

DISEÑO DE UN SISTEMA DE CONTROL OPERACIONAL PARA UNA EMPRESA PRODUCTORA DE AZÚCAR

Julio Jorge Sancho Pérez ⁽¹⁾, Diana Ximena Hoyos Calle ⁽²⁾, Ing. Cristian Arias U. ⁽³⁾
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción ^{(1) (2) (3)}
Escuela Superior Politécnica del Litoral ^{(1) (2) (3)}
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
sunzut@hotmail.com ⁽¹⁾, dianahoyos091187@hotmail.com ⁽²⁾, carias@espol.edu.ec ⁽³⁾

Resumen

El diseño de un Sistema de de Gestión en Control Operacional fue desarrollado para una empresa azucarera, está enfocado en el análisis, control de las actividades y procesos de mantenimiento que se realizan en el ingenio con el fin de disminuir los costos. Para realizar un adecuado diagnóstico del sistema actual, se hizo una distinción de los dos tipos fundamentales de maquinarias y herramientas que intervienen en la elaboración del azúcar: Equipo agrícola y Equipo de molienda. Se realiza un análisis de las características y condiciones actuales del sistema de gestión de mantenimiento y las actividades relacionadas, considerando los factores que intervienen ya sean de tipo administrativo, técnico o humano; se analizan las causas de los problemas encontrados en relación al mantenimiento y con esta información se diseñó el sistema de Gerencia de Activos, basado en el Mantenimiento Productivo Total.

Palabras Claves: Gestión, mantenimiento, control, activo, gerencia de activos.

Abstract

This graduation thesis develops the design of an Administration System in Operational Control for a sugar company focused in the analysis and control of the activities and processes of Maintenance that are carried out in the company and decrease the costs. With the purpose of carry out an appropriate diagnosis of the current system, it was made a distinction of the two fundamental types of machinery and equipment that intervene in the elaboration of the sugar: I equip agricultural and mill Team. It is done an analysis of the characteristics and current conditions of the system of maintenance administration and the related activities, whereas clause the factors that intervene are already of administrative type, technician or human; the causes of the opposing problems are analyzed in relation to the maintenance, it stops based on the result of the global analysis to design the system of Management of Active, based in the Total Productive Maintenance.

Keywords: Administration, maintenance, control, active, management of active.

1. Introducción

El ingenio azucarero sobre el cual está orientado este estudio, tiene una participación en la industria alimenticia desde el año 1884. Durante este período de tiempo ha presentado muchos cambios, principalmente incremento de molinos y equipos de centrifugación y envasado, para así poder cubrir la demanda creciente del producto en el mercado nacional e internacional; y también para poder estar acorde con las exigencias que las diversas certificaciones le han exigido.

2. Importancia de la Gerencia de Activos

La gerencia de activos abarca procesos como el diseño, construcción, explotación, mantenimiento y reemplazo de activos e infraestructuras, a pesar de que se encuentren en diferentes departamentos,

localizaciones, instalaciones, y en algunos casos, incluso en diferentes unidades de negocio. La gerencia de los activos puede mejorar su rendimiento, reducir costes, extender su vida útil y mejorar el retorno de inversión de los activos, entre otras ventajas.

Tabla 1. Zonas De Interés Económico

ITEM	DESCRIPCION	EXPRESADO EN DOLARES	
		VALOR DE REPOSICIÓN	VALOR ACTUAL
01	MOLIENDA	25.825.220,00	15.984.280,00
02	CLARIFICACION	5.386.050,00	3.319.960,00
03	EVAPORACION	3.281.540,00	1.631.590,00
04	CRITALIZACION	3.514.850,00	1.746.350,00
05	CENTRIFUGACION	5.206.370,00	2.604.430,00
06	ENVASADO Y MANEJO DE PRODUCTO	2.041.870,00	1.425.130,00
07	PLANTA DE ELABORACION DE AZUCAR LIGHT	167.520,00	137.350,00
08	PLANTA DE ELABORACION DE PANELA	340.020,00	232.930,00
09	CALDEROS	27.744.580,00	11.964.450,00
10	LABORATORIO	174.240,00	133.260,00
11	TALLERES	1.401.100,00	552.660,00
12	MELAZA	1.140.000,00	605.240,00
13	MANEJO DE AGUAS	858.730,00	407.390,00
14	GENERACION ELECTRICA	8.325.260,00	4.232.470,00
15	SERVICIOS GENERALES	357.450,00	203.530,00
	TOTAL MAQUINARIA:.....	85.764.800,00	45.181.020,00

3. Gestión de Mantenimiento

El hacer mantenimiento no consiste en reparar el equipo dañado tan pronto como se pueda sino en mantener al equipo en operación a los niveles especificados. Así, buen mantenimiento no consiste en hacer el trabajo equivocado en la forma más eficiente; su prioridad es prevenir fallas y así reducir los riesgos de paradas imprevistas.

El mantenimiento no empieza cuando los equipos son recibidos y montados, sino en la etapa inicial de todo el proyecto y continua cuando se formaliza la compra de aquellos y su montaje correspondiente.

4. Mantenimiento Productivo Total

Mejoras Enfocadas o Kobetsu Kaizen: Son actividades que se desarrollan con la intervención de las diferentes áreas comprometidas en el proceso productivo, con el objeto maximizar la Efectividad Global de Equipos, procesos y plantas; todo esto a través de un trabajo organizado en equipos funcionales e interfuncionales que emplean metodología específica y centran su atención en la eliminación de cualquiera de las 16 pérdidas existentes en las plantas industriales.

Mantenimiento Autónomo o Jishu Hozen: Una de las actividades del sistema TPM es la participación del personal de producción en las actividades de mantenimiento. Este es uno de los procesos de mayor impacto en la mejora de la productividad. Su propósito es involucrar al operador en el cuidado del equipamiento a través de un alto grado de formación y preparación profesional, respeto de las condiciones de operación, conservación de las áreas de trabajo libres de contaminación, suciedad y desorden.

Mantenimiento Planificado: El objetivo del mantenimiento planificado es el de eliminar los problemas del equipamiento a través de acciones de mejora, prevención y predicción. Para una correcta gestión de las actividades de mantenimiento es necesario contar con bases de información, obtención de conocimiento a partir de los datos, capacidad de programación de recursos, gestión de tecnologías de mantenimiento y un poder de motivación y coordinación del equipo humano encargado de estas actividades.

Mantenimiento de la Calidad o Hinshitsu Hozen: Esta clase de mantenimiento tiene como propósito mejorar la calidad del producto reduciendo la variabilidad, mediante el control de las condiciones de los componentes y condiciones del equipo que tienen

directo impacto en las características de calidad del producto. Frecuentemente se entiende en el entorno industrial que los equipos producen problemas cuando fallan y se detienen, sin embargo, se pueden presentar averías que no detienen el funcionamiento del equipo pero producen pérdidas debido al cambio de las características de calidad del producto final. El mantenimiento de la calidad es una clase de mantenimiento preventivo orientado al cuidado de las condiciones del producto resultante.

Prevención del Mantenimiento: Son aquellas actividades de mejora que se realizan durante la fase de diseño, construcción y puesta a punto de los equipos, con el objeto de reducir los costes de mantenimiento durante su explotación. Una empresa que pretende adquirir nuevos equipos puede hacer uso del historial del comportamiento de la maquinaria que posee, con el objeto de identificar posibles mejoras en el diseño y reducir drásticamente las causas de averías desde el mismo momento en que se negocia un nuevo equipo. Las técnicas de prevención de mantenimiento se fundamentan en la teoría de la fiabilidad, esto exige contar con buenas bases de datos sobre frecuencia de averías y reparaciones.

Áreas administrativas: Esta clase de actividades no involucra el equipo productivo. Departamentos como planificación, desarrollo y administración no producen un valor directo como producción, pero facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso productivo funcione eficientemente, con los menores costes, oportunidad solicitada y con la más alta calidad. Su apoyo normalmente es ofrecido a través de un proceso que produce información. Allí también las pérdidas potenciales a ser recuperadas son enormes.

Educación y Entrenamiento: Las habilidades tienen que ver con la correcta forma de interpretar y actuar de acuerdo a las condiciones establecidas para el buen funcionamiento de los procesos. Es el conocimiento adquirido a través de la reflexión y experiencia acumulada en el trabajo diario durante un tiempo.

Seguridad y Medioambiente: El número de accidentes crece en proporción al número de pequeñas paradas, por ese motivo el desarrollo del Mantenimiento Autónomo y una efectiva implementación de las 5S son la base de la seguridad. El Kobetsu Kaizen es el instrumento para eliminar riesgos en los equipos. La formación en habilidades de percepción es la base de la identificación de riesgos ya que el personal formado profundamente en el equipo asume mayor responsabilidad por su salud y su seguridad. La práctica de los procesos TPM crean responsabilidad por el cumplimiento de los

reglamentos y estándares lo que disminuye las pérdidas y mejora la productividad.

5. Estructura organizacional

Para poder formular un Sistema de Gestión de Mantenimiento es necesario conocer la estructura organizacional del departamento de Mantenimiento. Además se requiere conocer si cada función establecida está siendo correctamente realizada, y si se dispone de capacitaciones y herramientas adecuadas.

Otro aspecto a considerar es el número de personas con las que cuenta el departamento, asimismo la cantidad de personas que dependen de la administración directa del área, o personal que labora en mantenimiento pero de manera indirecta, es decir a través de la contratación de empresas que se dedican expresamente a dar mantenimiento.

Todo esto es fundamental para poder emitir un criterio sobre la organización del personal, conocer si el plan de organización es flexible a una expansión o a algún cambio organizacional que se quiera realizar en un futuro.

6. Descripción del proceso productivo

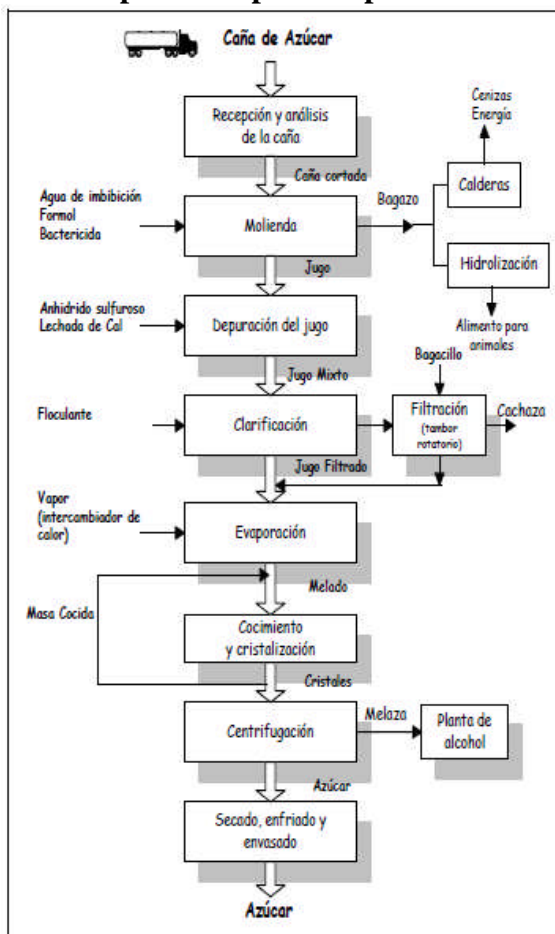


Figura 1. Diagrama de flujo de la producción de azúcar

Cultivo y Transporte: La sacarosa se forma en los tallos de la caña de azúcar. Esta es una gramínea tropical gigante que madura alrededor de 12 meses. Luego la caña es cortada, pesada y descargada en el patio del ingenio para molerla.

Molienda: La caña es desmenuzada con cuchillas rotatorias y una desfibradora antes de molerla para facilitar la extracción del jugo que se hace pasándola por los molinos. Se utiliza agua en contracorriente para ayudar a la extracción que llega a 94 o 95% del azúcar contenida en la caña. El remanente queda en el bagazo residual que es utilizado como combustible en las calderas.

Clarificación: La clarificación consiste en calentar el jugo y decantarlo. La decantación se lleva a cabo en los clarificadores en los cuales las impurezas, en forma de barro, van al fondo y el jugo clarificado se extrae por la parte superior.

El barro o cachaza, contiene todavía azúcar y requiere ser pasada por filtros rotativos al vacío de los cuales se recuperan una cantidad de jugo, que retorna al proceso y se retira una torta de cachaza que es devuelta al campo.

Evaporación: El jugo claro, pasa a los evaporadores en los cuales se elimina alrededor del 80% del agua contenida en el jugo, que con esta operación se convierte en meladura. Los evaporadores trabajan en múltiples efectos, que el vapor producido por la evaporación de agua en el primer efecto es utilizado para calentar el segundo y así, sucesivamente, hasta llegar al quinto efecto que entrega sus vapores al condensador. El condensador es enfriado por agua en recirculación desde el estanque de enfriamiento.

Cristalización: La meladura pasa a los tachos donde continúa la evaporación de agua, lo que ocasiona la cristalización del azúcar. Es decir que, al seguir eliminando agua, llega un momento en el cual la azúcar disuelta en la meladura se deposita en forma de cristales de sacarosa. Los tachos trabajan con vacío para efectuar la evaporación a baja temperatura y evitar así la caramelización del azúcar.

Centrifugación: En los tachos se obtiene una masa, denominada masa cocida, que es mezcla de cristales de azúcar y miel. La separación se hace por centrifugación en las maquinas destinadas a esa labor. De las centrifugas sale azúcar cruda y miel. La miel se retorna a los tachos para dos etapas adicionales de cristalización que termina con los cocimientos, o melaza. El azúcar de tercera se utiliza como pie para la cristalización del segundo cocimiento y el azúcar de segunda para el cocimiento de primera.

Secado y empaque: Esta operación se lleva a cabo en secadoras de azúcar. Éstas consisten en un tambor rotativo a través del cual se circula aire caliente para deshumedecerla, posteriormente se circula aire con un abanico auxiliar con el fin de mantener la temperatura adecuada para su inmediato envase.

7. Costos y gastos de mantenimiento

La empresa invierte anualmente \$1.900.000,00 dólares aproximadamente tanto en mantenimiento predictivo como correctivo, esta cantidad representa menos del 1% de su presupuesto anual de ventas. Un punto que hay que resaltar es que en la compañía se ha reducido drásticamente la cantidad a invertir en mantenimiento en los últimos diez años pasando de aproximadamente \$7.000.000,00 en el 2000 a la cantidad mencionada anteriormente en el 2010.

El departamento de Mantenimiento cuenta con las herramientas y el personal adecuados, además de poseer las facilidades que ciertas condiciones ameritan como transporte en caso de que la parte a mantener se encuentre lejana como por ejemplo en los canteros. Además cuentan con equipos de protección personal y colectiva, además de la correcta inducción que el uso de éstos significa.

8. Gestión administrativa

El Área de Mantenimiento no cuenta con un Manual de Procedimientos establecido, únicamente laboran con el Manual de Procedimientos para Órdenes de Trabajo. Por este motivo, un aporte que se realizará a través de este trabajo es la realización de un Manual de Procedimientos para el área de Mantenimiento Programado. En el año 2007 se inició la implantación del Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001, siendo octubre del 2008 fecha en la que se obtuvo la certificación. Sin embargo, desde el año 2003 se han venido realizando varias actividades que permitirían a la empresa disminuir la emisión de contaminantes.

9. Equipos críticos

Se analizaron las diferentes máquinas a través de las horas perdidas que se han ocasionado durante los años 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, se resume de manera general cuáles han sido las máquinas en las que se han presentado mayor número de paras.

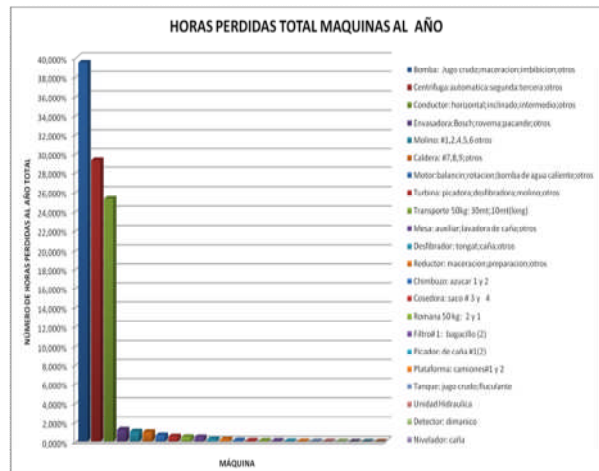


Figura 2. Número total de horas perdidas por grupos de máquinas

El análisis de las principales causas de averías se realizaron en aquellas máquinas que presentan más horas perdidas por averías y en aquellas que tienen menor tiempo promedio entre fallas.

Tabla 2. Resumen de las maquinas con mas fallas en el 2009

RESUMEN MÁQUINAS CON MÁS FALLAS (TOTAL 2009)			
MÁQUINA	NÚMERO	HORAS PARADA DE MÁQUINA	%
BOMBAS	35	733	44,5%
ENVASADORAS	103	421,91	25,6%
CENTRÍFUGAS	109	212	12,9%
CALDERAS	10	171	10,4%
CONDUCTORES	132	109	6,6%
TOTAL	389	1646,91	100,0%

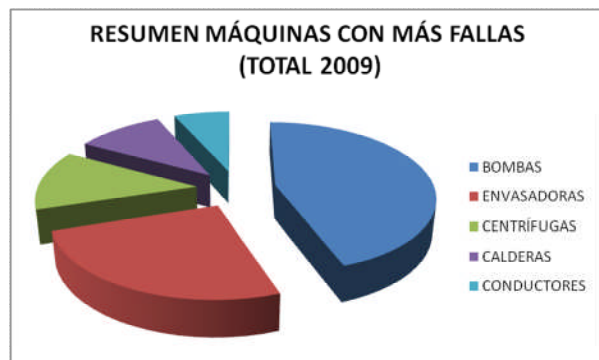


Figura 3. Número total de horas perdidas por grupos de máquinas

Por lo tanto el análisis será realizado en los siguientes equipos: bombas, centrífugas, conductores, calderas, envasadoras

10. Resultados

Identificación de activos críticos:

La confiabilidad de los equipos y las actividades de mantenimiento que se realizan en ellos son aspectos de importancia crítica para la empresa, así como los tiempos de proceso, los tiempos destinados a cumplir con el mantenimiento de las máquinas se deben mantener al mínimo. Por este motivo, el análisis de modo y efecto de fallas (AMEF) es una herramienta que permite determinar el momento en el que la confiabilidad de los equipos no es la adecuada, ayudando a disminuir los tiempos muertos por reparación.

A partir del producto de los criterios mencionados anteriormente se determina el índice de prioridad de riesgo, valor que se emplea para poder identificar los riesgos más serios y de esta manera establecer las acciones correctivas necesarias. Cuando los modos de falla han sido ordenados por el índice de prioridad de tesis, las acciones correctivas deberán dirigirse primero a los problemas y puntos de mayor grado e ítems críticos. La intención de cualquier acción recomendada es reducir los grados de ocurrencia, severidad o detección.

A través del análisis de criticidad permitiremos establecer niveles jerárquicos en máquinas y equipos en función del impacto global que generan, con el objetivo de facilitar la toma de decisiones. En el análisis de criticidad se establece un orden de prioridades sobre una serie de máquinas y equipos, otorgando un valor numérico en función de una matriz que combina la condición actual del equipo, el nivel de producción, el impacto ambiental y de seguridad y la producción.

Tabla 3. Matriz de jerarquización por código y criticidad de máquinas y equipos.

MATRIZ DE JERARQUIZACIÓN POR CÓDIGO DE MÁQUINA Y CRITICIDAD DE MÁQUINAS Y EQUIPOS QUE INTERVIENEN EN LA PRODUCCIÓN DE AZÚCAR																			
#	MÁQUINAS	CRITERIOS DE CRITICIDAD											Total	NÚMERO DE MÁQUINAS	CANTIDAD CRITICIDAD	CÓDIGO MÁQUINA	% ACUM	CLASIFICACIÓN	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11							12
1	Calderas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	11	6	5	10		2/5
2	Conductores	X	X				X	X	X				X	6	9	4	10	21%	VITALES
3	Centrifugas	X	X	X	X							X	X	7	14	4	9		3/5
4	Envasadoras	X	X	X	X					X	X	X		7	20	3	7	78%	IMPORTANTES
5	Bombas	X			X	X	X		X	X				6	24	3	5		
TOTAL													73						

A través de la matriz de jerarquización podemos observar que las calderas y conductores, al ser equipos cuyo mantenimiento es más complicado y cuya interacción con el proceso productivo es fundamental para la elaboración del azúcar son equipos vitales, es

decir serán los equipos en los que se centren los planes de mantenimiento.

11. Conclusiones

- En el desarrollo de la tesina se destaca la importancia de la prevención del mantenimiento, porque al mantener medidas adecuadas de prevención se evita la fase correctiva, lo que representa ahorro en los gastos por mantenimiento y facilita las actividades productivas.
- El mantener actividades establecidas y constantes de mantenimiento, permite que el sistema operativo sea más efectivo y de mayor rendimiento.
- Es necesario mantener registros confiables de los diversos mantenimientos que se ejecutan a los equipos, ya que de esta manera se puede aplicar de manera efectiva un plan de mantenimiento programado. El no tener un plan basado en la criticidad de las máquinas hizo que la empresa se dedicara a actuar resolviendo averías o desperfectos en todos los equipos de la planta, y realizando ciertas tareas de mantenimiento no programadas basadas en la experiencia de los técnicos o sobre la base de las averías que se presentaban.
- Se debe realizar una organización y clasificación de las herramientas, de tal forma que la tenencia y responsabilidad sobre las mismas sea personalizada. Esto garantizará el cuidado, la disponibilidad permanente de las mismas.
- De acuerdo a las etapas de evolución de la seguridad e higiene industrial, la empresa se encuentra en la primera generación, ya que en ésta solo se toman acciones correctivas, no existe planificación o mejoramiento continuo, la seguridad están a cargo de una persona existe preocupación de prevención de accidentes en las personas, mas no son conscientes de las pérdidas que pueden ocasionar los accidentes de maquinaria, materiales, equipos, entre otros.
- Uno de los principales problemas de la empresa a nivel general, es la falta de compromiso y conciencia de los integrantes de la compañía sobre la importancia de la seguridad e higiene en la productividad y rentabilidad de la misma.

- Como la empresa no lleva registros ni controles de riesgos, incidentes y accidentes, no visualizan las pérdidas que estos generan, a pesar de que aparentemente no sucedan frecuentemente.

12. Agradecimientos

A Dios, al Ing. Cristian Arias por su guía, a nuestras familias y amigos que nos han brindado su incondicional apoyo.

13. Referencias

- [1] AMENDOLA E. LUIS, Retorno de Inversión en la Gestión de Activos, Segunda Edición, 2005
- [2] ASFAHL C. RAY, Seguridad Industrial y Salud, Cuarta Edición, Prentice Hall.
- [3] Elprisma, www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_industrial/5slascincos, septiembre 14, 2008.
- [4] HORACIO HELMAN Y PAULO PEREIRA, Análisis De Fallas, Brasil 1995.
- [5] LOURIVAL T. AUGUSTO, Gestión de Activos para el Mantenimiento, editorial Norma.