



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DE
INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD EN PRODUCCIÓN Y
MANTENIMIENTO DE UNA FÁBRICA DE TUBERÍA DE PVC**

Byron Emilio Aroche Palencia

Asesorado por la Msc. Inga. Isis Oneida Mejía Duarte

Guatemala, febrero de 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DE
INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD EN PRODUCCIÓN Y
MANTENIMIENTO DE UNA FÁBRICA DE TUBERÍA DE PVC**

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

BYRON EMILIO AROCHE PALENCIA

ASESORADO POR LA MSC. INGA. ISIS ONEIDA MEJÍA DUARTE

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, FEBRERO DE 2013

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvira Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

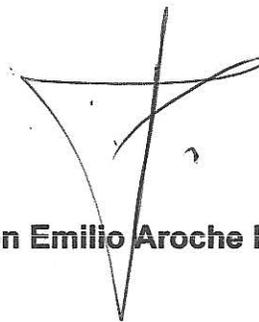
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
EXAMINADOR	Ing. Juan José Peralta Dardón
EXAMINADOR	Ing. Alberto Eulalio Hernández García
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DE INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD EN PRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNA FÁBRICA DE TUBERÍA DE PVC

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Posgrado, con fecha 22 de enero de 2013.



Byron Emilio Aroche Palencia

Universidad de San Carlos
de Guatemala



Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería
Teléfono 2418-9142

AGS-MGIPP-0007-2013

Guatemala, 22 de enero de 2013.

Director:
César Ernesto Urquizú Rodas
Escuela de Ingeniería Industrial
Presente.

Estimado Director:

Reciba un atento y cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado los cursos aprobados del primer año y el Diseño de Investigación del estudiante **Byron Emilio Aroche Palencia** con carné número **1990-12505**, quien opto la modalidad del **“PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO”**.

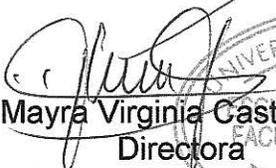
Y si habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Decimo, Inciso 10.2, del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Sin otro particular, atentamente,

“Id y enseñad a todos”


ISIS ONEIDA MEJÍA DUARTE
Msc. Inga. Isis Oneida Mejía Duarte
Asesor (a) COLEGIADA NO. 3,334


César Akú Castillo MSc.
INGENIERO INDUSTRIAL
COLEGIADO No. 4,073
Msc. Ing. César Augusto Akú Castillo
Coordinador de Área
Gestión y Servicios


Dra. Mayra Virginia Castillo Montes
Directora
Escuela de Estudios de
Postgrado



Cc: archivo
/la

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERIA

REF.DIR.EMI.055.013

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación en la modalidad Estudios de Postgrado titulado **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DE INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD EN PRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNA FÁBRICA DE TUBERÍA DE PVC**, presentado por el estudiante universitario **Byron Emilio Aroche Palencia**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, febrero de 2013.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN DE IMPLEMENTACIÓN DE INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD EN PRODUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNA FÁBRICA DE TUBERÍA DE PVC**, presentado por el estudiante universitario **Byron Emilio Aroche Palencia**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, febrero de 2013

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por sus infinitas bendiciones y la fuerza de espíritu para continuar y concluir tareas.
- Mis padres** Herculano Aroche Eguizábal (q.e.p.d.) y María Luisa Palencia Recinos Vda. de Aroche, por ser inspiración y ejemplo; especialmente a mi madre por su lucha diaria a mi lado.
- Mis hermanos** Julio César, Hilda Leticia, Elba Yolanda y Lesbia Marina, por su cariño constante.
- Mis hijas** Luisa Fernanda y Karla María, como testimonio de lucha ante la adversidad.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala Por ser una importante influencia en mi vida académica.

Facultad de Ingeniería Por contribuir a mi formación profesional.

ÍNDICE

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	III
LISTA DE SÍMBOLOS	V
GLOSARIO	VII
RESUMEN.....	IX
INTRODUCCIÓN.....	XI
1. ANTECEDENTES	1
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
2.1. Objetivo general	3
2.2. Objetivos específicos.....	3
3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	5
4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	7
5. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	9
6. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	11
7. DEFINICIÓN DE VARIABLES	13
7.1. Definición conceptual de la variable productividad.....	13
7.2. Definición operacional de la variable productividad	13
8. CONTENIDO DEL INFORME	15

9.	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	19
9.1.	Descripción del proceso de fabricación de tubería de PVCpor extrusión	19
9.2.	Desarrollo de indicadores de productividad para los procesos de producción y mantenimiento	20
9.3.	Implementación de indicadores de productividad en los procesos de producción y mantenimiento	21
9.4.	Recopilación de información histórica de producción y mantenimiento	23
9.4.1.	Población y tamaño de muestra	24
9.5.	Comprobación de hipótesis de investigación.....	26
10.	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES.....	27
11.	RECURSOS	29
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	31

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

TABLAS

I.	Valores de las variables	25
II.	Cronograma de actividades.....	27
III.	Recurso humano	29
IV.	Recurso material	29
V.	Recurso financiero	30

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
σ	Desviación estándar, medida de dispersión
n	En estadística, simboliza el tamaño de la muestra
N	En estadística, simboliza la población o universo
e	Error muestral que suele variar entre 0.01 y 0.09
H₁	Hipótesis de investigación
H₀	Hipótesis nula
m	Metro, unidad de medida de longitud
M³	Metro cúbico, unidad de volumen
M³/mes	Metros cúbicos consumidos por mes
Kw/hora/mes	Trabajo eléctrico contabilizado en horas durante un mes
Watt	Unidad básica de potencia. Resulta del cociente entre trabajo y tiempo

Kw Unidad de medida de potencia equivalente a 1000
Watts

Z Valor del nivel de confianza en cálculos estadísticos

GLOSARIO

Extrusión	Proceso de manufactura en el que un material plástico es forzado a través de un molde para obtener un producto formado de manera continua.
Indicador de proceso	Conjunto de datos obtenidos durante la ejecución del proceso, que permiten conocer el comportamiento del mismo, y por tanto, predecir su comportamiento futuro en circunstancias similares.
MOD	Mano de obra directa. Personal involucrado directamente en la transformación de materia prima en producto terminado.
PVC	Cloruro de polivinilo, del término en inglés polyvinylchloride.
MOD	Mano de obra directa. Personal involucrado directamente en la transformación de materia prima en producto terminado.
Quetzales/mes/manto	Gasto mensual realizado por mantenimiento y contabilizado en quetzales.

RESUMEN

Las industrias en busca de la sostenibilidad de sus negocios, se han enfocado en la reducción de costos de producción, manteniendo la elaboración de productos de calidad que satisfagan las expectativas del cliente.

La presente propuesta de investigación plantea demostrar la efectividad de la implementación de indicadores de productividad en los procesos de producción y mantenimiento enfocados a la optimización del uso de energía eléctrica, recurso humano y consumo de agua. El estudio se realizará en los Departamentos de Producción y Mantenimiento en una fábrica productora de tubería de PVC, en la ciudad capital de Guatemala.

La hipótesis de investigación que se pondrá a prueba es: “La implementación de indicadores de productividad en los procesos de producción y mantenimiento de una fábrica de tubería, mejorará el consumo de energía eléctrica, agua y recurso humano”.

El marco metodológico está basado en una investigación con enfoque cuantitativo y un diseño descriptivo-correlacional, de tipo no experimental y transversal. Se utilizará el método de observación directa y análisis documental. Se formarán dos grupos para un análisis comparativo, uno será un análisis documental que se realizará con datos que se obtendrán de registros históricos de producción y el otro estará constituido por los datos generados a partir de la implementación de los indicadores de productividad propuestos en el presente estudio. Basado en el resultado del análisis estadístico, se concluirá y harán las recomendaciones pertinentes.

INTRODUCCIÓN

La presente propuesta de investigación, a través del objetivo principal, plantea demostrar la efectividad de la implementación de indicadores de productividad en los procesos de producción y mantenimiento, enfocados a la optimización del uso de energía eléctrica, recurso humano y consumo de agua.

El estudio se realizará principalmente en los procesos de producción y mantenimiento que forman parte de una fábrica productora de tubería de PVC, en la ciudad capital de Guatemala.

La hipótesis de investigación que se pondrá a prueba es “La implementación de indicadores de productividad en los procesos de producción y mantenimiento de una fábrica de tubería, mejorará el consumo de energía eléctrica, agua y recurso humano”.

El estudio tendrá un marco teórico que consta de 4 capítulos que versan sobre temas como: síntesis histórica de la empresa, la administración del trabajo, conceptos de productividad y productividad total, y el uso de incentivos monetarios y no monetarios para el logro de compromiso en el trabajo.

El marco metodológico está basado en una investigación con enfoque cuantitativo y un diseño descriptivo-correlacional, de tipo no experimental y transversal. Se utilizará el método de observación directa y análisis documental; la información se recopilará y analizará con herramientas como Ishikawa, Pareto, estadística descriptiva y prueba “t”, entre otros. Con base en lo anterior se concluirá, implementará y se harán las recomendaciones pertinentes.

1. ANTECEDENTES

Las industrias de vanguardia preocupadas por la sostenibilidad de sus negocios y márgenes de utilidad, han tenido que gestionar de una manera más eficaz sus procesos de producción y apoyarse en una ejecución más eficiente del mantenimiento en general del equipo, para el logro de sus metas productivas. La razón de estos esfuerzos ha sido por un lado, la reducción de costos de producción y por otro, la entrega de productos de calidad que satisfagan las expectativas del cliente, ganar su preferencia para lograr así la rentabilidad, que al final constituye la razón fundamental de la existencia de las empresas.

Los procesos de producción continuamente reciben presión para alcanzar los niveles de producto demandado, y al costo más bajo; a los procesos de mantenimiento, por otro lado, también se les demanda la reducción de sus ciclos de trabajo, cumpliendo el objetivo de garantizar la confiabilidad operativa del equipo (Hellriegel, Don y Solum, John, 1998).

Se ha encontrado evidencia de empresas que han implementado indicadores de gestión y productividad en los procesos de producción y mantenimiento, como respuesta a los problemas de uso eficiente de recursos como: energía eléctrica, materia prima, mano de obra, agua, tiempo de respuesta, etc.; que comúnmente se enfrentan en estas áreas.

En la presente investigación se propone la implementación de indicadores de productividad en los procesos de producción y mantenimiento de una fábrica de tubería de PVC, situada en ciudad capital de Guatemala, con el fin de

mejorar la gestión a nivel de productividad de la energía eléctrica, consumo de agua en producción y el tiempo de los ciclos de trabajo de mantenimiento.

Para tener suficientes elementos de juicio sobre qué indicadores de productividad seleccionar, se encontró información acerca de los indicadores más utilizados para eficientar las áreas de producción, en el trabajo sobre productividad total realizado por David J. Sumanth (2006).

Adicionalmente, como punto de partida para tomar en cuenta los aspectos a considerar en la implementación de indicadores de productividad, se referenciará información encontrada al respecto, en la literatura desarrollada por Carl G. Thor (1999), que trata los temas relacionados con los incentivos y su uso, para que el personal se involucre y las tareas delegadas sean hechas con diligencia y exactitud.

2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1. Objetivo general

Implementar indicadores de productividad en los procesos de producción y mantenimiento, para mejorar el aprovechamiento de los principales recursos empleados para la fabricación de tubería de PVC, tales como: energía eléctrica, agua, mano de obra directa y mantenimiento.

2.2. Objetivos específicos

1. Analizar la situación actual sobre el consumo de energía eléctrica, agua, mano de obra directa y tiempo de reparación de maquinaria en los procesos de producción y mantenimiento de una fábrica de tubería de PVC.
2. Establecer los procedimientos para la selección de los indicadores de productividad en los procesos de producción y mantenimiento, que abarquen los recursos de: energía eléctrica, agua, mano de obra directa y mantenimiento.
3. Determinar un plan para la implementación de indicadores de productividad en producción y mantenimiento de una fábrica de tubería de PVC.

3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La importancia de los indicadores de productividad radica en que llegan a convertirse en los signos vitales de la organización; el seguimiento y control que se haga de ellos permite establecer las condiciones en las que opera un proceso y se pueden identificar los síntomas anómalos que afectan los resultados esperados.

La necesidad de contar con indicadores es que a través de ellos se puede medir la efectividad de los cambios realizados en un proceso; son instrumentos importantes para monitorear el desempeño de procesos con potenciales de mejora, orientan respecto de cómo se pueden alcanzar mejores resultados y ayudar a coordinar esfuerzos entre distintos departamentos.

La motivación del estudio propuesto es el interés personal en desarrollar planes de acción en los procesos de producción y mantenimiento, con el fin de optimizar el uso de energía eléctrica, tiempos de reparación de maquinaria, agua, mano de obra, etc., que permitan reducir los costos de producción para una gestión más estratégica del negocio.

4. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

¿La implementación de indicadores de productividad en los procesos de producción y mantenimiento, mejorará el aprovechamiento de energía eléctrica, agua, mano de obra y tiempo perdido por reparación de maquinaria?

El problema en una fábrica de tubería de PVC, es la ausencia de indicadores de productividad relacionados con consumo energía eléctrica, agua y mano de obra directa en producción y los tiempos de reparación de maquinaria en mantenimiento, que al final constituyen el 93% de los costos de transformación del producto en cuestión.

La falta de estos indicadores hace que en la actualidad resulte impráctica la utilización de las herramientas para el análisis de fallas y en consecuencia la generación de propuestas para su corrección.

El Departamento de Producción necesita disminuir el consumo de los recursos que utiliza en su proceso de transformación, tales como: energía eléctrica, agua y horas hombre.

En el área de mantenimiento se necesitan registros que indiquen la cantidad de servicios correctivos, tiempo empleado en realizarlos, tiempo de paro de equipo por mantenimiento preventivo, cantidad de órdenes de trabajo procesadas por turno y tipo de intervención.

El problema formula las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuál es el consumo actual de energía eléctrica, agua, mano de obra, órdenes de trabajo procesadas, ordenes de trabajo pendientes?
- ¿Cuáles son los indicadores de productividad idóneos a implementar en producción y mantenimiento?
- ¿Cuál podría ser el método más adecuado para la implementación de indicadores de productividad?

Para detectar y analizar las necesidades específicas y sugerir con base en evidencia, se propone realizar una investigación en las instalaciones de la empresa ubicada en la colonia “La Reformita”, zona 12, ciudad capital de Guatemala; en el período comprendido de enero a octubre de 2013.

- Alcance: el estudio abarca los procesos de producción y mantenimiento de la empresa de tubería de PVC; las conclusiones a las que se arriben tendrán validez únicamente en las instalaciones donde se realizará la investigación.
- Limitaciones: las restricciones al acceso de información confidencial de la empresa, podrían ser una limitante importante en la realización del proyecto, lo que hace necesario el apoyo respectivo para el acceso a la misma y el éxito del estudio.

5. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

Se exponen los aportes disponibles de las fuentes consultadas y el aporte del autor de la presente investigación, para describir el concepto y la interpretación que debe hacerse de los indicadores. Es de suma importancia para la administración, la selección de los indicadores adecuados para el monitoreo de las tareas que en conjunto podrían generar mejores resultados.

Se propone el siguiente esquema de marco teórico:

Capítulo 1: reseña histórica, se describirá el origen de la empresa, etapas de desarrollo, organización, visión, misión, proceso productivo y el diagnóstico de la situación actual, respecto del seguimiento y medición del desempeño.

Capítulo 2: se abordan temas que definen y explican a la administración en general, el proceso histórico de esta en el diseño y mantenimiento de un entorno en el que los individuos, trabajando en equipo, cumplen eficientemente los objetivos especificados. Se hace hincapié sobre las ventajas en la selección del estilo adecuado de administración y se detallan las teorías sobre división del trabajo de Frederick Taylor y las etapas del proceso administrativo de Henry Fayol, que al día de hoy, siguen manteniendo su validez.

Capítulo 3: se define el concepto básico de productividad y su importancia en el control de fabricación de productos. Se explicarán los antecedentes sobre la productividad, los factores que la afectan y cuáles son los índices más utilizados para el control de las actividades productivas. Adicionalmente, se detallan aspectos importantes sobre los incentivos financieros y no financieros que

tienen como finalidad ayudar a la formación de cultura de participación y compromiso de los colaboradores, en el logro de objetivos.

Capítulo 4: brinda una perspectiva del modelo “Sumanth”; se abordan los problemas más comunes al desarrollar las mediciones de los factores que forman la productividad. Se pone especial interés en la definición y medición de la productividad respecto del consumo de energía eléctrica y agua y el recurso humano, que forman la parte medular del trabajo de investigación propuesto. También se abarca el concepto de productividad total, y su interrelación con la mejora en los indicadores de medición propuestos.

6. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

- H₁.** La implementación de indicadores de productividad en los procesos de producción y mantenimiento de una fábrica de tubería, mejorará el consumo de energía eléctrica, agua y recurso humano.
- H₀.** La implementación de indicadores de productividad en los procesos de producción y mantenimiento de una fábrica de tubería, no mejorará el consumo de energía eléctrica, agua y recurso humano.
- Variables independientes: consumo de energía eléctrica (Kw/hora-mes), consumo agua (m³/mes), costo de mano de obra directa (quetzales/mes-MOD) y costo de mantenimiento (quetzales/mes-manto).
 - Variables dependientes: productividad de energía eléctrica, agua, mano de obra directa y de mantenimiento.

7. DEFINICIÓN DE VARIABLES

Se presentan las definiciones conceptuales y operacionales de las variables que serán objeto de análisis en el presente estudio, para determinar los niveles de productividad antes y después de la implementación de indicadores de productividad de energía eléctrica, agua, mano de obra directa y mantenimiento.

7.1. Definición conceptual de la variable productividad

Para efecto de esta investigación, productividad es definida como:

Productividad = Producción alcanzada / recurso(s) empleado(s)

Así puede comprenderse la productividad no como una medida de la producción, ni de la cantidad fabricada, sino más bien como una medida de lo bien que se han combinado y utilizado los recursos. Esta definición de productividad se asocia con el logro de un producto eficiente, enfocando la atención específicamente en la relación del producto con el insumo utilizado para obtenerlo.

7.2. Definición operacional de la variable productividad

Desde el punto de vista operacional, la variable productividad será tratada en función del insumo empleado y como muestra se presentan las siguientes

relaciones que contienen los indicadores respectivos de acuerdo con la variable a evaluar:

- $$\text{Productividad energía eléctrica} = \frac{\text{Producción alcanzada}}{\text{Energía eléctrica empleada}} = \frac{\text{Toneladas PVC}}{\text{Kw/hora-mes}}$$

- $$\text{Productividad mano de obra} = \frac{\text{Producción alcanzada}}{\text{Costo mano de obra directa}} = \frac{\text{Toneladas PVC}}{\text{Quetz./mes-MOD}}$$

- $$\text{Productividad agua} = \frac{\text{Producción alcanzada}}{\text{Agua consumida}} = \frac{\text{Toneladas PVC}}{\text{M}^3 / \text{mes}}$$

- $$\text{Productividad mantenimiento} = \frac{\text{Producción alcanzada}}{\text{Costo de mantenimiento}} = \frac{\text{Toneladas PVC}}{\text{Costo mantenimiento}}$$

8. CONTENIDO DEL INFORME

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

MARCO TEÓRICO

ALCANCE

HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

CONTENIDO

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

- 1.1. Reseña histórica
- 1.2. Descripción organizacional
- 1.3. Visión y misión empresarial
- 1.4. Proceso productivo en general
- 1.5. Diagnóstico de la situación actual

CAPÍTULO 2: ADMINISTRACIÓN

- 2.1. ¿Qué es la administración?
 - 2.1.1. Principios de Henry Fayol
 - 2.1.2. Principios de Frederick Winslow Taylor
- 2.2. Etapas básicas del proceso administrativo

CAPÍTULO 3: PRODUCTIVIDAD

- 3.1. Antecedentes y conceptos
 - 3.1.1. ¿Qué es la productividad?

- 3.1.2. Importancia de la productividad
- 3.2. Factores que afectan la productividad
- 3.3. Índices de productividad
- 3.4. Incentivos
- 3.5. Importancia de los incentivos en la productividad
- 3.6. Principios a seguir para la elaboración de guías de incentivos
- 3.7. Importancia de los incentivos no monetarios

CAPÍTULO 4: MEDICIÓN DE LA PRODUCTIVIDAD

- 4.1. Uso del modelo de productividad total
 - 4.1.1. Modelo Sumanth para la productividad total
- 4.2. Medición de la productividad de materiales
- 4.3. Medición de la productividad del recurso humano
- 4.4. Medición de la productividad de la energía

CAPÍTULO 5: DESARROLLO DE INVESTIGACIÓN

- 5.1. Diagnóstico de la situación actual de producción y mantenimiento
- 5.2. Instrumentos para recolección de información
- 5.3. Población y muestra
- 5.4. Análisis de datos
- 5.5. Evaluación de resultados

CAPÍTULO 6: INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD

- 6.1. Selección de indicadores de productividad
- 6.2. Plan de implementación de indicadores
 - 6.2.1. Capacitación sobre implementación

CAPÍTULO 7: IMPLEMENTACIÓN DE INDICADORES DE PRODUCTIVIDAD

7.1. Seguimiento a implementación de indicadores

7.1.1. Medición de resultados obtenidos

7.1.2. Análisis de resultados

7.1.3. Ciclo de mejora y mantenimiento de indicadores de productividad

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

9. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación propuesta tiene un enfoque cuantitativo, un diseño descriptivo-correlacional de tipo no experimental y transversal; la recolección de datos para obtener información se hará en un momento específico de la operación de los procesos. Se describirán las condiciones o fenómenos que se observen en producción y mantenimiento, siguiendo una técnica de observación directa. Los datos recabados, posteriormente serán analizados y evaluados.

No se pretende experimentar introduciendo cambios en las variables para observar los resultados que producen, sino más bien, hacer una descripción de los hechos que se observan, detectar las variables que intervienen en el proceso durante las observaciones, y luego del análisis y evaluación, exponer los resultados.

El desarrollo de la investigación estará dividido en las fases siguientes:

9.1. Descripción del proceso de fabricación de tubería de PVC por extrusión

Descripción breve y concisa del proceso específico de la fabricación de tubería de PVC por medio del sistema de extrusión, incluyendo los equipos de apoyo al proceso, para obtener un producto final de uso práctico y cuyo funcionamiento podría influir marcadamente la variable productividad.

9.2. Desarrollo de indicadores de productividad para los procesos de producción y mantenimiento

Aunque existe consenso pleno sobre los indicadores de productividad básicos y comunes a toda empresa productiva, están los indicadores específicos o especializados, que deberán ser desarrollados para medir actividades no comunes a la generalidad de empresas.

Para la elaboración de los indicadores de productividad en la presente investigación, se involucrará a operadores y supervisores de producción y técnicos de mantenimiento, por el nivel de conocimiento operativo y experiencia que tienen sobre los problemas más comunes que enfrentan durante la operación y mantenimiento de la maquinaria de extrusión de tubería de PVC.

El objetivo que se persigue no es solo obtener su valiosa colaboración, sino involucrarlos plenamente para que tomen el proyecto de investigación como propio y se logre una mejor aceptación y sinergia. Utilizando la técnica de “lluvia de ideas”, se deberá dar respuesta consensuada a la formulación de las preguntas siguientes:

- ¿Qué se hace durante el proceso de producción?
- ¿Qué se hace durante el proceso de mantenimiento?

Se tendrán que describir las actividades principales, además de la descripción del resultado que se pretende obtener mediante su ejecución.

- ¿Qué se desea medir? Se realizará la selección de aquellas actividades o procesos que se consideren prioritarios. Se desarrollará una cuadrícula de

selección para priorizar, y en esta matriz podrá incluirse una columna para registrar el porcentaje de tiempo dedicado por el personal de producción y/o mantenimiento en cada actividad, dado que resulta recomendable centrarse en las tareas que consumen la mayor parte del esfuerzo del personal.

- ¿Quién utilizará la información? Una vez descritas y valoradas las actividades se deben seleccionar los destinatarios de la información, ya que los indicadores diferirán sustancialmente en función del usuario final. En el presente caso, se le indicará al grupo que la información será utilizada a nivel de jefaturas y gerencias operativas.
- ¿Con qué periodicidad se obtendrá la información? Los indicadores de productividad deberán tener una frecuencia definida para su operación y presentación para la toma oportuna de decisiones.
- ¿Contra qué se comparan los nuevos indicadores? Deben establecerse referentes contra los cuales comparar los indicadores de productividad desarrollados; estos pueden ser internos o externos a la organización, pero al final servirán para efectuar comparaciones que indiquen avances o retrocesos en la gestión de producción y mantenimiento.

9.3. Implementación de indicadores de productividad en los procesos de producción y mantenimiento

La implementación del sistema de indicadores, requiere no solo la correcta especificación de los indicadores, sino también involucrar a las personas que se sientan afectadas por su implementación. Este último aspecto puede ser el más

difícil y por tanto, deben considerarse los criterios sobre formación, comunicación, información y motivación del personal.

Se desarrollará un plan de acción que detalle responsable y fechas de ejecución de las acciones siguientes:

- Formación de las personas involucradas: es importante la formación y sensibilización del personal involucrado en el área o actividad evaluada, sobre los objetivos que persigue el sistema de indicadores de productividad, y sobre su sistema de funcionamiento. Se deberá explicar que el resultado, de los indicadores es fruto de las actividades que realiza el personal involucrado en el área o proceso evaluado, para incrementar la motivación hacia la obtención de resultados por parte del personal.
- Comunicación y motivación: la comunicación tiene como objetivo sensibilizar al personal de la organización sobre los indicadores e inducir su participación. Esta acción facilita la colaboración e interés en el sistema de indicadores, predisponiendo al personal en la aceptación del mismo y a participar en las acciones que se deriven para alcanzar los objetivos correspondientes. La comunicación permite también mantener la motivación de los participantes en el sistema, hace que cada uno pueda comprender la utilidad de su participación y apreciar el impacto de su esfuerzo. Se explicará que la implementación de los indicadores de productividad tienen como fin medir el progreso de actividades o procesos de la organización y no son para sancionar. La visualización de resultados a través de indicadores supone una motivación para desarrollar un cambio cultural en la organización.

- Validación de indicadores: el objetivo de la validación de los indicadores es comprobar que estos son útiles, y para ello se debe comparar la utilidad de los resultados alcanzados y el esfuerzo que se hace para obtenerlos. La validación se realiza una vez superada la puesta en marcha de los indicadores. Para realizar la validación es muy importante considerar la opinión de los usuarios de los indicadores. Existe una serie de preguntas básicas que pueden formularse para validar los indicadores, se citan algunas de estas:
 - ¿Es útil el indicador?
 - ¿El indicador sirve para tomar decisiones?
 - ¿Simboliza y representa claramente el concepto que se desea conocer?
 - ¿Es clara la representación gráfica utilizada?
 - ¿Es adecuada la periodicidad establecida?
 - ¿Existe una forma de obtener la información más sencilla?
 - ¿Se comunica el indicador a las personas involucradas en el área, actividad o proceso?

9.4. Recopilación de información histórica de producción y mantenimiento

Posterior a la implementación de los indicadores de productividad y para probar la hipótesis propuesta, se hará un muestreo estadístico a los datos del registro histórico de los procesos de producción y mantenimiento de la empresa. Se pretende contar con datos representativos de niveles de producción y uso de recursos bajo estudio, anteriores a la implementación de los indicadores a proponerse. La información se seleccionará y analizará siguiendo la metodología siguiente:

9.4.1. Población y tamaño de muestra

La obtención de información, que servirá de base para comparar los resultados obtenidos de la investigación propuesta, se tomará de una población de registros históricos de 50 semanas del año 2011, que será proporcionada por el proceso de producción de la fábrica de tubería.

De los datos históricos a analizarse, la información que se necesita obtener son los indicadores de:

- Producción mensual final
- Producción mensual presupuestada
- Horas operadas mensuales
- Horas operadas programadas
- Consumo de energía eléctrica
- Consumo de agua

Estas servirán de base contra la cual se estarán comparando los índices de productividad seleccionados como representativos e implementados en la fase anterior.

La muestra de esta población de registros, se obtendrá aplicando la teoría de muestreo estadístico para un nivel de confiabilidad de 95% y un error estándar del 5%. Siendo la población un dato conocido, se aplicará la fórmula:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

Donde:

n =tamaño de muestra

N =tamaño de la población

σ =desviación estándar de la población, que generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor constante de 0.5.

Z =valor obtenido mediante niveles de confianza. Es un valor constante que, si no se tiene su valor, se toma en relación con el 95% de confianza que equivale a 1.96.

e =límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre 0.01 y 0.09; valor que en el presente caso se tomará = 0.05.

La fórmula anterior se aplica para calcular el tamaño de la muestra para el presente caso de investigación:

Tabla I. **Valores de las variables**

TAMAÑO DE MUESTRA PARA "N = 50"	
VARIABLE	VALOR
N	50
σ	0.5
Z	1.96
e	0.05
n	= 44.3438914
Tamaño de muestra = 44 semanas	

Fuente: elaboración propia.

Como puede constatar en el cálculo de la muestra, debido al tamaño de la población de registros históricos del 2011, que consta de 50 semanas, no existe ventaja alguna en utilizar el tamaño de la muestra obtenida, que consta de 44 semanas.

Con base en lo anterior se ha decidido utilizar a la población completa que consta de 50 semanas. La presentación de los datos se hará utilizando estadística descriptiva (polígono de frecuencia, media, moda, mediana, desviación estándar).

9.5. Comprobación de hipótesis de investigación

La validación o negación de la hipótesis se hará aplicando análisis paramétrico por medio de la prueba “t” a los resultados obtenidos en la “Recopilación de información histórica de producción y mantenimiento” (grupo A), en el paso anterior; versus los nuevos datos generados una vez implementados los indicadores de productividad a proponer (grupo B).

El informe final se hará siguiendo las especificaciones del reglamento vigente en la Escuela de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

10. CRONOGRAMA

Tabla II. Cronograma de actividades

CRONOGRAMA 2013		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV
		2013										
DESARROLLO DOCUMENTAL	Elaboración de protocolo	■										
	Aprobación de protocolo		■									
	Revisión bibliográfica	■	■									
	Elaboración de marco teórico		■	■								
INVESTIGACIÓN	Elaboración de herramientas para captura de datos				■							
	Recopilación información y procesamiento de datos				■	■						
	Prep. e implementación de indicadores de productividad						■	■				
	Evaluación de resultados							■				
INFORME FINAL	Redacción de informe					■	■	■	■			
	Introducción, conclusiones y recomendaciones					■	■	■	■			
Revisión y correcciones										■	■	
Elaboración final												■

Fuente: elaboración propia.

11. RECURSOS

Tabla III.Recurso humano

RECURSO HUMANO		
Línea	DESCRIPCIÓN	Personas
1	Operadores de líneas de extrusión	2
2	Supervisor de línea	1
3	Asesor de trabajo de graduación	1
4	Autor de la investigación	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV.Recurso material

RECURSO MATERIAL	
Línea	DESCRIPCIÓN
1	Papelería, útiles y mobiliario de oficina
2	Computadora e impresora
3	Software Microsoft Office 2010
4	Software especializado "Stats"
5	Maquinaria de líneas de producción

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Recurso financiero**

RECURSO FINANCIERO			
Línea	Actividad	Medios	Valor
1	Desplazamientos	Uso de vehículo Q38.00 x 55 gls.	Q 2 090,00
2	Alimentación	30 comidas x Q 50.00	Q 1 500,00
3	Disponibilidad de tiempo total	15 días hábiles Q 350.00/día	Q 5 250,00
4	Pago a asesor de tesis		Q 2 500,00
5	Gastos varios		Q 750,00
6	TOTAL ESTIMADO		Q 12 090,00

Fuente: elaboración propia.

12. BIBLIOGRAFÍA

1. BARRIOS GARCÍA, Luis R. (1995). El costo de implementar la calidad total en la industrial guatemalteca. Tesis de licenciatura, Universidad de san Carlos de Guatemala.[en línea] [Consulta:12 de febrero de 2012]. Disponible en:http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/03/03/_1426.pdf
2. BELCHER, John G. (1991). Productividad Total I: Cómo aprovechar los recursos para obtener ventaja competitiva.[en línea] [Consulta:9 de marzo de 2012]. Disponible en: <http://www.metricas.unam.mx/librunam.libro.php?rec=000604716>
3. CHÁVEZ Z., Juan José (2006). Cómo se elabora un proyecto de investigación. Guatemala: Módulos de Autoaprendizaje.
4. CHIAVENATO, Idalberto (2001). Administración, teoría y práctica: capítulo II. [en línea] [Consulta:16 de marzo de 2012]. Disponible en: <http://www.wisis.ufg.edu.sv/www.wisis/documentos/TE/658.848-a639p/658.848-a639p-capituloll>
5. CHRISTOPHER, William & Thor, Carl. (1993). Handbook for Productivity Measurement and Improvement. New York: Productivity Press.
6. DEMING, William Edwards. (2000). Out of the Crisis. New York: MIT Press.

7. DEVORE, Jay L. (2005). Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias. México: International Thompson Editores.
8. GOLDRATT, Eliyahu M. (1990). Theory of Constraints. Great Barrington, M.A: The North River Press Publishing Corporation.
9. GOLDRATT, Eliyahu M. (1992). La meta. Great Barrington, M.A: The North River Press Publishing Corporation.
10. HEILLRIEGEL, D. & Solum, John W. (1998). Administración. 7a ed. México: International Thomson Editores.
11. HERNÁNDEZ SAMPIERI, R. (2010). Metodología de la investigación. Perú: McGraw Hill.
12. PFEFFER, Jeffrey (1997). Ventaja competitiva a través de la gente. México: Compañía Editorial Continental, S. A. de C. V.
13. PROTOKOPENKO, Joseph. (1992). Productivity Management: A practical handbook. 2nd Edition. Lucerna: International Labour Office.
14. RED EAPN en Castilla de la Mancha. Diagrama de flujo. [en línea] [Consulta: 18 de noviembre de 2012] Disponible en: http://www.eapn-clm.org/upload/61/23/DIAGRAMAS_DE_FLUJO.pdf
15. SCHONBERGER, Richard J. (1997). *Manufactura de categoría mundial*. Colombia: Editorial Norma.

16. SMITH, Elizabeth A. (1995). *The Productivity Manual*. 2nd Edition. New York: Gulf Publishing Company.
17. Sociedad Latinoamericana para la Calidad. *Análisis Costo/Beneficio*. [en línea] [Consulta: 18 de noviembre de 2012]. Disponible en: <http://www.valoryempresa.com/archives/costobeneficio.pdf>
18. Sociedad Latinoamericana para la calidad. *Diagrama de causa y efecto*. [en línea] [Consulta: 18 de noviembre de 2012]. Disponible en: <http://www.caminandoutopias.org.ar/contenidos/notas/editorial/causa.pdf>
19. SUMANTH, David J. (1998). *Total Productivity Management*. New York: St. Lucie Press.
20. THOR, Carl G. (1999). *Gainsharing*. New York: Crisp Publications.

