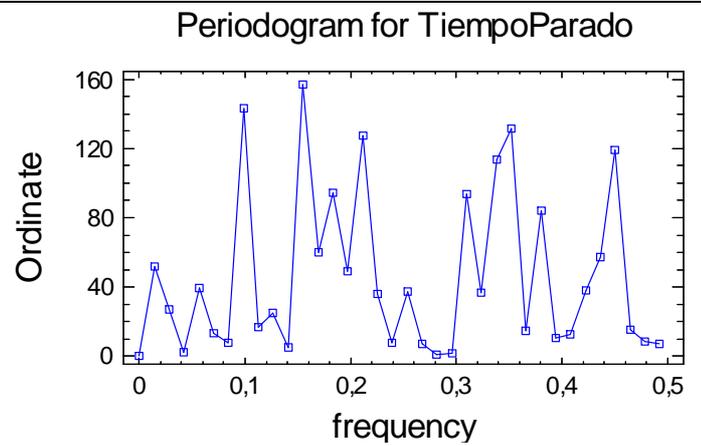
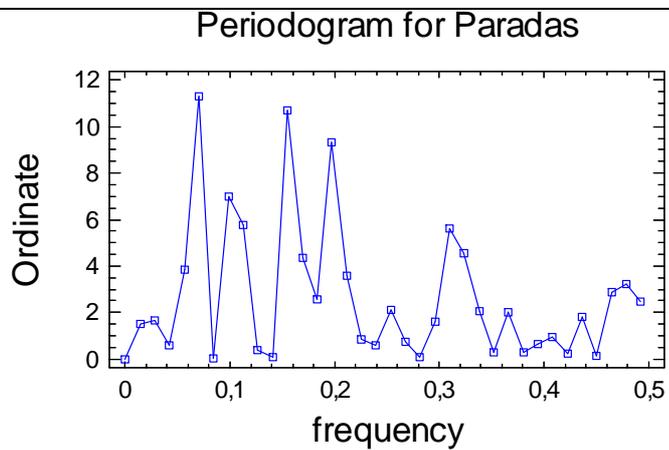
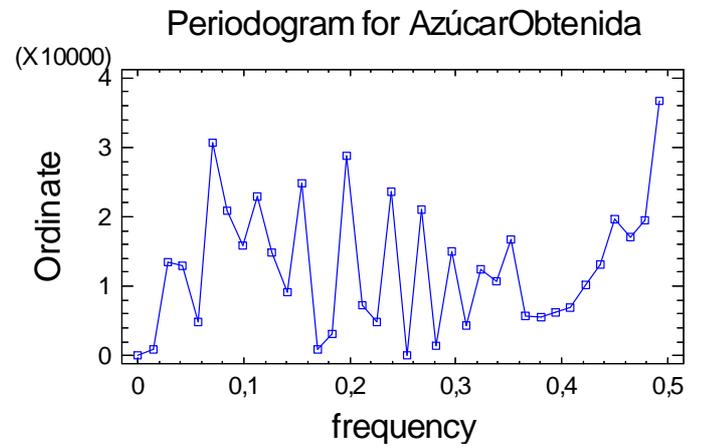
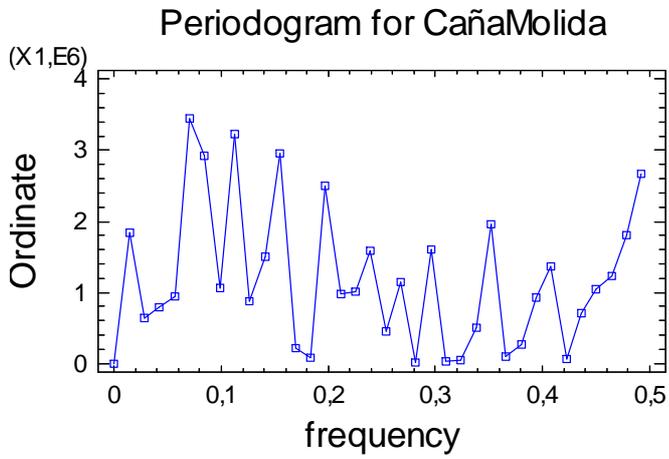
Anexo 12: Prueba de la Rachas para los Indicadores seleccionados.

<p>Tests for Randomness of Caña Molida Runs above and below median ----- Median = 1852,81 Number of runs above and below median = 41 Expected number of runs = 36,0 Large sample test statistic $z = 1,08359$ P-value = 0,038547 Runs up and down ----- Number of runs up and down = 52 Expected number of runs = 47,0 Large sample test statistic $z = 1,2831$ P-value = 0,199457 Box-Pierce Test ----- Test based on first 23 autocorrelations Large sample test statistic = 15,3715 P-value = 0,040828</p>	<p>Tests for Randomness of Azúcar Obtenida Runs above and below median ----- Median = 167,69 Number of runs above and below median = 40 Expected number of runs = 36,0 Large sample test statistic $z = 0,842789$ P-value = 0,019344 Runs up and down ----- Number of runs up and down = 47 Expected number of runs = 47,0 Large sample test statistic $z = 0,0$ P-value = 0,904162 Box-Pierce Test ----- Test based on first 23 autocorrelations Large sample test statistic = 11,03 P-value = 0,032881</p>
<p>Tests for Randomness of Paradas Runs above and below median ----- Median = 2,0 Number of runs above and below median = 13 Expected number of runs = 22,4884 Large sample test statistic $z = -2,7762$ P-value = 0,005571 Runs up and down ----- Number of runs up and down = 39 Expected number of runs = 47,0 Large sample test statistic $z = -2,1385$ P-value = 0,0324762 Box-Pierce Test ----- Test based on first 23 autocorrelations Large sample test statistic = 31,7096 P-value = 0,106334</p>	<p>Tests for Randomness of Tiempo Parado Runs above and below median ----- Median = 7,0 Number of runs above and below median = 35 Expected number of runs = 36,0 Large sample test statistic $z = -0,120398$ P-value = 0,008162 Runs up and down ----- Number of runs up and down = 46 Expected number of runs = 47,0 Large sample test statistic $z = -0,142566$ P-value = 0,086628 Box-Pierce Test ----- Test based on first 23 autocorrelations Large sample test statistic = 23,8686 P-value = 0,001115</p>
<p>Tests for Randomness of Int Operativas Runs above and below median ----- Median = 0,0 Number of runs above and below median = 1 Sample size is too small to give a valid test. Runs up and down ----- Number of runs up and down = 37 Expected number of runs = 47,0 Large sample test statistic $z = -2,70876$ P-value = 0,006535 Box-Pierce Test ----- Test based on first 23 autocorrelations Large sample test statistic = 19,0997 P-value = 0,695424</p>	<p>Tests for Randomness of Roturas Runs above and below median ----- Median = 1,5 Number of runs above and below median = 27 Expected number of runs = 35,0 Large sample test statistic $z = -1,83275$ P-value = 0,026841 Runs up and down ----- Number of runs up and down = 39 Expected number of runs = 47,0 Large sample test statistic $z = -2,1385$ P-value = 0,0324762 Box-Pierce Test ----- Test based on first 23 autocorrelations Large sample test statistic = 38,8904 P-value = 0,0203967</p>

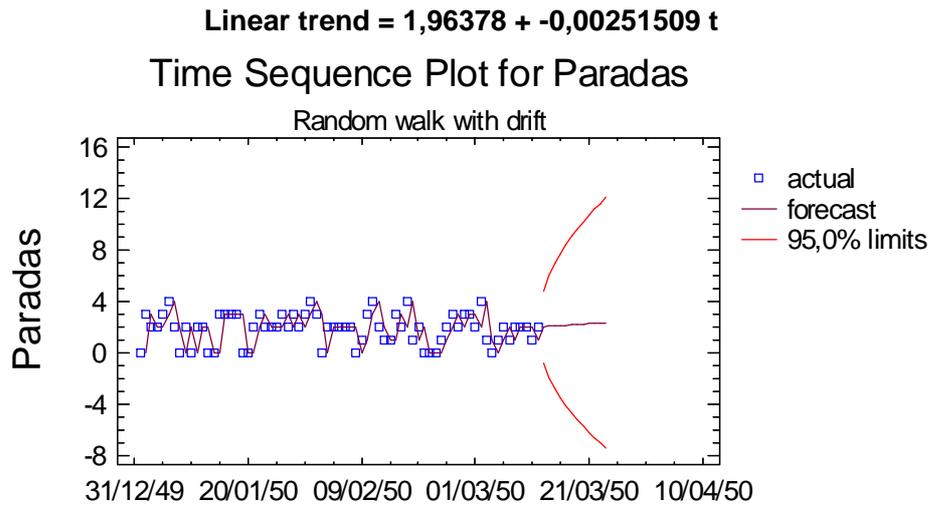
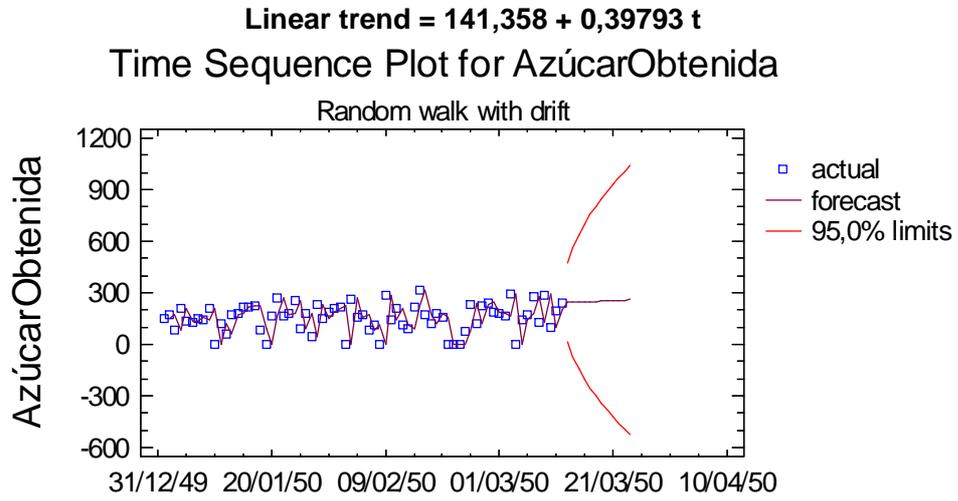
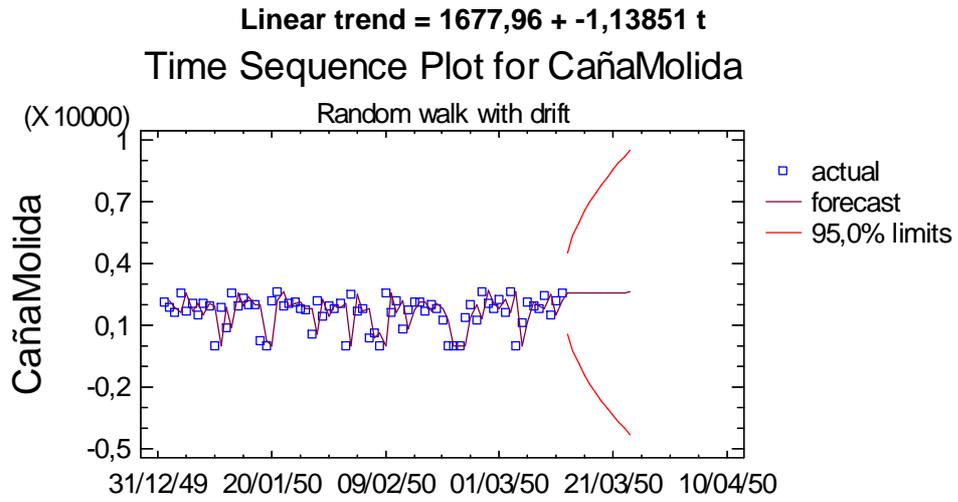
The StatAdvisor -----

Since the three tests are sensitive to different types of departures from random behavior, failure to pass any test suggests that the time series may not be completely random.

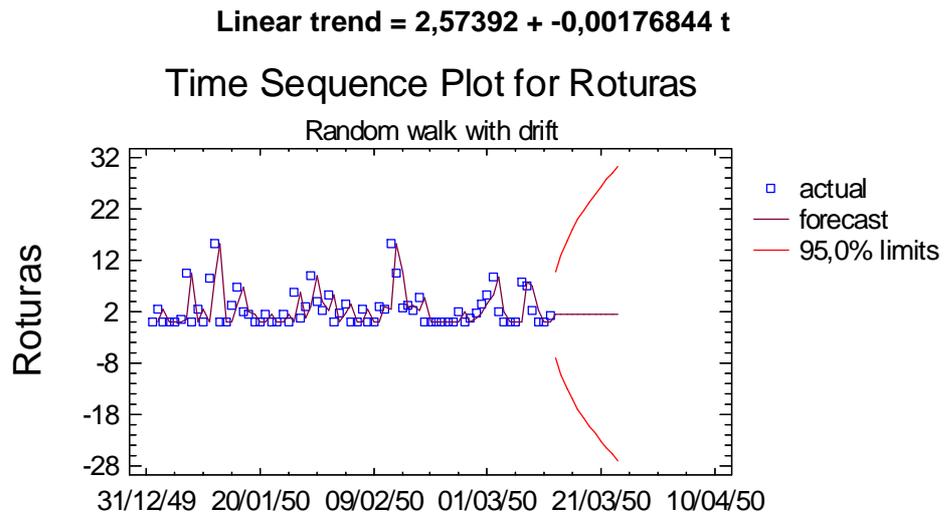
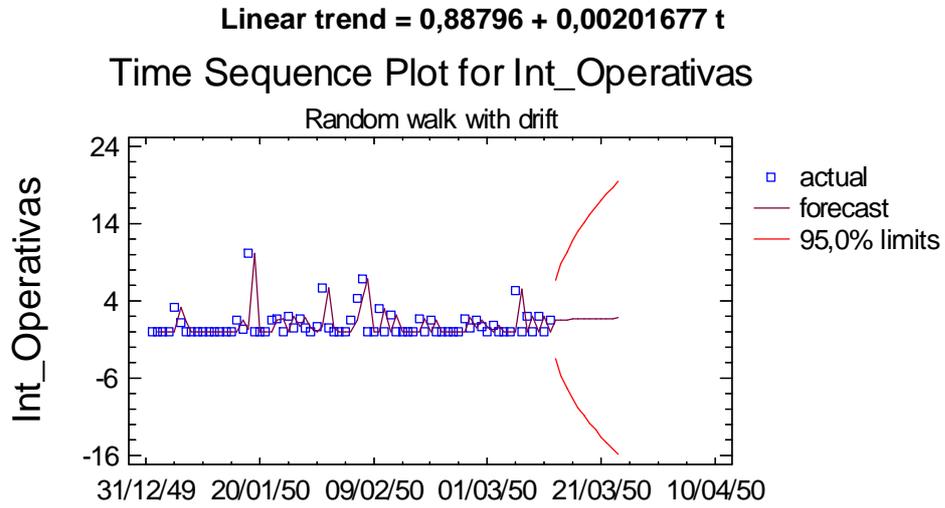
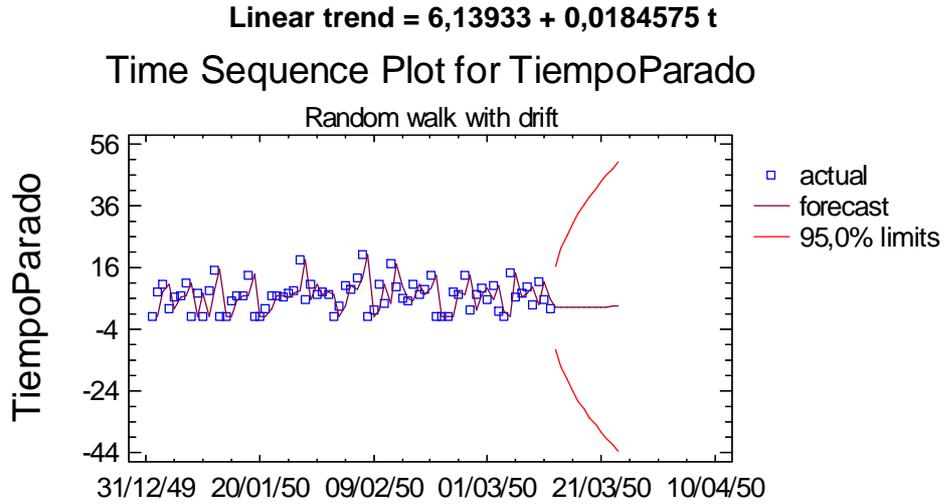
Anexo 13: Prueba del Periodograma para los Indicadores seleccionados.



Anexo 14: Gráfico de Pronósticos de los Indicadores seleccionados.



Anexo 14: Gráfico de Pronósticos de los Indicadores seleccionados. **Continuación...**



Anexo 15: Valores de Pronósticos de los Indicadores seleccionados. **Continuación...**

Tonelada de Caña Molida

Forecast Table for Caña Molida

Model: **Linear trend = 1677,96 + -1,13851 t**

Period	Data	Forecast	Residual
14/01/08	2154,51		
15/01/08	1882,58	2159,92	-277,341
16/01/08	1611,8	1887,99	-276,184
17/01/08	2538,94	1617,21	921,727
18/01/08	1694,46	2544,35	-849,886
19/01/08	2062,38	1699,87	362,511
20/01/08	1516,93	2067,79	-550,86
21/01/08	2087,0	1522,34	564,665
22/01/08	1948,17	2092,41	-144,236
23/01/08	0,0	1953,58	-1953,58
24/01/08	1852,81	5,4083	1847,4
25/01/08	889,551	1858,22	-968,667
26/01/08	2533,88	894,959	1638,92
27/01/08	1908,03	2539,28	-631,252
28/01/08	2338,92	1913,44	425,476
29/01/08	2019,07	2344,32	-325,254
30/01/08	2020,0	2024,48	-4,4773
31/01/08	274,028	2025,41	-1751,38
01/02/08	0,0	279,436	-279,436
02/02/08	2168,99	5,4083	2163,58
03/02/08	2649,63	2174,39	475,24
04/02/08	1939,93	2655,04	-715,113
05/02/08	2081,32	1945,34	135,987
06/02/08	2138,27	2086,73	51,5397
07/02/08	1810,97	2143,68	-332,709
08/02/08	1775,97	1816,38	-40,4043
09/02/08	562,923	1781,38	-1218,46
10/02/08	2217,67	568,331	1649,34
11/02/08	1456,97	2223,08	-766,108
12/02/08	1946,67	1462,38	484,287
13/02/08	1841,22	1952,07	-110,849
14/02/08	2034,49	1846,63	187,86
15/02/08	0,0	2039,9	-2039,9
16/02/08	2470,61	5,4083	2465,2
17/02/08	1662,01	2476,02	-814,014
18/02/08	1820,78	1667,42	153,367
19/02/08	377,21	1826,19	-1448,98
20/02/08	600,682	382,618	218,064
21/02/08	0,0	606,09	-606,09
22/02/08	2576,64	5,4083	2571,23
23/02/08	1634,15	2582,05	-947,899
24/02/08	2159,92	1639,56	520,357
25/02/08	798,956	2165,33	-1366,37
26/02/08	1724,26	804,364	919,892

Period	Data	Forecast	Residual
27/02/08	2149,57	1729,66	419,907
28/02/08	2144,38	2154,98	-10,6043
29/02/08	1665,45	2149,78	-484,334
01/03/08	2026,29	1670,86	355,433
02/03/08	1793,49	2031,7	-238,208
03/03/08	1256,62	1798,9	-542,274
04/03/08	0,0	1262,03	-1262,03
05/03/08	0,0	5,4083	-5,4083
06/03/08	0,0	5,4083	-5,4083
07/03/08	1361,02	5,4083	1355,61
08/03/08	2021,0	1366,42	654,576
09/03/08	1278,59	2026,41	-747,815
10/03/08	2652,18	1284,0	1368,18
11/03/08	2081,09	2657,59	-576,499
12/03/08	1800,22	2086,5	-286,282
13/03/08	2239,13	1805,63	433,508
14/03/08	1611,59	2244,54	-632,953
15/03/08	2648,02	1617,0	1031,02
16/03/08	0,0	2653,43	-2653,43
17/03/08	1146,64	5,4083	1141,23
18/03/08	2117,15	1152,04	965,109
19/03/08	1945,06	2122,56	-177,501
20/03/08	1788,34	1950,47	-162,133
21/03/08	2467,46	1793,74	673,72
22/03/08	1506,88	2472,87	-965,987
23/03/08	2208,74	1512,29	696,453
24/03/08	2533,09	2214,15	318,94

Period	Forecast	Lower 95,0% Limit	Upper 95,0% Limit
25/03/08	2538,5	546,694	4530,31
26/03/08	2543,91	-272,931	5360,75
27/03/08	2549,32	-900,593	5999,23
28/03/08	2554,73	-1428,89	6538,34
29/03/08	2560,13	-1893,68	7013,95
30/03/08	2565,54	-2313,37	7444,45
31/03/08	2570,95	-2698,88	7840,78
01/04/08	2576,36	-3057,32	8210,04
02/04/08	2581,77	-3393,65	8557,19
03/04/08	2587,18	-3711,47	8885,82
04/04/08	2592,58	-4013,49	9198,66
05/04/08	2597,99	-4301,83	9497,82

Anexo 15: Valores de Pronósticos de los Indicadores seleccionados. **Continuación...**

Cantidad de Paradas ocurridas en el periodo

Forecast Table for Paradas

Model: **Linear trend = 1,96378 + -0,00251509 t**

Period	Data	Forecast	Residual
14/01/08	0,0		
15/01/08	3,0	0,0285714	2,97143
16/01/08	2,0	3,02857	-1,02857
17/01/08	2,0	2,02857	-0,0285714
18/01/08	3,0	2,02857	0,971429
19/01/08	4,0	3,02857	0,971429
20/01/08	2,0	4,02857	-2,02857
21/01/08	0,0	2,02857	-2,02857
22/01/08	2,0	0,0285714	1,97143
23/01/08	0,0	2,02857	-2,02857
24/01/08	2,0	0,0285714	1,97143
25/01/08	2,0	2,02857	-0,0285714
26/01/08	0,0	2,02857	-2,02857
27/01/08	0,0	0,0285714	-0,0285714
28/01/08	3,0	0,0285714	2,97143
29/01/08	3,0	3,02857	-0,0285714
30/01/08	3,0	3,02857	-0,0285714
31/01/08	3,0	3,02857	-0,0285714
01/02/08	0,0	3,02857	-3,02857
02/02/08	0,0	0,0285714	-0,0285714
03/02/08	2,0	0,0285714	1,97143
04/02/08	3,0	2,02857	0,971429
05/02/08	2,0	3,02857	-1,02857
06/02/08	2,0	2,02857	-0,0285714
07/02/08	2,0	2,02857	-0,0285714
08/02/08	3,0	2,02857	0,971429
09/02/08	2,0	3,02857	-1,02857
10/02/08	3,0	2,02857	0,971429
11/02/08	2,0	3,02857	-1,02857
12/02/08	3,0	2,02857	0,971429
13/02/08	4,0	3,02857	0,971429
14/02/08	3,0	4,02857	-1,02857
15/02/08	0,0	3,02857	-3,02857
16/02/08	2,0	0,0285714	1,97143
17/02/08	2,0	2,02857	-0,0285714
18/02/08	2,0	2,02857	-0,0285714
19/02/08	2,0	2,02857	-0,0285714
20/02/08	2,0	2,02857	-0,0285714
21/02/08	0,0	2,02857	-2,02857
22/02/08	1,0	0,0285714	0,971429
23/02/08	3,0	1,02857	1,97143
24/02/08	4,0	3,02857	0,971429
25/02/08	2,0	4,02857	-2,02857
26/02/08	1,0	2,02857	-1,02857

Period	Data	Forecast	Residual
27/02/08	1,0	1,02857	-0,0285714
28/02/08	3,0	1,02857	1,97143
29/02/08	2,0	3,02857	-1,02857
01/03/08	4,0	2,02857	1,97143
02/03/08	1,0	4,02857	-3,02857
03/03/08	2,0	1,02857	0,971429
04/03/08	0,0	2,02857	-2,02857
05/03/08	0,0	0,0285714	-0,0285714
06/03/08	0,0	0,0285714	-0,0285714
07/03/08	1,0	0,0285714	0,971429
08/03/08	2,0	1,02857	0,971429
09/03/08	3,0	2,02857	0,971429
10/03/08	2,0	3,02857	-1,02857
11/03/08	3,0	2,02857	0,971429
12/03/08	3,0	3,02857	-0,0285714
13/03/08	2,0	3,02857	-1,02857
14/03/08	4,0	2,02857	1,97143
15/03/08	1,0	4,02857	-3,02857
16/03/08	0,0	1,02857	-1,02857
17/03/08	1,0	0,0285714	0,971429
18/03/08	2,0	1,02857	0,971429
19/03/08	1,0	2,02857	-1,02857
20/03/08	2,0	1,02857	0,971429
21/03/08	2,0	2,02857	-0,0285714
22/03/08	2,0	2,02857	-0,0285714
23/03/08	1,0	2,02857	-1,02857
24/03/08	2,0	1,02857	0,971429

Period	Forecast	Lower 95,0% Limit	Upper 95,0% Limit
25/03/08	2,02857	-0,782002	4,83915
26/03/08	2,05714	-1,91761	6,03189
27/03/08	2,08571	-2,78234	6,95377
28/03/08	2,11429	-3,50686	7,73543
29/03/08	2,14286	-4,14178	8,42749
30/03/08	2,17143	-4,71304	9,0559
31/03/08	2,2	-5,23608	9,63608
01/04/08	2,22857	-5,72093	10,1781
02/04/08	2,25714	-6,17458	10,6889
03/04/08	2,28571	-6,6021	11,1735
04/04/08	2,31429	-7,00733	11,6359
05/04/08	2,34286	-7,39326	12,079

Anexo 15: Valores de Pronósticos de los Indicadores seleccionados. **Continuación...**

Tiempo Perdido por Paradas ocurridas en el periodo

Forecast Table for Tiempo de Paradas

Model: **Linear trend = 6,13933 + 0,0184575 t**

Period	Data	Forecast	Residual
14/01/08	0,0		
15/01/08	8,0	0,0409429	7,95906
16/01/08	10,6	8,04094	2,55906
17/01/08	2,5	10,6409	-8,14094
18/01/08	6,45	2,54094	3,90906
19/01/08	7,0	6,49094	0,509057
20/01/08	10,85	7,04094	3,80906
21/01/08	0,0	10,8909	-10,8909
22/01/08	7,7	0,0409429	7,65906
23/01/08	0,0	7,74094	-7,74094
24/01/08	8,5	0,0409429	8,45906
25/01/08	15,35	8,54094	6,80906
26/01/08	0,0	15,3909	-15,3909
27/01/08	0,0	0,0409429	-0,0409429
28/01/08	5,3	0,0409429	5,25906
29/01/08	6,8	5,34094	1,45906
30/01/08	6,7	6,84094	-0,140943
31/01/08	13,7	6,74094	6,95906
01/02/08	0,0	13,7409	-13,7409
02/02/08	0,0	0,0409429	-0,0409429
03/02/08	2,5	0,0409429	2,45906
04/02/08	6,8	2,54094	4,25906
05/02/08	6,66	6,84094	-0,180943
06/02/08	6,5	6,70094	-0,200943
07/02/08	7,75	6,54094	1,20906
08/02/08	8,49	7,79094	0,699057
09/02/08	18,5	8,53094	9,96906
10/02/08	5,5	18,5409	-13,0409
11/02/08	10,66	5,54094	5,11906
12/02/08	7,32	10,7009	-3,38094
13/02/08	8,0	7,36094	0,639057
14/02/08	7,09	8,04094	-0,950943
15/02/08	0,0	7,13094	-7,13094
16/02/08	3,42	0,0409429	3,37906
17/02/08	10,166	3,46094	6,70506
18/02/08	9,0	10,2069	-1,20694
19/02/08	12,83	9,04094	3,78906
20/02/08	20,16	12,8709	7,28906
21/02/08	0,0	20,2009	-20,2009
22/02/08	2,3	0,0409429	2,25906
23/02/08	10,42	2,34094	8,07906
24/02/08	4,15	10,4609	-6,31094
25/02/08	17,33	4,19094	13,1391

Period	Data	Forecast	Residual
26/02/08	9,61	17,3709	-7,76094
27/02/08	6,08	9,65094	-3,57094
28/02/08	5,25	6,12094	-0,870943
29/02/08	10,5	5,29094	5,20906
01/03/08	7,32	10,5409	-3,22094
02/03/08	9,093	7,36094	1,73206
03/03/08	13,51	9,13394	4,37606
04/03/08	0,0	13,5509	-13,5509
05/03/08	0,0	0,0409429	-0,0409429
06/03/08	0,0	0,0409429	-0,0409429
07/03/08	8,0	0,0409429	7,95906
08/03/08	7,12	8,04094	-0,920943
09/03/08	13,33	7,16094	6,16906
10/03/08	2,25	13,3709	-11,1209
11/03/08	7,166	2,29094	4,87606
12/03/08	9,16	7,20694	1,95306
13/03/08	5,416	9,20094	-3,78494
14/03/08	10,33	5,45694	4,87306
15/03/08	1,89	10,3709	-8,48094
16/03/08	0,0	1,93094	-1,93094
17/03/08	14,499	0,0409429	14,4581
18/03/08	6,41	14,5399	-8,12994
19/03/08	7,763	6,45094	1,31206
20/03/08	9,683	7,80394	1,87906
21/03/08	3,766	9,72394	-5,95794
22/03/08	11,5	3,80694	7,69306
23/03/08	5,562	11,5409	-5,97894
24/03/08	2,866	5,60294	-2,73694

Period	Forecast	Lower 95,0% Limit	Upper 95,0% Limit
25/03/08	2,90694	-10,6104	16,4243
26/03/08	2,94789	-16,1685	22,0643
27/03/08	2,98883	-20,4239	26,4016
28/03/08	3,02977	-24,0049	30,0645
29/03/08	3,07071	-27,155	33,2964
30/03/08	3,11166	-29,9989	36,2223
31/03/08	3,1526	-32,6109	38,9161
01/04/08	3,19354	-35,0393	41,4264
02/04/08	3,23449	-37,3175	43,7865
03/04/08	3,27543	-39,4702	46,021
04/04/08	3,31637	-41,5156	48,1483
05/04/08	3,35731	-43,4681	50,1828

Anexo 15: Valores de Pronósticos de los Indicadores seleccionados. Continuación...

Tiempo Perdido por Interrupciones Operativas ocurridas en el periodo

Forecast Table for Interrupciones Operativas

Model: **Linear trend = 0,88796 + 0,00201677 t**

Period	Data	Forecast	Residual
14/01/08	0,0		
15/01/08	0,0	0,0214286	-0,0214286
16/01/08	0,0	0,0214286	-0,0214286
17/01/08	0,0	0,0214286	-0,0214286
18/01/08	3,15	0,0214286	3,12857
19/01/08	1,25	3,17143	-1,92143
20/01/08	0,0	1,27143	-1,27143
21/01/08	0,0	0,0214286	-0,0214286
22/01/08	0,0	0,0214286	-0,0214286
23/01/08	0,0	0,0214286	-0,0214286
24/01/08	0,0	0,0214286	-0,0214286
25/01/08	0,0	0,0214286	-0,0214286
26/01/08	0,0	0,0214286	-0,0214286
27/01/08	0,0	0,0214286	-0,0214286
28/01/08	0,0	0,0214286	-0,0214286
29/01/08	1,5	0,0214286	1,47857
30/01/08	0,3	1,52143	-1,22143
31/01/08	10,2	0,321429	9,87857
01/02/08	0,0	10,2214	-10,2214
02/02/08	0,0	0,0214286	-0,0214286
03/02/08	0,0	0,0214286	-0,0214286
04/02/08	1,5	0,0214286	1,47857
05/02/08	1,66	1,52143	0,138571
06/02/08	0,0	1,68143	-1,68143
07/02/08	2,0	0,0214286	1,97857
08/02/08	0,58	2,02143	-1,44143
09/02/08	1,75	0,601429	1,14857
10/02/08	0,5	1,77143	-1,27143
11/02/08	0,0	0,521429	-0,521429
12/02/08	0,66	0,0214286	0,638571
13/02/08	5,7	0,681429	5,01857
14/02/08	0,42	5,72143	-5,30143
15/02/08	0,0	0,441429	-0,441429
16/02/08	0,0	0,0214286	-0,0214286
17/02/08	0,0	0,0214286	-0,0214286
18/02/08	1,5	0,0214286	1,47857
19/02/08	4,33	1,52143	2,80857
20/02/08	6,8	4,35143	2,44857
21/02/08	0,0	6,82143	-6,82143
22/02/08	0,0	0,0214286	-0,0214286
23/02/08	3,0	0,0214286	2,97857
24/02/08	0,0	3,02143	-3,02143
25/02/08	2,17	0,0214286	2,14857
26/02/08	0,0	2,19143	-2,19143

Period	Data	Forecast	Residual
27/02/08	0,0	0,0214286	-0,0214286
28/02/08	0,0	0,0214286	-0,0214286
29/02/08	0,0	0,0214286	-0,0214286
01/03/08	1,66	0,0214286	1,63857
02/03/08	0,0	1,68143	-1,68143
03/03/08	1,5	0,0214286	1,47857
04/03/08	0,0	1,52143	-1,52143
05/03/08	0,0	0,0214286	-0,0214286
06/03/08	0,0	0,0214286	-0,0214286
07/03/08	0,0	0,0214286	-0,0214286
08/03/08	0,0	0,0214286	-0,0214286
09/03/08	1,75	0,0214286	1,72857
10/03/08	0,5	1,77143	-1,27143
11/03/08	1,5	0,521429	0,978571
12/03/08	0,66	1,52143	-0,861429
13/03/08	0,0	0,681429	-0,681429
14/03/08	0,75	0,0214286	0,728571
15/03/08	0,0	0,771429	-0,771429
16/03/08	0,0	0,0214286	-0,0214286
17/03/08	0,0	0,0214286	-0,0214286
18/03/08	5,41	0,0214286	5,38857
19/03/08	0,0	5,43143	-5,43143
20/03/08	2,0	0,0214286	1,97857
21/03/08	0,0	2,02143	-2,02143
22/03/08	2,0	0,0214286	1,97857
23/03/08	0,0	2,02143	-2,02143
24/03/08	1,5	0,0214286	1,47857

Period	Forecast	Lower 95,0% Limit	Upper 95,0% Limit
25/03/08	1,52143	-3,5768	6,61966
26/03/08	1,54286	-5,66713	8,75284
27/03/08	1,56429	-7,26611	10,3947
28/03/08	1,58571	-8,61075	11,7822
29/03/08	1,60714	-9,79285	13,0071
30/03/08	1,62857	-10,8595	14,1166
31/03/08	1,65	-11,8387	15,1387
01/04/08	1,67143	-12,7485	16,0914
02/04/08	1,69286	-13,6018	16,9876
03/04/08	1,71429	-14,4077	17,8363
04/04/08	1,73571	-15,1732	18,6446
05/04/08	1,75714	-15,9036	19,4179

Anexo 15: Valores de Pronósticos de los Indicadores seleccionados. Continuación...

Tiempo Perdido por Roturas ocurridas en el periodo

Forecast Table for Roturas

Model: **Linear trend = 2,57392 + -0,00176844 t**

Period	Data	Forecast	Residual
14/01/08	0,0		
15/01/08	2,5	0,0195143	2,48049
16/01/08	0,0	2,51951	-2,51951
17/01/08	0,0	0,0195143	-0,0195143
18/01/08	0,0	0,0195143	-0,0195143
19/01/08	0,5	0,0195143	0,480486
20/01/08	9,4	0,519514	8,88049
21/01/08	0,0	9,41951	-9,41951
22/01/08	2,4	0,0195143	2,38049
23/01/08	0,0	2,41951	-2,41951
24/01/08	8,5	0,0195143	8,48049
25/01/08	15,35	8,51951	6,83049
26/01/08	0,0	15,3695	-15,3695
27/01/08	0,0	0,0195143	-0,0195143
28/01/08	3,3	0,0195143	3,28049
29/01/08	6,65	3,31951	3,33049
30/01/08	2,1	6,66951	-4,56951
31/01/08	1,5	2,11951	-0,619514
01/02/08	0,0	1,51951	-1,51951
02/02/08	0,0	0,0195143	-0,0195143
03/02/08	1,5	0,0195143	1,48049
04/02/08	0,0	1,51951	-1,51951
05/02/08	0,0	0,0195143	-0,0195143
06/02/08	1,5	0,0195143	1,48049
07/02/08	0,0	1,51951	-1,51951
08/02/08	5,75	0,0195143	5,73049
09/02/08	0,75	5,76951	-5,01951
10/02/08	3,0	0,769514	2,23049
11/02/08	9,0	3,01951	5,98049
12/02/08	4,0	9,01951	-5,01951
13/02/08	2,3	4,01951	-1,71951
14/02/08	5,17	2,31951	2,85049
15/02/08	0,0	5,18951	-5,18951
16/02/08	1,75	0,0195143	1,73049
17/02/08	3,5	1,76951	1,73049
18/02/08	0,0	3,51951	-3,51951
19/02/08	0,0	0,0195143	-0,0195143
20/02/08	2,5	0,0195143	2,48049
21/02/08	0,0	2,51951	-2,51951
22/02/08	0,0	0,0195143	-0,0195143
23/02/08	3,0	0,0195143	2,98049
24/02/08	2,5	3,01951	-0,519514
25/02/08	15,16	2,51951	12,6405
26/02/08	9,61	15,1795	-5,56951

Period	Data	Forecast	Residual
27/02/08	2,66	9,62951	-6,96951
28/02/08	3,3	2,67951	0,620486
29/02/08	2,25	3,31951	-1,06951
01/03/08	4,66	2,26951	2,39049
02/03/08	0,0	4,67951	-4,67951
03/03/08	0,0	0,0195143	-0,0195143
04/03/08	0,0	0,0195143	-0,0195143
05/03/08	0,0	0,0195143	-0,0195143
06/03/08	0,0	0,0195143	-0,0195143
07/03/08	0,0	0,0195143	-0,0195143
08/03/08	2,0	0,0195143	1,98049
09/03/08	0,0	2,01951	-2,01951
10/03/08	0,75	0,0195143	0,730486
11/03/08	1,66	0,769514	0,890486
12/03/08	3,5	1,67951	1,82049
13/03/08	5,16	3,51951	1,64049
14/03/08	8,83	5,17951	3,65049
15/03/08	1,89	8,84951	-6,95951
16/03/08	0,0	1,90951	-1,90951
17/03/08	0,0	0,0195143	-0,0195143
18/03/08	0,0	0,0195143	-0,0195143
19/03/08	7,763	0,0195143	7,74349
20/03/08	7,083	7,78251	-0,699514
21/03/08	2,166	7,10251	-4,93651
22/03/08	0,0	2,18551	-2,18551
23/03/08	0,0	0,0195143	-0,0195143
24/03/08	1,366	0,0195143	1,34649

Period	Forecast	Lower 95,0% Limit	Upper 95,0% Limit
25/03/08	1,38551	-6,87614	9,64717
26/03/08	1,40503	-10,2787	13,0888
27/03/08	1,42454	-12,8851	15,7341
28/03/08	1,44406	-15,0792	17,9674
29/03/08	1,46357	-17,01	19,9372
30/03/08	1,48309	-18,7537	21,7199
31/03/08	1,5026	-20,3557	23,3609
01/04/08	1,52211	-21,8454	24,8896
02/04/08	1,54163	-23,2433	26,3266
03/04/08	1,56114	-24,5645	27,6868
04/04/08	1,58066	-25,8201	28,9815
05/04/08	1,60017	-27,019	30,2194