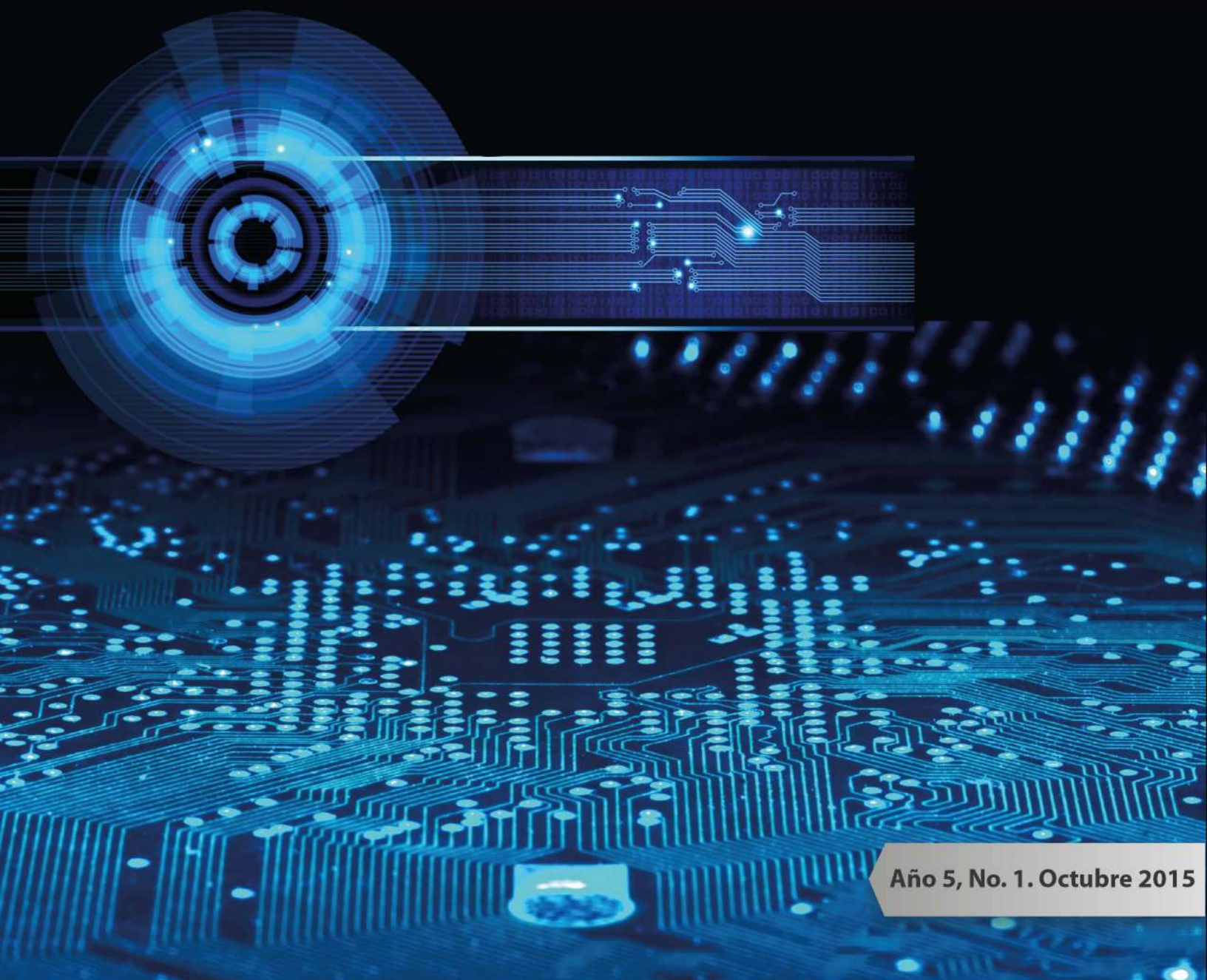


I+D= DINÁMICA DEL SABER

REVISTA DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA



Año 5, No. 1. Octubre 2015

DIRECTORIO

M.E. YEYETZIN SANDOVAL GONZÁLEZ
DIRECTORA

M.C. JOSÉ GREGORIO HERNÁNDEZ DELGADO
SUBDIRECTOR ACADÉMICO

LIC. JESÚS ALBERTO CILIAS HERNÁNDEZ
SUBDIRECTOR DE PLANEACIÓN Y VINCULACIÓN

M.C. JUAN GONZALO ALARCÓN XICOTENCATL
SUBDIRECTOR DE SERVICIOS ADMINISTRATIVOS

CONSEJO EDITORIAL

PRESIDENTE

LIC. JESÚS ALBERTO CILIAS HERNÁNDEZ
SUBDIRECTOR DE PLANEACIÓN Y VINCULACIÓN

SECRETARIO TÉCNICO

L.A.G. NORMA GIL MEDRANO
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE COMUNICACIÓN Y DIFUSIÓN

MIEMBROS

LIC. BONFILIO ARANGO VÁSQUEZ
JEFE DEL CENTRO DE INFORMACIÓN
M.E. RAMÓN MATÍAS LÓPEZ
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN
C.P. EMILIO RENATO ORTIZ SAUCEDO
JEFE DE LA DIVISIÓN DE ESTUDIOS PROFESIONALES
ARQ. MIGUEL ROSAS JUÁREZ
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE RECURSOS MATERIALES Y SERVICIOS

COMITÉ EDITORIAL

DRA. MIRIAM SILVIA LÓPEZ VIGIL
DR. SOTERO ALEJANDRO GIL ZEPEDA
M.I.E. LETICIA FRANCO SALAZAR
M.E. RAMÓN MATÍAS LÓPEZ
DR. ARMANDO HEREDIA GONZÁLEZ
M.I.I. HÉCTOR SANTOS ALVARADO

CUANTIFICACIÓN DE ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS EN (Buddleia cordata)

- ARROYO DE LA LOMA, ESTADO DE MÉXICO-

*Mayra Ginez Hernández
Dra. Ruth Esther Villanueva Estrada
M. C. Francisco Ramón Díaz Arriaga

EFFECTO DEL ClO2 EN LA CALIDAD DEL TOMATE CHERRY (Solanum lycopersicum var. Cerasiforme)

CULTIVO SEMIHIDROPONICO.

* M.I.A Lucila Juárez Mendoza
M.C Francisco Ramón Díaz Arriaga
Residente Maritza Ramírez Hernández

TRATAMIENTO DE BIOSÓLIDOS POR ENCALADO O ACIDIFICACIÓN

*Noelia Ortega-Hernández
Dr. Fernando López-Valdez
M.C. Francisco Ramón Díaz-Arriaga

**PERSONALIZACIÓN DEL ÁREA DE RECURSOS HUMANOS,
EN LAS PYMES DE SERVICIOS DE TEHUACÁN**

*L.C. María del Carmen Fuentes Autrán
M.I.E. B. Leticia Franco Salazar
M.C. Senén Juárez León
M.E. Ma. de Jesús Oregán Silva

**LA ATENCIÓN AL CLIENTE, INNOVACIÓN EN LA ADMINISTRACIÓN
DE UNA EMPRESA EDUCATIVA DEL SISTEMA ABIERTO.**

*Dr. Javier Martín García Mejía
M.I.A. Jonathan Cuallo Hernández

LA MERCADOTECNIA Y COMPETITIVIDAD EN LAS EMPRESAS DEL SECTOR ALIMENTARIO

María Elena Heredia Mendoza
Ramón Matías López
Liliana Cruz Arias
Luis Carlos Ortuño Barba
Armando Heredia González

**DISEÑO ORGANIZACIONAL BAJO UN ENFOQUE SISTÉMICO EN PEQUEÑAS EMPRESAS
MANUFACTURERAS TEXTILES DE TEHUACÁN**

*L.A. José Juan Jiménez Domínguez
Dr. Javier Martín García Mejía

**DISEÑO DE UN PROGRAMA DE LIDERAZGO, PARA LA FORMACIÓN DE
REDES SÓLIDAS EN EMPRESAS MULTINIVEL**

*L.A.E. María Elena Medrano Noriega
M.I.E. B. Leticia Franco Salazar
M.C. Senén Juárez León
M.E. Ramón Matías López

**METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE MERCADO DE LA LECHUGA
EN EL MUNICIPIO DE TEHUACÁN, PUEBLA**

Dra. Miriam Silvia López Vigil
* Lic. Daniela Meza Osorio
Dr. Armando Heredia González
M.I.E Bertha Leticia Franco Salazar

**INTEGRACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS
PARA FORTALECER LA IMAGEN EMPRESARIAL**

* Carla Vásquez, Benítez.
Liliana Esther Cruz Arias.
Margarita Benítez Mendiola.

CAE APLICADO AL ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN UNA TRANSMISIÓN MANUAL DE 4 VELOCIDADES

* Daniel Cadena Rodríguez
Víctor Manuel Flores Sánchez
Serafín Reyes García
Juan Carlos Vásquez Jiménez
María de Jesús Oregán Silva

FACTORES ERGONOMICOS A CONSIDERAR EN UN PUESTO DE TRABAJO SENTADO

* Corichi Reyes Juan Manuel
Guevara Ramírez Iniria
Bonilla Gasga Enrique

IMPLEMENTACIÓN DE 5'S EN PLANTAS DE ALIMENTOS SOCORRO ROMERO SÁNCHEZ S.A DE C.V.

Autor IBQ. Itzel Selene Criollo Ramírez

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN CINEMÁTICA DE LOS COMPONENTES DE UNA TRANSMISIÓN MANUAL APLICANDO UN SOFTWARE CAD/CAE

* Alfredo Gómez Méndez
Irvin Yael Eduardo Álvarez
Juan Carlos Vásquez Jiménez
Serafín Reyes García
María de Jesús Oregán Silva

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DIDACTICO DE BANDA TRANSPORTADORA PARA BALANCEO DE LINEAS

*Ing. Margarito Guerrero Hernández
M.I.I. Placido López Merino
M.I.I. Héctor Santos Alvarado
M.C. Juan Carlos Vázquez Jiménez

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN FMS CON SOFTWARE CATIA

M.C. Iniria Guevara Ramírez
Ing. José Antonio Paredes Castañeda
M.I.I. Placido López Merino

SIMULACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA DESGRANADORA DE MAÍZ AGRÓNICA

M.C. Islas Torres Héctor
* Ing. Peña González Fernando
M. C. Vásquez Jiménez Juan Carlos
M. E. Oregán Silva María de Jesús

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ESCALAS DIGITALES A UNA FRESADORA CONVENCIONAL

*Ramiro Méndez Gómez
Dr. Gabriel Antonio Pérez Castañeda
M. C. Miguel Villano Arellano
Luis Antonio Leal López

SISTEMA ELECTRÓNICO ELIMINADOR DE SARRO

María de Jesús Oregán Silva
Sandra Martínez Sánchez
Ramón Matías López
Juan Carlos Vásquez Jiménez
Serafín Reyes García

APLICACIÓN DE POKA-YOKE EN ESTACIÓN DE TRABAJO DE DISTRIBUCIÓN, EN LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE TEHUACÁN

*Abraham Pérez Delgado

EVALUACIÓN TÉCNICA DE UN SISTEMA DE BOMBEO EOLICO PARA IRRIGACIÓN AGRICOLA

Dra. Miriam Silvia López Vigil
* I.I. Juan Carlos Reyes Rodríguez
Dr. Armando Heredia González
M.I.E. Bertha Leticia Franco Salazar

**INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DE LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE DE LOS
SERVICIOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ**

*Omar Rivera Velázquez
Héctor Santos Alvarado
Miriam Silvia López Vigil
Javier Martín García Mejía

UTILIZACIÓN DE LA SEMBRADORA SARILSE EN UN CICLO PRODUCTIVO DE CULTIVO DE JITOMATE

Lorena Santos Espinosa
*Ana Cristina Pérez González

**MODELO DE SISTEMA INTELIGENTE PARA EL CONTROL DEL FLUJO VIAL
MEDIANTE UN AUTÓMATA ESTOCÁSTICO HÍBRIDO**

*M.I.I. Tobón Benítez Saraid
M.D.S. López Fortiz Olga
Dr. Pérez Castañeda Gabriel Antonio
M.I.I Santos Alvarado Héctor

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DIDACTICO DE BANDA
TRANSPORTADORA PARA BALANCEO DE LINEAS**

*Ing. Margarito Guerrero Hernández
M.I.I. Placido López Merino
M.I.I. Héctor Santos Alvarado
M.C. Juan Carlos Vázquez Jiménez

**COMPETENCIAS CONCEPTUALES EN EL DISEÑO DE ELEMENTOS
DE ACERO ASISTIDO POR COMPUTADORA**

Eduardo López Sánchez
Rodolfo C. Medrano Castillo

I+D=DINÁMICA DEL SABER

I+D=DINÁMICA DEL SABER es una revista anual editada y publicada por el Tecnológico Nacional de México, por medio de la Secretaría de Educación Pública, a través del Instituto Tecnológico de Tehuacán, la cual tiene como propósito difundir los resultados de trabajos de investigación y de experiencias profesionales, en un espacio multidisciplinario de expresión científica y tecnológica. Toda correspondencia deberá enviarse a Libramiento Tecnológico S/N, A.P. 247, C.P.75770, Col. Santo Domingo, Tehuacán, Pue. México, tel. (238)3803376, www.ittehuacan.edu.mx. posgrado@ittehuacan.edu.mx.

Lectores

Esta revista está dirigida a Estudiantes, Profesionales e Investigadores de las áreas de Ingeniería y Tecnología, Tecnologías de la Información, Ciencias Naturales, Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente, Ciencias Económico-Administrativas y Ciencias de la Educación.

Información Legal

La revista I+D=DINÁMICA DEL SABER, Año 5, No. 1. Octubre 2015, es una publicación anual, editada y publicada por el Tecnológico Nacional de México, por medio de la Secretaría de Educación Pública, a través del Instituto Tecnológico de Tehuacán. Arcos de Belén Núm. 79,

Piso 3, Colonia Centro, Delegación Cuauhtémoc, Ciudad de México, C.P. 06010, Tel. (55)3601-7500 Extensión. 65064, d_vinculación05@tecnm.mx. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2015- 091717173900-203, ISSN en trámite, ambos otorgada por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este Número, División de Estudios de Posgrado e In-vestigación en el Instituto Tecnológico de Tehuacán. Libramiento Tecnológico S/N, A.P. 247, C.P.75770, Col. Santo Domingo, Tehuacán, Pué. México, tel. (238)3803376, www.ittehuacan.edu.mx, posgrado@ittehuacan.edu.mx .

Su objetivo principal es difundir los resultados de trabajos de investigación y de experiencias profesionales de alumnos y personal adscrito al Instituto Tecnológico de Tehuacán, así como de las diversas organizaciones educativas, de investigación o productivas, nacionales y extranjeras que deseen participar, en un espacio multidisciplinario de expresión científica y tecnológica.

Para su publicación los artículos son sometidos a arbitraje, los autores participantes son responsables directos del contenido de sus artículos, asumen toda responsabilidad por la publicación de estos, motivo por el cual, no representa necesariamente el punto de vista de la Institución y los editores de la publicación se declaran exentos de toda responsabilidad relacionada con el contenido de los mismos.

CUANTIFICACIÓN DE ELEMENTOS POTENCIALMENTE TÓXICOS EN (*Buddleia cordata*) - ARROYO DE LA LOMA, ESTADO DE MÉXICO-

Ciencias de la tierra y medio ambiente

*Mayra Ginez Hernández¹
Dra. Ruth Esther Villanueva Estrada²
M. C. Francisco Ramón Díaz Arriaga³

Resumen

Este estudio proporciona una evaluación de la contaminación del Arroyo de la Loma, del Municipio de Morelos Estado de México, en dicho cuerpo de agua se presentan descargas de tipo domésticas e industriales las cuales generan una alteración a la vegetación entorno. Con el objetivo de saber si hay afectación tanto en el cuerpo de agua como a la biota se tomaron muestras de agua, hojas, raíz y rizósfera de la especie *Buddleia cordata*, ejemplar que se encuentra entorno al Arroyo. En las muestras de agua se evaluaron parámetros físico-químicos como pH, temperatura y conductividad (μS); estos tres parámetros se encuentran elevados en el punto donde se encuentra a descarga de la industria textil en comparación con parámetros medidos en un punto prístino. En las muestras vegetales se cuantificaron Elementos Potencialmente Tóxicos (EPT's) As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, V y Zn con la técnica de espectrometría de masas con plasma acoplado inductivamente (ICP-MS), de igual forma los resultados muestran un aumento en la concentración metales, en las muestras tomadas en los puntos cercanos a la industria textil lo que comprueba que el Arroyo presenta contaminación y esta a su vez afecta a la biota entorno.

Palabras clave: contaminación, industria textil, plantas, *Buddleia cordata*.

Introducción

Uno de los rasgos característicos de la sociedad moderna es la creciente emisión al ambiente de sustancias contaminantes, destacando aquellas que proceden de las actividades industriales, mineras, agropecuarias, artesanales y domésticas. Estos compuestos representan una amenaza para los seres vivos (Delgadillo et al., 2011).

La contaminación antropogénica de metales representa un riesgo tanto a los cuerpos de agua como al sistema entorno. Los elementos químicos llegan al suelo generando la acumulación donde además pueden permanecer más tiempo ocasionando un riesgo a los sistemas vivos y alterando el ecosistema. Los elementos tóxicos se encuentran en niveles bajos de manera natural en la biosfera, de tal manera que no representan un factor de toxicidad para los organismos vivos. Sin embargo, en ciertas áreas, como yacimientos minerales o en zonas con una gran actividad industrial, o agrícola los niveles de dichos metales pueden llegar a ser elevados (Moreno 2004). Desde el origen de la fuente de contaminación, los metales pueden ser transportados a cuerpos de agua a través de la fase acuosa o por vía atmosférica. En el suelo coexisten sustancias sólidas, líquidas y gaseosas, de naturaleza orgánica e inorgánica, y organismos vivos, formando un micromundo que cumple entre otras las funciones la de purificar el agua, aportar nutrimentos, protección del subsuelo, retención de contaminantes y control del clima (SEMARNAT 2012).

¹ Pasante de Ingeniería bioquímica, Instituto Tecnológico de Tehuacán, tel: 238 1285095. ibq.ginez@gmail.com

² Investigadora Titular, Depto. de Recursos Naturales. I, geof. UNAM. ruth@geofisica.unam.mx

³ Maestro en Ciencias, Instituto Tecnológico de Tehuacán, tel (238)3803370 ext. 379. ingfdiaz749@gmail.com

En un panorama general, la presencia de contaminantes en el agua y por ende en el suelo se refleja de forma directa sobre la vegetación induciendo su degradación, la reducción del número de especies, abandono de la actividad agropecuaria, desaparición de la fauna, pérdida del valor agrícola y económico del suelo y más frecuentemente la acumulación de contaminantes en las plantas, sin generar daños notables en estas, (Sael Sanchez 2008).

En un panorama general, la presencia de contaminantes en el agua y por ende en el suelo se refleja de forma directa sobre la vegetación induciendo su degradación, la reducción del número de especies, abandono de la actividad agropecuaria, desaparición de la fauna, pérdida del valor agrícola y económico del suelo y más frecuentemente la acumulación de contaminantes en las plantas, sin generar daños notables en estas (Tarrach, 2001, Sael Sanchez 2008).

Las descargas urbanas y de la industria textil son fuentes de contaminación, que al ser vertidas sin algún tratamiento a aguas superficiales afectan negativamente al medioambiente. Los residuos industriales de tipo textil presentan elementos potencialmente tóxicos, que al estar presentes en el agua pueden ser absorbidos por las plantas y translocación hasta sus hojas provocando una alteración misma de la planta. Se espera encontrar una alta concentración de EPT's en la especie *B. cordata* de los sitios más cercanos a la zona industrial textil.

Objetivos

Objetivo general

Cuantificar los elementos potencialmente tóxicos (As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, V y Zn) de la especie de *B. Cordata* del arroyo de la loma, en el municipio de Morelos del Estado de México.

Objetivos específicos

- Reconocer los sitios expuestos a mayores grados de contaminación.
- Determinar y evaluar los niveles de concentración de los metales en estudio en la rizósfera, raíz y hojas de la especie seleccionada mediante la técnica ICP-MS.
- Evaluar la bioacumulación de los metales en estudio en la especie de interés a través del coeficiente de transferencia.
- Diagnosticar el estado de contaminación del Arroyo La Loma.

Origen e impacto de contaminación de los EPT's

Un elemento potencialmente tóxico (EPT) es cualquier elemento que en cantidades anormales puede llegar a ser perjudicial para las plantas. En este grupo se encuentran los metales pesados y metaloides (Moreno 2004).

La contaminación del ambiente se produce por la incorporación de cualquier tipo de energía, organismo o sustancia, que afecta las características de los ecosistemas, modificando negativamente sus propiedades y su capacidad para asimilarlas o degradarlas. Su entrada a los suelos y acuíferos se realiza como consecuencia de las actividades antropogénicas, aunque también se puede producir de forma natural (Delgadillo et al., 2011). A partir de un contaminante en el suelo se pueden desencadenar una serie de procesos de movilización del mismo, cuya acción efectiva dependerá de una parte de la composición y características físico-químicas de la sustancia y por otra de las características geoquímicas de ese suelo (Sánchez 2008).

Un papel importante en el desarrollo de la población es principalmente por los ríos, ya que proporcionan agua para el consumo humano, la agricultura y la industria. Sin embargo, los ecosistemas acuáticos sufren las consecuencias de las actividades humanas, ya que estos entornos tienen sumideros de aguas pluviales, la escorrentía superficial, lixiviación y / o descargas de efluentes.

Actividades tales como la agricultura y las plantas industriales con grandes asentamientos urbanos producen sistemáticamente contaminantes que se descargan en forma disuelta o en suspensión en el material en los ríos, disminuyendo así significativamente la calidad del agua y aumentando el riesgo ecológico para la salud humana. En este sentido, la contaminación por EPT's es de gran preocupación en todo el mundo como efecto del continuo aumento de estas emisiones. (Y. Yi, Z. Yang, S. Zhang 2011).

En consecuencia, los fluidos de los ríos han sido contaminados con estos EPT's que pueden tener un grave impacto en la salud humana, así como en los ecosistemas terrestres y acuáticos, debido a su toxicidad, bioacumulación, degradación y la persistencia, (C. Shinn, et al; 2009; J. Fu 2013).

Las fuentes de las que proviene la contaminación, se pueden dividir en fuentes fijas o puntuales y fuentes no puntuales o distribuidas. Las fuentes puntuales, se corresponden con puntos localizados de contaminación en la que el contaminante interactúa con el suelo y el agua. Dentro las fuentes puntuales podemos encontrar, por ejemplo, vertederos incontrolados o municipales (Al-Tarazi et al., 2008) o residuos industriales derivados de la utilización inadecuada de productos químicos o vertidos incontrolados (Frische et al., 2010). Las fuentes no puntuales o distribuidas, se corresponden con grandes áreas, como las zonas donde ha tenido lugar un abuso de la agricultura intensiva, (Pérez 2014).

Descarga industrial tipo textil.

Diversas sustancias químicas se utilizan en diferentes procesos textiles como pre-tratamiento, teñido, estampado y acabado; el agua residual textil contiene muchas sustancias tóxicas que si no se tratan adecuadamente antes de la descarga al medio ambiente, pueden causar graves daños ambientales. Los efluentes de estas industrias son complejos, que contiene una amplia variedad de tintes y otros productos, tales como dispersantes, ácidos, bases, sales, detergentes, humectantes, antioxidantes, y otros. (Guelli U. de Souza, Peruzzo, & Ulson de Souza, 2008). En los cuales se pueden encontrar metales como: arsénico, cadmio, cromo, cobalto, cobre, manganeso, mercurio, níquel, plata, titanio, zinc, estaño y plomo. Muchos de esos metales se generan durante el proceso de teñido. En la tabla 1 se muestran las fuentes típicas de los metales en un efluente textil (Bae et al., 2006).

Tabla 1. Las fuentes típicas de los metales en el efluente textil.

| Metal | Fuentes típicas |
|-----------|---|
| Arsénico | Las fibras, agua entrante, fugitivo, madera tratada |
| Cadmio | La impureza en la sal |
| Cromo | Tintes, laboratorio |
| Cobalto | Tintes |
| Cobre | Tintes, agua entrante, fibra |
| Plomo | Tintes, fontanería |
| Manganeso | tira de permanganato |
| Mercurio | Tintes/impurezas químicas de los productos básicos |
| Níquel | Tintes |
| Estaño | Acabado químicos, fontanería |
| Titanio | Fibras |
| Zinc | Tintes, impurezas en los productos básicos, productos químicos, del agua de entrada |

(Bae et al., 2006)

Las plantas excretan por las raíces iones y sustancias orgánicas como producto de su metabolismo, como por ejemplo: carbohidratos, aminoácidos, ácidos orgánicos, enzimas, biotina, tiamina, niacina, auxinas, etc., o sustancias no identificadas que estimulan o inhiben a hongos, bacterias y nematodos. Estas sustancias pueden cambiar (generalmente bajar) el pH de la rizósfera y promover la absorción de metales al cambiar sus formas químicas y volverlas asimilables y disponibles para las plantas.

Las plantas excretan por las raíces iones y sustancias orgánicas como producto de su metabolismo, como por ejemplo: carbohidratos, aminoácidos, ácidos orgánicos, enzimas, biotina, tiamina, niacina, auxinas, etc., o sustancias no identificadas que estimulan o inhiben a hongos, bacterias y nematodos. Estas sustancias pueden cambiar (generalmente bajar) el pH de la rizósfera y promover la absorción de metales al cambiar sus formas químicas y volverlas asimilables y disponibles para las plantas; los diferentes estados de oxidación de los cationes alrededor de las raíces, toman gran importancia en estos procesos de absorción, así como la conductividad eléctrica, porcentaje de materia orgánica, formación de complejos y procesos de óxido-reducción (Zúñiga, 1999). Los metales son una fuente potencial de estrés oxidativo porque generan la producción de especies reactivas de O₂ (ERO) y radicales hidroxilo que causan inactivación de enzimas, peroxidación de lípidos y degradación de proteínas. La generación de ERO en los distintos tejidos de las plantas puede ocasionar oxidación de ácidos nucleicos, lipoperoxidación de ácidos grasos asociados a proteínas de membrana y disminución del proceso fotosintético, así como la toma y transporte de nutrientes, (González et al., 2008).

Características de la planta en estudio: *Buddleia cordata*.

Nombre común: Tepozán, Tepozán blanco, tepozá, palo de zorro prieto, Zompantle, salvia silvestre, Zoyolizcan, Coyolizcan.

Árbol o arbusto dicoico de 2 a 15 m. de alto, tronco de 10 a 45 cm. de diámetro en la base, corteza rugosa de color café a negruzca; ramas jóvenes cuadrangulares; líneas estipulares o estípulas foliosas presentes, pecíolo de 1 a 5.5 cm. de largo, lámina lanceolada, ovada u oblonga a elíptica, de 5 a 28 cm de largo por 2 a 13 cm. de ancho. Sus características taxonómicas son, reino: Plantae, Subreino: Tracheobionta, División: Magnoliophyta, Clase: Magnoliopsida, Subclase: Asteridae, Orden: Scrophulariales, Familia: Buddlejaceae, Género: *Buddleia*, (Camacho Morfin et al 2009).

Dentro de los principales usos de esta especie se encuentra el medicinal; las hojas (infusión oral) son empleadas para tratar la diarrea, dolor de cabeza, reumatismo, dolor de cintura, calambres musculares, enfermedades de la piel e inflamaciones, hemorragias nasales e infecciones intestinales, la decocción de raíces y corteza son usadas como diurético y para tratar afecciones de riñón (Camacho Morfin et al 2009).

Sitio de muestreo.

La información sobre el área de estudio se obtuvo de la enciclopedia de delegaciones y municipios del Estado de México Toluca, 1987. El municipio de San Bartolo (San Bartolome de las Manzanas) se localiza en la parte noroeste del Estado de México, los 19°36'11" y los 19°51'22" de latitud norte; y los 99°31'11" a 99°45'11" de longitud oeste, a una altura de 2,715 m.s.n.m. Limita al noreste con Chapa de Mota; al noroeste con Timilpan; al este con Villa del Carbón; al sur con Jiquipilco; al suroeste con Jocotitlán y al oeste con Atlacomulco. Su distancia aproximada a la Ciudad de México es de 63 km. El municipio tiene una extensión de 222.76 km², los cuales representan el 0.99% respecto a la superficie total del estado.

El municipio pertenece a dos cuencas: la del río Lerma que desemboca en el Océano Pacífico y la del río Moctezuma-Pánuco en cual vierte sus aguas en el Golfo de México. Corresponde a la cuenca del Río Lerma: el río San Bartolo y varios arroyos, entre ellos: La Loma, La Capilla, Los Candados, Los Ocotes Chinos, Las Fuentes, La Ceniza, La Garita y La Manzanilla.

Colecta de muestras.

El método utilizado para la colecta fue a juicio de experto, es decir que consistió en la ubicación de las muestras típicas de la población de estudio con base en la experiencia de quien toma la muestra, eligiendo puntos de muestreo a lo largo del Arroyo de la Loma, como se muestra en la figura 1.

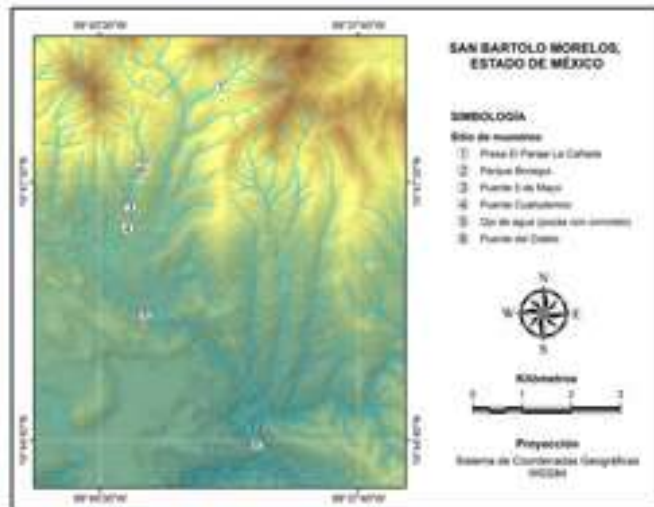


Figura 1. Estaciones de muestreo a lo largo del Arroyo de la Loma, en San Bartolo Morelos (elaboración: propia).

La muestra fue simple es decir, colectada en el mismo día de trabajo de campo y en el mismo lugar; este tipo de muestras representa las condiciones puntuales de una población en el tiempo que fue colectado (Volke Sepúlveda et al. 2005). Se colectó un peso aproximado de 250 gramos, en el caso de hojas y raíz para su prensado, tomando prioritariamente las hojas con mejor crecimiento aparente, evitando las que están cubiertas con tierra o polvo, o aquellas hojas dañadas por insectos, mecánicamente lesionadas o enfermas (Jones y Case 1990).

La muestra de rizósfera se colectó en un radio de 5 cm alrededor de las raíces en el área de muestreo utilizando palas de plástico previamente lavadas en laboratorio. En cada uno de los sitios de muestreo de rizósfera se seleccionaron profundidades entre 0–20 y 20–40cm (Sánchez 2008), depositándose en bolsas de polietileno herméticas una cantidad aproximada de 500 g. Retirando rocas visibles, así como hojas, palos, etc.

Tratamiento físico

Todo el material ocupado para la colecta de las muestras y para el tratamiento físico fue lavado con detergente neutro libre de fosfatos HYCLIN PLUS al 15% durante 8 hr. Posterior a éste tiempo, el material se enjuagó con agua desionizada calidad MiliQ 18 M Ω /cm y después se introdujo en una solución de ácido nítrico grado reactivo analítico al 10% durante 24 horas. Pasado este tiempo, el material se enjuagó con agua des-ionizada calidad MiliQ 18 M Ω /cm. Todo el material se secó a temperatura ambiente, protegiéndolo de partículas de polvo del ambiente.

A las hojas de los especímenes vegetales se les retiraron las partículas de polvo y la suciedad con agua desionizada (calidad MiliQ 18 M Ω /cm); las raíces se lavaron en baño ultrasónico (Wise Clean Modelo WUC-AO2H). Las muestras se secaron a temperatura ambiente en papel estroza, protegiendo de las partículas del ambiente. Posteriormente, las muestras fueron secadas en estufa a una temperatura de 60 °C durante 72 horas. Al finalizar el proceso de secado se prosiguió a pulverizar las hojas y raíces en molino de bolas (Molino spex 8000 Mixer/Mill).

Por otra parte las muestras de rizósfera se pulverizaron en mortero de ágata, todo esto para disminuir el tamaño de grano y facilitar el procedimiento químico de la muestra. Todas las muestras una vez molidas, fueron tamizadas utilizando un tamiz de acero inoxidable 90 μ m. Finalmente, después de secado, molido y tamizado, las muestras de hojas, raíz y rizósfera fueron almacenadas en bolsas de plástico limpias y selladas hasta su tratamiento químico.

Tratamiento químico

El tratamiento químico se llevó a cabo en el Laboratorio de ICP-MS del instituto de Geofísica de la UNAM.

Para las hojas y raíces se pesaron 0.4 ± 0.0001 g de muestra utilizando una balanza analítica (OHAUS analytical plus) y se transvasaron a liners de teflón (TFM). A las muestras se les realizó un proceso de predigestión que consistió en poner en contacto las muestras con 10 ml de ácido nítrico R.A., durante una noche. Después de este tiempo, se procedió a llevar a cabo la digestión con un horno de microondas (Ethos one Milestone, rotor PRO-24). Las condiciones empleadas para las digestiones se presentan en la tabla XX.

Tabla 2. Condiciones operacionales del sistema de microondas (Ethos one Milestone, rotor

| PRO-24) | | |
|------------------|--------------|------------------|
| Tiempo (minutos) | Potencia (W) | Temperatura (°C) |
| 15 | 1500 | 170 |
| 10 | 1500 | 170 |

Fuente: Elaboración Propia

Las muestras ya digeridas se retiraron del microondas y se colocaron en vasos de teflón sobre una estufa hasta pre-sequedad; se llevaron a un aforo de 50.0 mL con HNO₃ (Ultrex) al 2%, y posteriormente dichas soluciones se filtran a través de una membrana de 0.45 μ m y se almacenaron en frascos de plástico a 4°C hasta su análisis.

Para las rizósferas se pesaron 0.2 ± 0.0001 g y se transfirieron en liners de teflón. Se les adicionó 8 ml de agua regia (HCl y HNO₃ 3:1) y 2 ml de ácido fluorhídrico y se dejó reposar durante una noche. Se le agregó 2 ml de HCl; se programó el sistema de microondas como se muestra en la tabla 2 y posteriormente se colocaron sobre una estufa de secado hasta pre-sequedad, se reconstituye con 2mL de HCl dejándolo nuevamente a pre-sequedad.

Finalmente todas las muestras se aforaron a 50.0 ml con ácido nítrico al 2 %, y se filtran a través de una membrana de 0.45 μ m para su posterior almacenamiento en frascos de plástico a 4°C hasta su análisis. Para asegurarse que los resultados sean confiables, el procedimiento químico de las muestras se realizó junto con un material de referencia certificado (MRC). Para el caso de la rizósfera fue Buffalo River Sediment 8704, y para la raíz y hoja fue Peach Leaves 1547.

Análisis de las muestras por ICP-MS

Una vez teniendo las muestras ya digeridas estas son vertidas en las celdas del equipo, iCAP Q que básicamente se divide en cuatro componentes principales:

- 1) introducción de muestra
- 2) interfase (generación de iones)
- 3) Ion Óptico (enfoque de iones)
- 4) Analizador de masas (cuadrupolo y detector).

Todo el material ocupado en la etapa de tratamiento químico y análisis en ICP-MS fue lavado con detergente Extran MAO2 neutro. Se enjuagó con agua potable, se dejó remojar en un baño de ácido nítrico al 30% durante 24 horas y se enjuagó con agua des-ionizada calidad MiliQ 18 M Ω /cm. Secado a temperatura ambiente, protegiéndolo de partículas de polvo del ambiente.

Resultados (preliminares)

La información de los sitios de muestreo realizados en campo se presenta en la siguiente tabla.
Tabla 3. Propiedades fisicoquímicas medidas en campo, en las muestras de agua colectadas.

| SITIO | pH | Temperatura (°C) | Conductividad (µS) |
|-----------------------------|------|------------------|--------------------|
| BOX (Parque Boxhigui) | 5.88 | 16.3 | 66 |
| PEP (Presa paraje el patio) | 6.82 | 20.5 | 570 |
| OA (Ojo de agua) | 7.43 | 18.6 | 956 |
| DIA (Puente del diablo) | 7.30 | 18.6 | 295 |
| CUAUH (avenida Cuauhtémoc) | 8.12 | 25.3 | 3587 |
| 5M (Avenida 5 de Mayo) | 5.98 | 18.1 | 174 |

El agua del Arroyo de la Loma en el Parque Boxhigui (sitio prístino), parece estar prácticamente libre de perturbaciones de origen antropogénico (pH 5.88 y conductividad de 66 microS/cm).

Conforme la corriente avanza, hay descargas de agua de uso doméstico al arroyo, lo cual se ve reflejado, incluso a simple vista, al llegar el agua a la altura de la calle 5 de mayo (pH de 5.984 y conductividad de 174 microS/cm).

Cuando a las descargas domésticas se suman las descargas industriales, cerca del puente de la calle Cuauhtémoc, los efectos visibles sobre el agua del arroyo son indiscutibles, y en sus propiedades fisicoquímicas son notorias (aumenta el valor de conductividad a 3587 microS/cm y pH de aprox. El agua en esta parte del arroyo puede ser de color roja o azul y además no hay helechos a diferencia de otros sitios no contaminados, lo que indica contaminación.

Arroyo abajo hay distintos aportes y, aunque disminuye el grado de perturbación del agua con relación al encontrado en Cuauhtémoc (pH de 6.82 y conductividades de 570 microS/cm), no lo hace al nivel en el que se encontraba al inicio de su recorrido, en el Parque Boxhigui (sitio prístino). Como se muestra en las figuras 2 y 3.

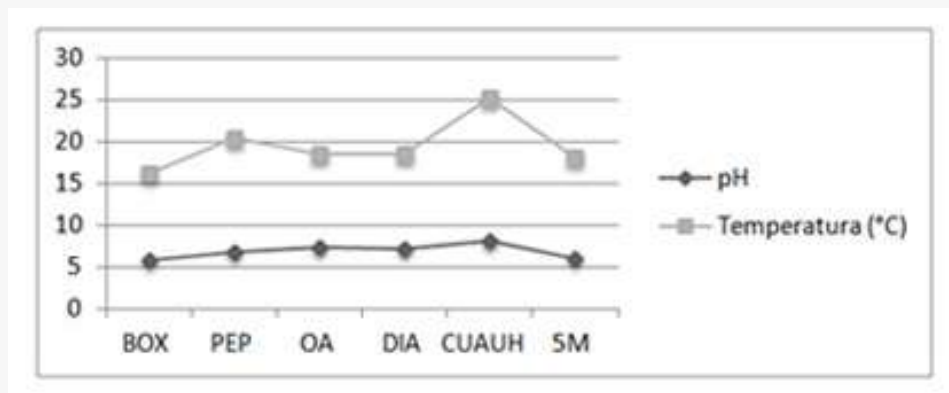


Figura 2. Medición de pH y temperatura al agua en cada sitio de muestreo.

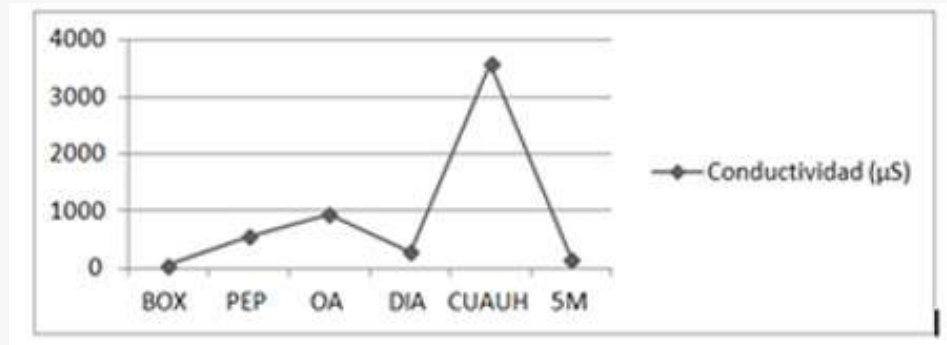


Figura 3. Conductividad medida en cada sitio de muestreo.

Cabe mencionar que este es un resultado preliminar, ya que los datos de las muestras se encuentran aún en el laboratorio de ICP-MS para sus resultados de validación como Repetibilidad, Exactitud, Límite de detección y controles de calidad.

Conclusión

En cuanto a la cuantificación de EPT's en *B. cordata* se observó una tendencia similar a lo encontrado en los parámetros del agua; reportándose mayor concentración en rizósfera, seguida de raíz y con menor concentración en hojas. Podemos concluir que tenemos una posible planta indicadora, por almacenar una mayor concentración de elementos en alguna parte de su tejido, en este caso las raíces.

Agradecimientos

Al proyecto PAPIIT (IN106914). Evaluación de la contaminación por elementos traza del río San Bartolo, municipio de Morelos, estado de México.

Autorización y Renuncia.

Los autores del artículo autorizamos al Instituto Tecnológico de Tehuacán publicar el mismo en su revista digital I+D Dinámica del saber edición 2015. El instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo expresado en el escrito.

Bibliografía

- Al-Tarazi, E., Abu Rajab, J., Al-Naqa, A. y El-Waheidi, M., 2008. Detecting leachate plumes and groundwater pollution at Ruseifa municipal landfill utilizing VLFEM method. *Journal of Applied Geophysics*, 65, 121-131.
- Bae, J. S., Freeman, H. S., & Kim, S. D. (2006). Influences of new azo dyes to the aquatic ecosystem. *Fibers and Polymers*, 7(1), 30–35. <http://doi.org/10.1007/BF02933599>
- Benton Jones J., Y W. Case V. (1990). *Lexington Soil Testing and Plant Analysis*. R.L. Westerman. pp 390,392, 395.
- Camacho, D. Hernández, S. Morfin, L. (2009). Tepozán (*B. cordata*). FESC-UNAM.
- C. Shinn, F. Dauba, G. Grenouillet, G. Guenard, S. Lek, Temporal variation of heavy metal contamination in fish of the river lot in southern France, *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, 72 (2009), pp. 1957–1965
- Delgadillo, J. Gore, S. Payne, S. Singleton, P. Gilbody, (2012) Acceptability of mental health screening in routine addictions treatment. ELSEVIER
- Frische, K., Schwarzbauer, J. y Ricking, M., 2010. Structural diversity of organochlorine compounds in groundwater affected by an industrial point source. *Chemosphere*, 81, 500-508.
- González I., Muena V., Cisternas M. y Neaman A. (2008) Acumulación de cobre en una comunidad vegetal afectada por contaminación minera en el valle de Puchuncaví, Chile central. *Revista Chilena de Historia Natural*. 81, 279- 291.
- Guelli U. de Souza, S. M. A., Peruzzo, L. C., & Ulson de Souza, A. A. (2008). Numerical study of the adsorption of dyes from textile effluents. *Applied Mathematical Modelling*, 32(9), 1711–1718. <http://doi.org/10.1016/j.apm.2007.06.007>
- Kabata-Pendias, A., (2011). *Trace elements in soils and plants*. New York: CRC Press Taylor & Francis Group, pp 95.
- Moreno Herrera, Graciela. (2004). Análisis de elementos potencialmente tóxicos para plantas en suelos de Guasave y su correlación con las micorrizas arbusculares. (Tesis maestría). Instituto Politécnico Nacional. Guasave Sinaloa, México.
- Pérez, E.V.(2014). Inmovilización de Elementos Potencialmente Tóxicos en Zonas Mineras Abandonadas Mediante la Construcción de Tecnosoles y Barreras Reactivas Permeables, (tesis doctorado), Universidad de Murcia. Pp 151-153
- Rodríguez, Z., Ordaz, C., Ávila, G., Muñoz, J. L., Arciniegas, A. & Romo, A. (1999), In vitro evaluation of the amebicidal activity of *buddleia cordata*(loganiaceae, h.b.k.) on several strains of *acanthamoeba*. *Journal of Ethnopharmacology*. 66 (3), 327-334.
- TARRACH., S.: Grupo de Expertos del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y otros Organismos Colaboradores sobre la Emergencia Ecológica en el Río Guadimar, 13 Informe. Madrid 26 de enero del 2001.

Sanchez E. (2008), Especies vegetales y microorganismos rizofericos tolerantes a metales pesados de un ecosistema contaminado. (tesis maestría). Universidad agraria de la Habana.

SEMARNAT. (2012). ESPACIO DIGITAL GEOGRÁFICO. Retrieved August 12, 2015, from <http://gisviewer.semarnat.gob.mx/geointegrador/index.html?De=AEST&A=VGEO15#app=bdba&896c-selectedIndex=0&42b1-selectedIndex=6&34fd-selectedIndex=0&2e35-selectedIndex=0&77c4-selectedIndex=>

Volke Sepúlveda T. (2005). Suelos contaminados por metales y metaloides. Instituto nacional de ecología, pp 39, 40, 51.

Y. Yi, Z. Yang, S. Zhang , Ecological risk assessment of heavy metals in sediment and human health risk assessment of heavy metals in fishes in the middle and lower reaches of the Yangtze River basin Environ. Pollut., 159 (2011), pp. 2575–2585

Zúñiga, F. B. (1999). Introducción al estudio de la contaminación del suelo por metales pesados, Volume 1. UADY. Retrieved from <https://books.google.com/books?id=yE2Jq3z7ex4C&pgis=1>

EFFECTO DEL ClO₂ EN LA CALIDAD DEL TOMATE CHERRY (*Solanum lycopersicum* var. *Cerasiforme*) CULTIVO SEMIHIDROPÓNICO.

Ciencias de la tierra y del medio ambiente

* M.I.A. Lucila Juárez Mendoza ¹
M.C. Francisco Ramón Díaz Arriaga²
Residente Maritza Ramírez Hernández ³

Resumen

Este trabajo es de suma importancia ya que hasta el momento no se ha registrado ningún tipo de investigación en el cultivo del tomate cherry (*lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*) para lo cual se realizaron pruebas en un invernadero tipo túnel con un sistema de riego por goteo en condiciones semihidropónicas con diferentes sustratos (tezontle, fibra de coco y mezcla de tezontle y fibra de coco) así mismo se evalúa el efecto del dióxido de cloro en la calidad del fruto a través de un análisis bromatológico y un análisis sensorial descriptivo que permita estudiar el efecto que este ejerce sobre las características fisicoquímicas y organolépticas del tomate cherry, los datos obtenidos se evaluaron a través de un estudio comparativo experimental aleatorio estratificado con un análisis de varianza del 95% de confiabilidad aplicando el programa ANOVA (Análisis de varianza de un solo factor con comparación de medias) para determinar si el dióxido de cloro tiene un efecto significativo en la calidad del fruto.

Palabras Clave: Calidad, dióxido de cloro, fisicoquímico, organoléptica, semihidroponia, tomate cherry.

Introducción

El tomate tipo cherry corresponde a la especie (*Solanum lycopersicum* var. *Cerasiforme*), variedad botánica considerada como la forma ancestral del tomate cultivado y se encuentra diseminada en las regiones tropicales y subtropicales del mundo. Se conoce también como cereza pajarito o vagabundo (Lobo, 2001). La calidad del tomate cherry se puede evaluar a partir del grado de satisfacción de las exigencias o necesidades del consumidor. Dentro de los factores a considerar para determinar su calidad, se encuentra la evaluación sensorial y su contenido de nutrimentos (González et al , 2007). En el Instituto tecnológico de Tehuacán se cuenta con un invernadero tipo túnel de una dimensión de 48 m² donde se realizaron experimentos tomando como base 50 plántulas de jitomate cherry con una distribución de 1.04 plántulas por metro cuadrado utilizando tres sustratos, el tezontle, la fibra de coco y mezcla de ambos, con un sistema de riego por goteo en donde se incluye en la formulación el dióxido de cloro en ppm para evaluar el efecto que ejerce sobre la calidad del fruto, esto se lleva a cabo realizando un estudio comparativo experimental aleatorio estratificado con un análisis de varianza del 95% de confiabilidad aplicando el programa ANOVA 2007, donde los resultados indican que el dióxido de cloro tiene un efecto significativo en la calidad del fruto.

1 Maestra en Ingeniería Ambiental; Instituto Tecnológico de Tehuacán; (238)3803397. lucyjum@gmail.com

2 Maestro en Ciencias en Ingeniería Ambiental; Instituto Tecnológico de Tehuacán; (238)3803397. ingfdiaz749@gmail.com

3 Residente Ingeniería Bioquímica; Instituto Tecnológico de Tehuacán; (238)1274454 mar_itza_28@hotmail.com

Planteamiento del problema

El tomate es una de las hortalizas más importantes en México y una de las de mayor valor económico y siendo una de las más consumidas el tomate cherry (*Solanum lycopersicum* var. *Cerasiforme*). Actualmente, la producción de tomate tipo "cherry" se ha expandido en casi todo el mundo debido a que es una fuente de antioxidantes y que reduce el riesgo de contraer enfermedades crónicas y considerando que en la región de Tehuacán este producto se encarece y no está al alcance de muchas familias puesto que es un producto considerado gourmet y los campesinos requieren en la siembra bajar costos y conservar la calidad de dicha variedad, esto solo se logra a través de cultivos alternativos como son los sistemas hidropónicos, en México no existen estudios acerca de la aplicación de dióxido de cloro específicamente en cultivo hidropónico de tomate cherry (*Solanum lycopersicum* var. *Cerasiforme*). Es necesario realizar estudios en la región mejorando la formulación de la solución nutritiva con la adición de dióxido de cloro para evaluar el efecto que este tiene sobre la calidad del fruto y así facilitar la producción y adquisición de este producto en Tehuacán y su región.

Objetivos

Objetivo general

- Evaluar el efecto del dióxido de cloro en la calidad de las características fisicoquímicas y organolépticas en el cultivo del tomate cherry (*lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*) en condiciones Semihidroponicas.

Objetivos específicos

- Evaluar la calidad organoléptica por el método descriptivo del tomate cherry.
- Evaluar la calidad nutrimental a través de un análisis bromatológico
- Establecer si existe una diferencia significativa a través programa ANOVA en el cultivo de jitomate chery de plantas regadas con solución nutritiva según (Steiner) y solución nutritiva con dióxido de cloro.

Marco teórico

Origen

El tomate es originario de América del Sur entre las regiones de Chile, Ecuador y Colombia, pero su domesticación se inició en el sur de México y norte de Guatemala. Las formas silvestres de "tomate cereza" (*lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*) originarias de Perú migraron a través del Ecuador, Colombia, Panamá y América Central hasta llegar a México, donde fue domesticado por el hombre (Jaramillo et al., 2007).

En México el tomate es considerado como la segunda especie hortícola más importante por la superficie sembrada y como la primera por su valor de producción. A esta hortaliza de fruto se le encuentra en los mercados durante todo el año (Ojo de Agua, 2007).

El cultivo de tomate cherry presenta mayores precios que otros baby frutos y se adapta bien a producción en hidroponía. Este cultivo tiene menores requerimientos hídricos y de fertilizantes que el tomate común por ser baby ensalada. Además el fruto cherry presenta una alta calidad nutricional por tener alto nivel de vitaminas y antioxidantes (Martínez, y colaboradores, 2011).

El tomate es un fruto carnoso que procede de un carpelo único o del gineceo sincárpico de una flor sencilla; se considera en términos botánicos como una baya, puesto que posee una piel fina que rodea una carne jugosa, en cuyo interior se encuentran muchas semillas vea su clasificación taxonómica en la tabla 1 (Cantwell, 2007).

Tabla 1 Clasificación taxonómica

| | |
|-----------|--|
| Reino | plantae |
| Subreino | Tracheobionta |
| División: | magnoliophyta |
| Clase: | magnoliopsida |
| Subclase: | asteridae |
| Orden: | solanes |
| Familia | solanaceae |
| Genero | solanum |
| Especie: | S. lycopersicum var. cerasiforme y S. pimpinellifolium |

(Cantwell, 2007).

Morfología

Los tomates tipo cherry son claramente diferenciados por su tamaño de otros tipos de tomate y los consumidores han asociado esta característica con su excelente textura, apariencia y características organolépticas.

Sistema radicular: raíz principal (corta y débil), raíces secundarias (numerosas y potentes) y raíces adventicias. Seccionando transversalmente la raíz principal y de fuera a dentro encontramos: epidermis, donde se ubican los pelos absorbentes (especializados en tomar agua y nutrientes), cortex y cilindro central, donde se sitúa el xilema (conjunto de vasos especializados en el transporte de los nutrientes).

El tomate es una planta perenne de porte arbustivo que se puede desarrollar de distintas formas: rastrera, semierecta o erecta, el crecimiento es limitado en las variedades determinadas e ilimitadas en las indeterminadas, pudiendo llegar a 10m. En un año, (Jaramillo et al. 2007).

Composición química del tomate cherry

La composición química y el valor nutricional del tomate (Tabla 1) varían según la variedad, las condiciones de cultivo, la época de producción, el grado de madurez, el tiempo y las condiciones de almacenamiento entre otros factores. Dicha hortaliza contiene aproximadamente un 94% de agua y el 6% restante es una mezcla compleja en la que predominan los azúcares libres y ácidos orgánicos que contribuyen a dar al fruto su textura y sabor característicos, (Coronel et al. 2009).

Tabla 2 Valor nutricional del tomate por 1 kg de sustancia comestible de tomate tipo cherry.

| Composición por 100 gramos de porción comestible | |
|--|-------|
| Energía (kcal) | 22,0 |
| Agua (g) | 93,5 |
| Carbohidratos (g) | 4,5 |
| Fibra (g) | 0,8 |
| Proteínas (g) | 0,6 |
| Lípidos (g) | 0,1 |
| Fósforo (mg) | 17,0 |
| Potasio (mg) | 193,0 |
| Sodio (mg) | 70,0 |
| Calcio (mg) | 11,0 |
| Magnesio (mg) | 11,0 |
| Hierro (mg) | 0,4 |
| Retinol (Vitamina A) (UI) | 1558 |
| Tiamina (Vitamina B1) (mg) | 0,04 |
| (Vitamina B2) (mg) | 0,03 |
| Riboflavina Niacina (Vitamina B3) (mg) | 0,73 |
| Vitamina C (mg) | 22,70 |
| Vitamina E (mg) | 0,32 |
| Folatos (mcg) | 21,0 |

USDA (2010)

Calidad del tomate cherry

En el entorno hortofrutícola el concepto de calidad es bastante amplio y complejo. Desde un punto de vista general y práctico podemos definir el término calidad como “Un conjunto de propiedades y características de un producto, bien o servicio que satisface necesidades mostradas en los consumidores” (Corrales, 2005). La calidad de los productos hortofrutícolas considera entre otros atributos, necesidades implícitas y explícitas. Los consumidores miden la calidad del tomate principalmente por tres factores: la apariencia física (color, tamaño, forma, brillo y ausencia de defectos y pudriciones), textura (firmeza, frescura, jugosidad y dureza) (Jones , 1999).

La calidad del fruto depende de la época de cosecha; el contenido de vitamina C y azúcar. En cambio disminuye cuando el tomate se corta en la etapa verde maduro y su maduración ocurre durante el transporte y almacenamiento; por el contrario los frutos que maduran en la planta presentan un mejor sabor, (Villareal, 1982).

Diferentes sustratos utilizados en cultivos hidropónicos pueden afectar el peso del fruto y el rendimiento total así como su composición química; al cultivarse en hidroponía pura se incrementa el rendimiento en 10% pero el contenido de sólidos solubles totales disminuye de 1 a 2 °brix; sin embargo la firmeza y el diámetro del fruto no son afectados así la calidad del fruto de tomate es influenciada, en gran medida, por el suministro de riegos, solución nutritiva y el sustrato utilizado, (Sen y Sevgican, 1999).

Dióxido de cloro

El dióxido de cloro (ClO₂) es un desinfectante cuya capacidad biocida sobrepasa a la del cloro y sus derivados. Debido a sus cualidades oxidantes selectivas su aplicación es una alternativa a ser considerada donde además de la desinfección se requiere mejorar la calidad organoléptica del agua. Tiene un gran efecto en el control del sabor y el olor, así como para destruir sustancias orgánicas que proporcionan color o que son precursoras de trihalometanos (THM), (Cowley, 2002).

Propiedades del dióxido de cloro como desinfectante

El dióxido de cloro es un gas de color verde amarillento estable y sumamente soluble en agua hasta alcanzar concentraciones de 2%. Una de las propiedades más interesantes del dióxido

de cloro es su eficacia biocida en un amplio rango de pH que va de 3 a 10 (mejor de 4 a 9). Además de sus propiedades desinfectantes, el dióxido de cloro mejora la calidad del agua potable, es decir, neutraliza olores, remueve el color y oxida el hierro y el manganeso. El dióxido de cloro es sensible a la luz ultravioleta.

Metodología

El presente estudio se llevó a cabo en el invernadero del Instituto Tecnológico de Tehuacán (ITT) así como en los laboratorios de química y alimentos de este mismo, ubicado en Libramiento Tecnológico S/N A.P. 75770 Tehuacán, Pué. Las coordenadas geográficas son latitud 18°26'5.88"N, longitud 97°23'57.43"O. Su altitud promedio es de 1640 msnm, presenta una temperatura media anual que oscila entre los 18ª y 22ª C. Donde se ubica un invernadero tipo túnel básico de 40 m2; de doble puerta y malla antiáfidos con piso de tezontle así mismo cuenta con un sistema de riego por goteo conformado por chupones de 4 l/h, arañas, mangueras y estacas. Cada chupón está ubicado a una distancia de 1.10 m, el depósito de agua es un tinaco rotoplas tricapa, tubería de pvc conectado a una bomba de ½ hp siendo automatizada por un timer (STP4PLrain-bird) programando 9 riegos distribuidos durante el día (9 am - 6 pm) para la siembra del jitomate cherry (*lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme*). De 35x35 cm llenas hasta un 90% de su totalidad, el sustrato que se utilizó fue tezontle de 3 mm y fibra de coco, distribuido en tres surcos diferentes el primero con tezontle, el segundo con una mezcla de tezontle - fibra de coco 1:1 y el tercero con fibra de coco, con un total de 50 macetas.

Para la siembra del tomate se trabajó en un almaciguero de unicel tipo charola de 200 cavidades donde se germinaron las semillas del tomate cherry utilizando como sustrato polvillo de fibra de coco humedecido hasta el punto de escurrimiento se colocó una semilla por cavidad a una profundidad de 5 mm. La charola fue cubierta con un plástico negro que ayudaría a la conservación de la humedad y favorecería el germinado, las plantas emergieron a los 3 días de la germinación el cual fue germinado el día 26 de noviembre del 2014, Después de que las primeras plantas emergieran el semillero permaneció dentro de la nave para que la plántula se fuera adaptando a las condiciones del invernadero siendo regado 3 veces al día por atomización con solución nutritiva.

El trasplante se realizó al mes de la germinación el día 26 de diciembre del 2014 a las 7:30 hrs. Cuando la plántula contaba con 7 cm de alto dándole a la raíz un tratamiento con Ruter AA como enraizador y previcur como fungicida para prevenir el ataque de hongos y bacterias, los riegos fueron programados cada hora con una duración de 3 min para que la planta recibiera 432 ml, los primeros 3 días el riego fue solo con agua para que la planta se adaptara al nuevo sustrato después de este tiempo los riegos se iniciaron con la mezcla de solución nutritiva de crecimiento y dióxido de cloro, así como el riego manual solo con solución nutritiva, a las plantas seleccionadas como testigos a las cuales se les adiciona la misma cantidad de agua que a las plantas muestra.

En el desarrollo de la planta con el tiempo se fueron modificando las concentraciones de la solución nutritiva según sus cambios fisiológicos (floración y llenado del fruto) así como la cantidad de agua suministrada a cada plántula, durante la floración a la planta se le estuvieron adicionando 864 ml; durante la etapa de llenado de fruto y hasta el término de la cosecha se le suministraron 1440 ml; al concluir el desarrollo fisiológico de la plántula se estableció la recolección del fruto de forma manual, a primera hora de la mañana (7 am.) el día 1 de abril del 2015 en domos de plástico limpios y etiquetados con número de planta, sustrato y si era planta muestra o planta testigo. Inmediatamente las muestras fueron transportadas a temperatura ambiente al laboratorio de bioquímica del Instituto Tecnológico de Tehuacán.

Para la caracterización físico-química del tomate cherry se tomaron muestras por duplicado de cada una de las plantas seleccionadas al azar con características similares de maduración cuando el fruto ha desarrollado una coloración roja completa (USDA 1991) De esta manera la evaluación de calidad se llevó a cabo según indican las siguientes normas que se presentan en la tabla 3.

Tabla 3 Normas utilizadas como referencia para la caracterización del cherry.

| | |
|--------------------|---|
| NOM-116-SSA1-1994, | Bienes y servicios Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico. |
| NMX-F-090-S-1978. | Determinación de fibra cruda en alimentos. |
| NMX-F-066-S-1978. | Determinación de cenizas en alimentos. Foodstuff determination of ashes. |
| NMX-F-89-S-1978. | Determinación de extracto etéreo |
| NMX-F-068-S-1980. | Determinación de proteínas Alimentos |
| AOAC (1995) | Técnica para determinar acidez titulable. |

(Juárez et al 2015).

EVALUACIÓN SENSORIAL DEL TOMATE CHERRY (SOLANUM LYCOPERSICUM VAR. CERASIFORME)

La determinación sensorial fue llevada a cabo en el laboratorio de biotecnología del Instituto Tecnológico de Tehuacán siguiendo como técnica el método descriptivo, el cual fue desarrollado en 2 etapas.

1ra etapa: Capacitación y selección de jueces.

Para la primera etapa se seleccionó un grupo de 21 personas conformado por jóvenes estudiantes de entre 21 y 23 años, la prueba se realizó a las 11 hrs del día 18 de mayo del 2015, los cuales realizaron una prueba de habilidad para reconocer diferentes estímulos sensoriales de sabor primarios (dulce, salado, umami, amargo, ácido), para la cual se prepararon muestras con las sustancias descritas en la tabla 4.

Del grupo conformado por las 21 personas solo 10 panelistas pasaron la prueba de reconocimiento de sabores primarios los cuales fueron seleccionados para participar como jueces en la segunda etapa.

2da etapa: Evaluación del tomate cherry.

Esta etapa se llevó a cabo el día 20 de mayo del 2015 a las 11 hrs en el laboratorio de Biotecnología del Instituto Tecnológico de Tehuacán.

Para la evaluación del tomate se utilizó el análisis sensorial del tipo descriptivo, determinando sabor, textura, aroma, forma y color, para el cual se ocuparon los 10 panelistas finales de la primera etapa para que de esta forma nuestro análisis sea estadísticamente confiable.

Las muestras fueron cosechadas, aleatoriamente en un estado óptimo de maduración, el mismo día y se obtuvieron de los distintos sustratos utilizados en el invernadero (tezontle, fibra de coco y tezontle-fibra de coco), las muestras para la degustación fueron colocadas por duplicado y enteras.

Análisis Estadístico

La unidad experimental consistió en 50 plantas, divididas en dos tratamientos dióxido de

cloro (T1) y solución nutritiva (T2) divididos en tres sustratos diferentes tezontle (S1), mezcla (S2), y fibra (S3) los cuales fueron sometidos a una evaluación experimental aleatoria estratificada, para la cual se seleccionaron muestras por tratamiento aleatoriamente con las cuales se llevó a cabo la caracterización fisicoquímica y organoléptica del tomate cherry (*lycopersicon esculentum* var. cerasiforme).

Con los datos obtenidos se sistematizo y se realizó un análisis de varianza con el 95 % de confiabilidad con ayuda del programa ANOVA. Debido a que el análisis de varianza solo indica cuál de los tratamientos tuvo un efecto diferente a los demás, para el estudio organoléptico fue necesario realizar una prueba de comparación múltiple de medias (Tukey $\alpha = 0.05$), con la finalidad de conocer cuál de los sustratos fue el que tuvo mejor respuesta.

Resultados:

De acuerdo a los resultados obtenidos del programa utilizado ANOVA en cuanto a las características fisicoquímicas del fruto podemos ver en la tabla 4 que a los frutos que se aplicó dióxido de cloro en el análisis bromatológico resalta que la prueba de humedad y peso tuvieron los más altos valores, en comparación a los frutos del tratamiento con solución nutritiva (Steyner) así mismo los resultados obtenidos de la evaluación sensorial que presentaron una acidez mayor y una textura blanda en comparación a los frutos con solución nutritiva que fueron más dulces y firmes.

TABLA 4 ANALISIS DE RESULTADOS

| Variable | Tratamiento | S ₁ (%) | S ₂ (%) | S ₃ (%) |
|-------------------|-------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Humedad | T1 | 81.3133 a | 85.8766 ab | 90.6433 a |
| | T2 | 81.3666 a | 92.4266 b | 84.5660 a |
| pH | T1 | 3.9166 a | 4.0233 b | 4.1566 b |
| | T2 | 3.6400 a | 3.9300 b | 3.7367 a |
| S.S.T | T1 | 3.3000 a | 3.0333 a | 2.6667 b |
| | T2 | 4.2333 a | 5.4000 b | 5.2667 b |
| Acidez Titulable | T1 | 0.6113 a | 0.4013 b | 0.3697 b |
| | T2 | 0.5113 a | 0.3123 b | 0.3127 b |
| Índice de madurez | T1 | 5.3997 a | 7.8547 b | 7.2207 b |
| | T2 | 8.3247 a | 16.1367 b | 16.8433 b |
| Fibra | T1 | 1.4250 a | 1.2130 a | 2.0813 b |
| | T2 | 3.0233 a | 3.1847 a | 2.6400 b |
| Proteína | T1 | 0.6000 a | 0.2533 b | 0.8567 a |
| | T2 | 1.2300 a | 0.3667 ab | 0.7800 b |
| Cenizas | T1 | 0.6300 a | 0.6533 a | 0.6067 a |
| | T2 | 0.7350 a | 0.7550 a | 0.7100 a |
| Grasa | T1 | 0.5000 a | 0.4163 a | 0.2680 b |
| | T2 | 0.2263 a | 0.5650 b | 0.5650 b |
| Peso | T1 | 25.4023 a | 35.1213 b | 36.1083 b |
| | T2 | 12.2190 a | 19.2710 b | 12.2930 a |

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes. La comparación de medias se realizó mediante la prueba de Tukey $\alpha=0.05$.

Conclusión:

Al evaluar el efecto del dióxido de cloro en la calidad de las características fisicoquímicas y organolépticas en el cultivo del tomate cherry (*lycopersicon esculentum* var. cerasiforme) en condiciones semihidroponicas, se puede determinar que existió estadísticamente una diferencia significativa en nutrimentos así mismo, se puede concluir que los frutos presentan mayor acidez y una textura blanda. Por lo tanto se considera que en cuestiones de calidad se requiere reformular en otras concentraciones para poder competir con las normas establecidas del jitomate cherry.

Autorización y Renuncia.

Los autores del artículo autorizamos al Instituto Tecnológico de Tehuacán publicar el mismo en su revista digital I+D Dinámica del saber edición 2015. El instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo expresado en el escrito.

REFERENCIAS

- Barda N. 2010. Análisis sensorial de los alimentos. Disponible en:
- CANTWELL, M. 2004. Fresh Market Tomato. Statewide Uniform Variety Trial Report Field and Postharvest Evaluations, University of California, South San Joaquin Valley, CA.
- Cantwell, M., Kasmire, R. 2007. Sistemas de manejo de postcosecha: hortalizas y frutos. En: Kader, A. (Ed), tecnología postcosecha de cultivos hortofrutícolas. Centro de Información e Investigación en Tecnología Postcosecha. Universidad de California, Davis, California, EE.UU, pp. 457-474
- Condiciones Protegidas. Corpoica – Mana – Gobernación de Antioquia – Fao.
- Coronel, J., Castillo, P. 2009. Alternativas de mejora en el manejo postcosecha de tomate riñón cultivado en la provincia de Santa Elena. Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. [Documento en línea]. Disponible: <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/11926>. [Consulta: 21-03-15].
- Cowley, G. Disinfection with Chlorine Dioxide. Publicación de la Sterling Pulp Chemicals, Toronto (2002).
- FAO. 2011. Manual Técnico para las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en la Producción de Tomate bajo Condiciones Protegidas. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Mejoramiento Alimentario y Nutricional de Antioquia. Gobernación de Antioquia. FAO. [Página Web en línea]. Disponible: <http://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1374s/a1374s07.pdf>. [Consulta: 23-03-15].
- González, G., Ayala, F., Ruiz, S., Cruz, R., Cuamea, F. 2007. Estado Actual del Mercado de Frutos y Vegetales Frescos Cortados. Dirección de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal. Centro de Investigaciones en Alimentación y Desarrollo. Sonora, México.
- Gonzalo Isidoro Morales Lifschitz. "Dióxido de Cloro en el control de Botrytis cinerea para tres variedades de uva de mesa en precosecha y poscosecha", Universidad Santo Tomás de Santiago de Chile, Octubre de 1999.
- Jaramillo J. Rodríguez V.P., Guzmán M., Zapata M., Rengifo T. 2007. Manual
- Jones f., P. c; Arruda S., R; Luiz F., F. 2000 fruit size mineral composition and quality of trickle-irrigated tomatoes as affected by potassium rates. Pesq. Agropec Bras. 35:21-25
- Juarez, L., Diaz, FR., Ramírez, M. 2015 centro de estudios departamento de química y bioquímica del Instituto Nacional de México Tehuacán, Puebla.
- Lobo M., Medina C. I. 2001 Variabilidad morfológica en el tomate pajarito (*Lycopersicon esculentum* var *ceraciforme*), precursor del tomate cultivado. Revista Corpoica vol 3 n° 02.
- Martínez J. Antunez K. Pertuzé R. Fuentes L. 2011. Hortalizas y frutos como alimentos saludables. Revista Tierra Adentro Especial INIA y los alimentos 2. N° 96. Instituto de Investigación Agropecuaria. pp:14-22.
- Ojo de agua, 2007. Estrés Salino y comparación de dos sistemas de producción sobre rendimiento de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) cultivada en invernadero. Colegio de postgrados, Montecillo, Estado de México. 105 p.
- Sen, F. y A. Sevgican. 1999. Effect of water and substrate cultures on fruit quality of tomatoes grown in greenhouse. Acta Horticulturae 486: 349-351.
- USDA. 1991. U.S. Standards for Grades of Fresh Tomatoes. USDA, Agr. Mktg. Serv., Washington, D.C, EE.UU.
- Villareal R., R. 1982 Tomates Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José de Costa Rica 184p.

TRATAMIENTO DE BIOSÓLIDOS POR ENCALADO O ACIDIFICACIÓN

Ciencias de la tierra y del medio ambiente

*Noelia Ortega-Hernández¹
Dr. Fernando López-Valdez²
M.C. Francisco Ramón Díaz-Arriaga³

Resumen

En esta investigación se evaluó la estabilización de biosólidos mediante un tratamiento alcalino y un tratamiento ácido. Se utilizaron lodos provenientes de la planta de tratamiento "RECICLAGUA AMBIENTAL S.A. de C.V." ubicada en el Estado de México; la cual recibe descargas de agua de tipo industrial y doméstico. Para el tratamiento alcalino se utilizó cal (CaO) al 8%, 10% y 15% (m/m) en muestras de 3 kg y fueron evaluadas las cinéticas bacterianas para coliformes fecales y Salmonella spp. a 0, 5, 10, 15 y 30 días. En el tratamiento ácido, el reactivo utilizado fue ácido sulfúrico (H₂SO₄) al 6%, 8% y 10% (m/m) en muestras de 2 kg evaluándose las mismas variables de respuesta que en el tratamiento alcalino y a los 0, 5, 10, 15 y 30 días. De acuerdo a los resultados obtenidos se logró la obtención de biosólidos clase "B" y "C" con base a lo descrito en la NOM-004-SEMARNAT-2002.

Palabras clave: Biosólidos, tratamiento ácido, tratamiento alcalino.

Introducción

Planteamiento del problema

Los biosólidos son materiales orgánicos que se producen durante el tratamiento de aguas residuales, estos pueden ser utilizados como remediadores de suelo por su alto contenido de materia orgánica y nitrógeno, principalmente. Estos lodos pueden ser aplicados en suelos agrícolas, bosques o en suelos que necesiten ser restaurados para limitar el uso de fertilizantes químicos comerciales, (USEPA 503 1999).

En México, los lodos generados en las plantas de tratamiento ya sea industrial o municipal, son generalmente dispuestos de manera inadecuada, sin haber sido sometidos a ningún tipo de tratamiento, contribuyendo así a la contaminación del agua, aire y suelo por lo que eran considerados residuos peligrosos de acuerdo a la NOM-052-ECOL-1993, situación que cambió gracias a la implementación primero del proyecto de norma PROY-NOM-004-ECOL-2001 para dar paso a la NOM-004-SEMARNAT, que están enfocadas al manejo y disposición de los biosólidos además de que establecen los límites máximos permisibles de contaminantes.

La principal limitante para el uso de los biosólidos es la cantidad de microorganismos patógenos presentes en éstos (Barrios et al., 2000), pero con un adecuado tratamiento pueden ser aprovechados benéficamente como fertilizantes, mejoradores de suelo, o como cubierta de rellenos sanitarios siempre y cuando cumplan con los límites máximos permisibles dispuestos en la Norma Oficial Mexicana vigente.

Se ha demostrado en estudios anteriores que la estabilización alcalina es una alternativa para el tratamiento de biosólidos con alto contenido de microorganismos patógenos (Atenodoro, 2007) esto podría deberse principalmente al aumento del pH y también a que el nitrógeno amoniacal ionizado (NH₄) se convierte en amoníaco (NH₃) que tiene propiedades desinfectantes.

¹ Pasante de Ing. Bioquímica. Instituto Tecnológico de Tehuacán. 238 151 6370. noeliaortega74@gmail.com

² Doctor en Ciencias. Centro de Investigación en Biotecnología Aplicada. Tel.: (55) 5729 6000 ext 87805. flopezva@ipn.mx

³ Maestro en Ciencias. Instituto Tecnológico de Tehuacán. Tel. (238) 3803370 ext. 397. ingfdiaz749@gmail.com.

El tratamiento con un agente ácido puede ser prometedor por lo que en este trabajo se pretende analizar su funcionalidad para la eliminación o desactivación de organismos patógenos, basándose en que se ha demostrado que la estabilización por vía ácida presenta la destrucción de coliformes fecales de acuerdo con los límites establecidos por la EPA para lodos clase A que es de <1000 NMP/g ST, (Barrios, et al, 2001).

Objetivos

Objetivo general

Establecer un tratamiento químico con un agente ácido y un agente alcalino para la reducción o eliminación de bacterias Coliformes fecales y Salmonella spp.

Objetivos específicos

- Caracterizar los biosólidos crudos provenientes de muestras frescas de la planta tratadora.
- Tratar químicamente los biosólidos con un agente ácido.
- Tratar químicamente los biosólidos con un agente alcalino.
- Cuantificar el número de coliformes fecales y Salmonella spp. durante el tratamiento (0, 5, 10, 15 y 30 días)

Marco teórico

El tratamiento de aguas residuales tiene como objetivo remover la mayor cantidad de contaminantes posibles para que esta pueda ser utilizada con otros fines o pueda ser descargada en aguas nacionales sin riesgo de contaminación. Los biosólidos son productos obtenidos durante el tratamiento de agua residual y están compuestos principalmente de materia orgánica.

Los biosólidos son definidos como lodos que han sido sometidos a procesos de estabilización y que por su contenido de materia orgánica, nutrientes y características adquiridas después de su estabilización, puedan ser susceptibles de aprovechamiento esto de acuerdo a lo descrito en la NOM-004-SEMARNAT-2002. La mayor limitante para el aprovechamiento de los biosólidos es su alto contenido en organismos patógenos como las bacterias del grupo Coliforme y Salmonella spp, otros contaminantes comunes en los biosólidos pueden ser los metales pesados. Debido a su origen y características, los lodos deben ser sometidos a tratamientos para reducir sustancialmente el contenido de organismos patógenos con la finalidad de hacerlos aprovechables.

Sistemas de tratamiento

Hoy en día, existen diversos procesos de estabilización de biosólidos, dentro de los cuales se encuentran los convencionales que son los más utilizados e incluyen la digestión anaerobia, la producción de composta y la estabilización alcalina; por otro lado se ha desarrollado en los últimos años a nivel laboratorio nuevas tecnologías llamadas no convencionales (Barrios et al., 2002) dentro de las cuales se encuentra la estabilización ácida.

Estabilización alcalina

Consiste básicamente en aplicarle al biosólido, dosis suficientes de un material alcalino para elevar el pH alrededor de 12 unidades, con un tiempo de contacto necesario de dos horas para crear un medio fuertemente alcalino, provocando condiciones no favorables para la actividad de organismos y microorganismos enteropatógenos.

Estabilización ácida

Se emplea el ácido paracético, el acético, el sulfúrico, ácido nítrico, entre otros (Barrios et al., 2000). Estas sustancias han dado resultados de desinfección alentadores, lo que los coloca como

nuevas alternativas para la estabilización industrial de lodos. Consiste en agregar cantidades suficientes de algún compuesto ácido con la finalidad de reducir el pH por debajo de las 4 unidades.

Metodología

Para el estudio fueron utilizados lodos provenientes de la planta de tratamiento de aguas residuales "RECICLAGUA AMBIENTAL S.A. de C.V. ubicada en Lerma en el Estado de México. Esta recibe descargas de tipo industriales y domésticas. Tiene una capacidad instalada de 35,000 m³ y un caudal de 400 L s⁻¹. La toma de muestras fue realizada asépticamente en bolsas de polietileno y puestas en refrigeración a 4 °C para su caracterización.

Caracterización

En la caracterización se analizaron los parámetros como el pH, humedad, conductividad electrolítica, nitrógeno total, coliformes fecales y *Salmonella* spp. de acuerdo con las técnicas mostradas en la Tabla 1.

Tabla 1. Métodos utilizados en la caracterización del biosólido.

| Parámetro | Método |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| pH | Potenciométrico |
| Humedad | Gravimétrico |
| Conductividad electrolítica | Por suspensión de la muestra en agua |
| Nitrógeno total | Micro-Kjeldahl |
| Coliformes fecales | NMP |
| <i>Salmonella</i> spp. | NMP |

Fuente: Elaboración propia

Tratamiento alcalino de los biosólidos

El experimento consistió en dos tratamientos: uno alcalino y el control, el tratamiento alcalino se realizó utilizando CaO (cal) al 8%, 10% y 15% (m/m), y el tratamiento control, sin adición de ningún químico, bajo las mismas condiciones (condiciones de invernadero). Se utilizó una base húmeda de 3 kg. Se realizaron las cinéticas bacterianas (*Salmonella* spp. y coliformes fecales por el método del NMP) a los siguientes tiempos de muestreo: 0, 5, 10, 15 y 30 días. El experimento fue realizado por duplicado.

Tratamiento ácido de los biosólidos.

El experimento se realizó en dos tratamientos: uno ácido y un control. El tratamiento ácido consistió en aplicar ácido sulfúrico (H₂SO₄) al 6%, 8% y 10% (m/m). El tratamiento control sin adición de ninguna sustancia, ambos bajo las mismas condiciones (condiciones de invernadero) se utilizó una base húmeda de 2 kg. Es importante mencionar que al ácido utilizado fue concentrado grado reactivo el cual tiene una pureza del 98.1 según los datos del fabricante. Se realizarán las cinéticas bacterianas (*Salmonella* y coliformes fecales por el NMP) a los siguientes tiempos de muestreo: 0, 5, 10, 15 y 30 días. El experimento fue realizado por duplicado.

Resultados

Características del biosólido.

Los resultados obtenidos de la caracterización son presentadas en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados de la caracterización.

| Parámetro | Valor obtenido |
|-----------------------------|-----------------------------------|
| pH | 8.2 |
| Humedad | 83.6% |
| Conductividad electrolítica | 5.09 dS m ⁻¹ |
| Nitrógeno total | 1.23% |
| Coliformes fecales | 11,000,000 NMP g ⁻¹ ST |
| <i>Salmonella</i> spp. | 11,000,000 NMP g ⁻¹ ST |

Fuente: Elaboración propia

Coliformes fecales

Los coliformes fecales son empleados como indicadores de contaminación fecal en agua y biosólidos debido a que sus características de indicadores incluyen una mayor densidad, y persistencia que otros microorganismos patógenos presentes en las heces fecales. Por ello se pueden utilizar para evaluar de manera indirecta la destrucción de estos últimos. (Barrios et al., 2000). Los resultados obtenidos para coliformes fecales son presentados en la Tabla 3, para el tratamiento alcalino y en la Tabla 4, para el tratamiento ácido.

| | DIA 0 | DIA 5 | DIA 10 | DIA 15 | DIA 30 |
|--------------|------------|------------|-----------|--------|--------|
| Control (R1) | 11,000,000 | 9,000,000 | 2,900,000 | 21,000 | 15,000 |
| Control (R2) | 11,000,000 | 11,000,000 | 15,000 | 900 | 0 |
| 8% (R1) | 0 | 2,000 | 0 | 0 | 0 |
| 8% (R2) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10% (R1) | 0 | 2,100 | 0 | 0 | 0 |
| 10% (R2) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15% (R1) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 15% (R2) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Fuente: Elaboración propia

Se evaluó el efecto de la adición de un agente alcalino, en este caso CaO para las poblaciones de coliformes fecales, logrando así la eliminación de este desde el primer día de contacto con este agente, lo que lo clasifica con un lodo clase "A" según la NOM-004-SEMARNAT-2002.

Tabla 4. Resultados para coliformes fecales en el tratamiento ácido. (Resultados dados en NMP g-1 ST).

| | DIA 0 | DIA 5 | DIA 10 | DIA 15 | DIA 30 |
|--------------|---------|--------|--------|--------|--------|
| Control (R1) | 150,000 | 23,000 | 3,800 | 1,500 | 0 |
| Control (R2) | 210,000 | 360 | 3,800 | 9,300 | 0 |
| 6% (R1) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6% (R2) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8% (R1) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8% (R2) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10% (R1) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 10% (R2) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos para el tratamiento ácido, este cumple con las especificaciones de coliformes fecales para ser clasificado como un biosólido clase "A" según la Norma antes mencionada.

Salmonella spp.

Si bien, Salmonella spp. no es considerada como un indicio de contaminación fecal es una de las bacterias más ampliamente distribuidas, además de que algunos serotipos tienen un alto grado de patogenicidad, siendo una de las principales causas de enfermedades gastrointestinales en nuestro país (Hernández et al., 2011) Los resultados obtenidos para Salmonella spp. en los tratamientos alcalino y ácido son presentados en las Tablas 5 y 6, respectivamente.

Tabla 5. Resultados obtenidos para Salmonella spp. en el tratamiento alcalino. (Resultados dados en NMP g-1 ST).

| | DIA 0 | DIA 5 | DIA 10 | DIA 15 | DIA 30 |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Control (R1) | 11,000,000 | 9,000,000 | 1,100,000 | 11,000,000 | 11,000,000 |
| Control (R2) | 11,000,000 | 11,000,000 | 11,000,000 | 11,000,000 | 11,000,000 |
| 8% (R1) | 2,300 | 2,300 | 9,500 | 3,900 | 2,300 |
| 8% (R2) | 2,300 | 1,200 | 110,000 | 3,900 | 2,300 |
| 10% (R1) | 6,400 | 24,000 | 2,300 | 3,900 | 2,300 |
| 10% (R2) | 2,300 | 1,600 | 110,000 | 2,300 | 2,300 |
| 15% (R1) | 2,300 | 2,300 | 23,400 | 2,300 | 2,300 |
| 15% (R2) | 2,300 | 1,900 | 110,000 | 2,300 | 2,300 |

Fuente: Elaboración propia

Las poblaciones de Salmonella spp. presentan fluctuaciones importantes en los diferentes tiempos de muestreo. A pesar de que hubo una reducción significativa en el contenido de este microorganismo, aún contiene una importante cantidad de Salmonella spp. por lo que es considerado un biosólido clase "C" según la normatividad vigente (NOM-004-SEMARNAT-2002).

Tabla 6. Resultados obtenidos para Salmonella spp. en el tratamiento ácido. (Resultados dados en NMP g-1 ST).

| | DIA 0 | DIA 5 | DIA 10 | DIA 15 | DIA 30 |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Control (R1) | 11,000,000 | 11,000,000 | 11,000,000 | 11,000,000 | 11,000,000 |
| Control (R2) | 11,000,000 | 11,000,000 | 11,000,000 | 11,000,000 | 11,000,000 |
| 6% (R1) | 2,300 | 2,300 | 2,300 | 2,300 | 2,300 |
| 6% (R2) | 2,300 | 2,300 | 2,300 | 2,300 | 2,300 |
| 8% (R1) | 2,300 | 2,300 | 2,300 | 2,300 | 2,300 |
| 8% (R2) | 2,300 | 2,300 | 2,300 | 2,300 | 2,300 |
| 10% (R1) | 2,300 | 2,300 | 2,300 | 2,300 | 2,300 |
| 10% (R2) | 2,300 | 2,300 | 2,300 | 2,300 | 2,300 |

Fuente: Elaboración propia

La población de Salmonella fue afectada desde el primer contacto con el agente ácido y no presentó variaciones a lo largo del experimento. A pesar de esto la concentración de la bacteria es considerable de este modo el biosólido queda en el parámetro de clasificación "C" según la Norma Oficial Mexicana (NOM-004-SEMARNAT-2002).

Conclusiones

El tratamiento alcalino presenta una reducción significativa de coliformes fecales y Salmonella, bajo las condiciones establecidas en el estudio.

Con base en los resultados obtenidos y los estudios realizados previamente por otros autores es posible deducir que los biosólidos estabilizados alcalinamente pueden ser potencialmente utilizados como fertilizantes orgánicos. Sin embargo, es menester demostrarlo. De acuerdo a los resultados obtenidos en el experimento, la estabilización ácida puede ser una solución factible para la estabilización de los biosólidos para su disposición o aprovechamiento, debido a una reducción considerable de los microorganismos. Sin embargo debe seguirse estudiando. Es necesario determinar por qué no existió una reducción considerable de Salmonella spp. en los dos tratamientos, la literatura sugiere que está bacteria es menos resistente que las bacterias coliformes.

Autorización y Renuncia.

Los autores del artículo autorizamos al Instituto Tecnológico de Tehuacán publicar el mismo en su revista digital I+D Dinámica del saber edición 2015. El instituto o sus editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo expresado en el escrito.

Referencias

Atenodoro A. J (2007), inactivación bacteriológica en lodos residuales deshidratados mediante el proceso de estabilización alcalina con óxido de calcio y recirculación de amoníaco. Tesis de Maestría. Programa en ingeniería química. Instituto tecnológico de Orizaba México. 127 pp.

Barrios, J.A., Jiménez, B., González, O., Salgado, G., Sanabria, L. & Iturbe, R. (2000). Destrucción de coliformes fecales y huevos de helmintos en lodos fisicoquímicos por vía ácida. Instituto de ingeniería de la UNAM. XII Congreso Nacional, Femisca, Morelia, México. Pp. 683-692.

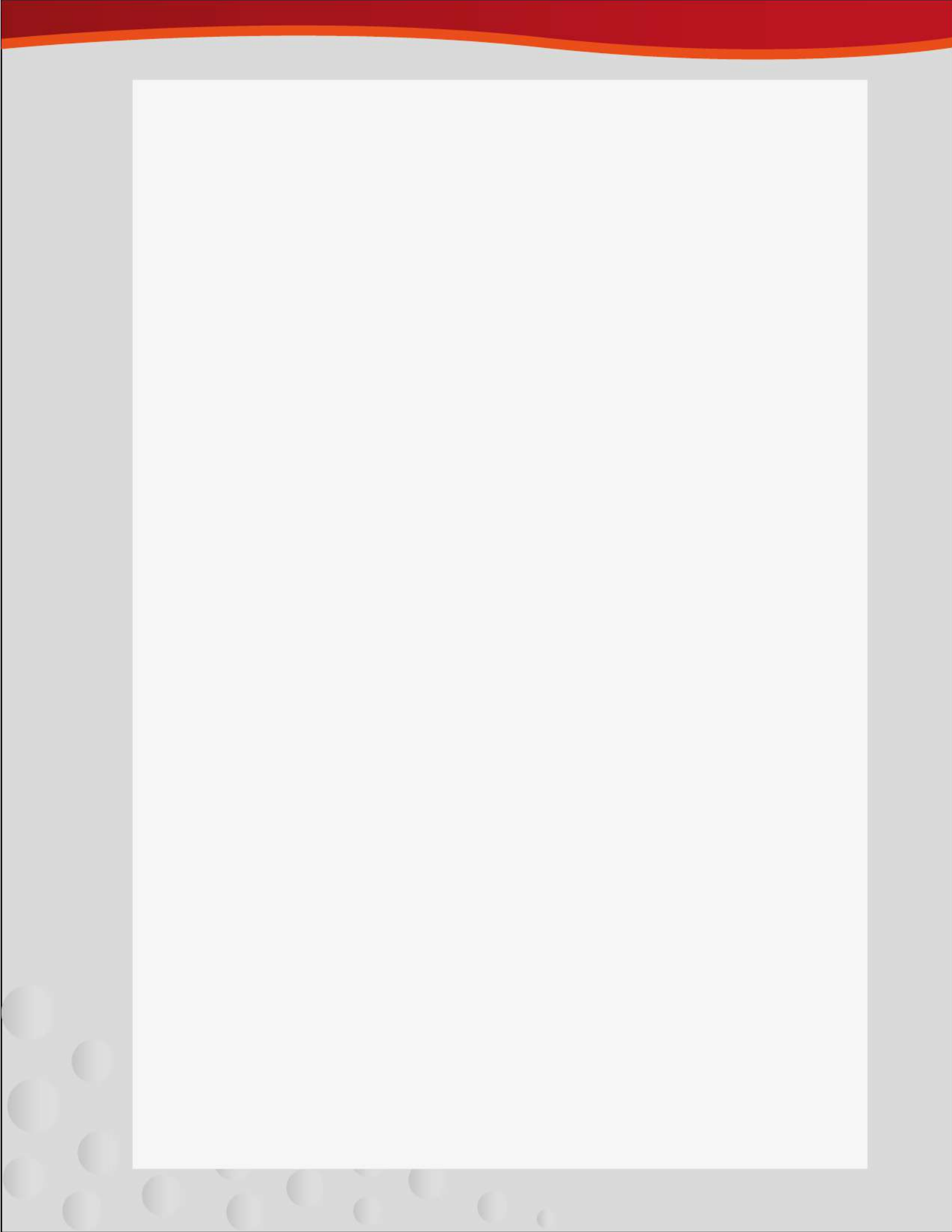
Barrios, J.A., Jiménez, B., Salgado, G., Garibay, A. & Castrejon, A. (2001). Growth of faecal coliforms and Salmonella spp. in physicochemical sludge treated with acetic acid. Water Science and Technology, Vol. 44, No. 10, pp 85-90, Nov.

Barrios, J.A, Jimenez, B., & Maya, C. (2002). Tratamiento ácido de lodos residuales fisicoquímicos para reducir el contenido de microorganismos. Instituto de ingeniería de la UNAM. XXVIII Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

Hernández, C., Aguilera, M.G. & Castro, G. (2011). Situación de las enfermedades gastrointestinales en México. Enfermedades infecciosas y Microbiología. Vol. 31, No. 4, pp 137-151, Oct.

USEPA, 1999. "Biosolids Generation, Use, and Disposal in the United States". United States Environmental Protection Agency. Office of Solid Waste. EPA 530-R-99-099. Washington, D.C.

Norma Oficial Mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002, protección ambiental, lodos y biosólidos, "Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición. final". México.



PERSONALIZACIÓN DEL ÁREA DE RECURSOS HUMANOS, EN LAS PYMES DE SERVICIOS DE TEHUACÁN

Ciencias Económico-Administrativas

*L.C. María del Carmen Fuentes Autrán¹

M.I.E. B. Leticia Franco Salazar²

M.C. Senén Juárez León³

M.E. Ma. de Jesús Oregán Silva⁴

Resumen

En México las Pymes (Pequeñas y Medianas empresas) constituyen una alternativa de desarrollo económico por la generación de empleos. Las transformaciones de la última década, de estas pequeñas unidades productivas, comerciales y de servicios, requieren con urgencia realizar cambios estructurales, de gestión, de actitud en sus propietarios, colaboradores y principalmente en sistemas que les permitan mantenerse y crecer en un alto grado de competitividad, (Ángeles, 2008). Por ello es necesario evitar que este tipo de organizaciones fracasen, lo cual puede ser mediante una adecuada administración que logre una operación eficiente, por tal motivo este artículo es resultado de una investigación, que tiene como objetivo caracterizar la función y el rol que desempeña el profesional de Recursos Humanos en las Pymes de Servicios de Tehuacán, Pue. La investigación es de tipo cualitativo, el enfoque es exploratorio-descriptivo y el estudio de campo se realizó a través de la aplicación de un cuestionario, dirigido a los dueños o encargados.

Los resultados parciales fueron: La muestra nos indicó, que las pymes de servicios en Tehuacán, principalmente son empresas privadas, jurídicamente personas morales, que cuentan con organigrama general de la organización, esta área es representada por una sola persona, que esencialmente lo desempeña el director de la empresa, en su mayoría son mujeres casadas, con una edad promedio entre 31 y 35 años, con estudios de licenciatura y una antigüedad de 1 a 2 años en el puesto, las actividades que realizan especialmente son: contrataciones, reclutamiento y nóminas, la información del personal es registrada de manera electrónica.

Palabras clave: Recursos Humanos y Pymes

Introducción

México, un país de contrastes económicos, políticos y sociales, actualmente presenta enormes retos y oportunidades para las Pymes, el Sector Empresarial está conformado por micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes), conforman 97% del patrimonio local siendo base de la economía mexicana, (Juárez, 2011, p 23).

Con el alto nivel de desempleo durante 2009 derivado por la recesión de E.U. a partir del año 2007, y al no haber mejor opción para la generación de ingresos, se incrementó a 22.75% el número de pequeñas y medianas empresas (Pymes). De acuerdo con el INEGI, (García, 2011) el número de empresas aumentó a 23.9% en cinco años. Por tal motivo, las Pymes son grandes generadoras de empleos.

¹María del Carmen Fuentes Autrán, Licenciada en Contaduría. Estudiante de la Maestría en Administración en el Instituto Tecnológico de Tehuacán. Oriente 5 No 138, Col. Miguel Hidalgo, C.P. 75790, correo electrónico: autran19@hotmail.com

²B. Leticia Franco Salazar, Maestra en Investigación Educativa. Coordinadora y docente de la Maestría en Administración del Instituto Tecnológico de Tehuacán. Dirección: Libramiento Tecnológico S/N A.P. 247 C.P. 75770, correo electrónico: investposgrado@hotmail.com

³Senén Juárez León, Maestro en Ciencias en Desarrollo Regional. Docente del área de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Tehuacán. Dirección: Libramiento Tecnológico S/N A.P. 247 C.P. 75770, correo electrónico: sjleon34@hotmail.com

⁴María de Jesús Oregán Silva, Maestra en Educación. Docente del área de ingeniería mecatrónica del Instituto Tecnológico de Tehuacán. Dirección: Libramiento Tecnológico S/N A.P. 247 C.P. 75770, correo electrónico: rmatiaslopez@hotmail.com

Planteamiento del Problema

En la mayoría de las Pymes, la función de Recursos Humanos se limita a la contratación de personal, capacitación, liquidación de sueldos, sin una verdadera estrategia de gestión del personal y un verdadero enfoque o conocimiento de las bondades de la administración de los recursos humanos. Para lograr un cambio en esta área, va depender de varios elementos, como una visión más competitiva, con objetivos bien definidos y de una buena administración, (Comercial, 2009). Otra perspectiva que se tiene del área de recursos humanos actualmente, ante los dueños o directivos de las Pymes, es que las funciones que se desarrollan son solamente administrativas, sin permitir que los profesionales de R. H., crezcan en actividades más estratégicas y de cambio.

Por ello el éxito de toda empresa depende en gran medida de la efectividad de su administración, una de las tareas del administrador consiste en dirigir, gestionar, supervisar, y una buena toma de decisiones; así como fortalecer habilidades y vínculos con las personas, para conjuntamente lograr el objetivo de la entidad y por ende una autorrealización del colaborador. La mayor parte de los fracasos de las compañías se debe a una mala organización, según estudios efectuados sobre esta área, es decir en muchas de ellas el propietario carece de la habilidad necesaria para encontrar soluciones aceptables, sobre las estrategias idóneas para llevar un efectivo proceso administrativo requerido, planear, organizar, integrar, dirigir y controlar. La habilidad administrativa es el ingrediente necesario para el éxito en cualquier organismo social, (Rodríguez Valencia, 2009).

Objetivos

Objetivo General

Caracterizar la función y el rol que desempeña el profesional de Recursos Humanos en las Pymes de Servicios de Tehuacán, Pue.

Preguntas de Investigación

1. ¿Cuáles son las características del personal que realiza la función de recursos humanos en las Pymes de servicios en la ciudad de Tehuacán?
2. ¿Qué perfil tiene la persona que desarrolla las funciones de recursos humanos?
3. ¿Qué tipo de rol efectúa el profesional de recursos humanos en las Pymes de servicios de Tehuacán?

Marco Teórico

Las pequeñas y medianas empresas tienen una gran importancia dentro de la economía del mundo, por la aportación que tienen en el desarrollo económico. No existe una definición exacta sobre las pequeñas y medianas empresas, algunos autores la citan como:

“Aquella que posee el dueño en plena libertad, manejada autónomamente y que no es dominante en la rama en que opera”, (SBA, citado en Rodríguez, 2009).

En los años 90's, por la crisis económica que vivía México, las Pymes fueron desapareciendo y la principal causa fue que no contaban con una preparación adecuada para soportar la situación económica del país. Se estaba produciendo una gran disminución en el mercado interno, se enfrentaban a mercados desconocidos y a precios no competitivos.

Las empresas que lograron continuar en el mercado, se preocuparon por estructurar mejor su desempeño y poder así obtener beneficios financieros. Actualmente son las empresas que cuentan con una mayor fuerza dentro de la economía mexicana.

Tabla 1. Clasificación de Pymes de Servicios de acuerdo al INEGI 2009

| TAMAÑO | SECTOR | | |
|-----------------|---------------------------------------|--------------------|--------------------|
| | CLASIFICACIÓN POR NÚMERO DE EMPLEADOS | | |
| | INDUSTRIA | COMERCIO | SERVICIOS |
| Microempresa | 0 – 10 | 0 – 10 | 0 – 10 |
| Pequeña Empresa | 11-50 | 11-30 | 11-50 |
| Mediana Empresa | 51-250 | 31-100 | 51-100 |
| Gran empresa | 251 y más personas | 101 y más personas | 101 y más personas |

En la tabla 1 de acuerdo al INEGI se describe la clasificación de las Pymes de Servicios, de acuerdo al número de empleados para la pequeña empresa corresponde de 11 a 50 y para la mediana de 51 a 100.

El Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte México, (SCIAN), (2007) agrupa a los servicios en los siguientes sectores: servicios de información en medios masivos, servicios financieros y de seguros, servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles, servicios profesionales, científicos y técnicos, corporativos, servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación, servicios educativos, servicios de salud y de asistencia social, servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos, servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas, otros servicios excepto actividades gubernamentales, (Citado en INEGI, 2009).

Los problemas a los que se enfrentan las Pymes en nuestro país son: las necesidades de créditos, falta de administración, forma de trabajo de las instituciones financieras y el régimen legal mexicano. Además no cuentan con una planeación y organización para saber cómo se llevaron a cabo las metas y objetivos que estableció la empresa. La administración de una empresa incluye también la administración de la tecnología de información. Esto último se puede definir como la administración de los recursos tradicionales para modernizar las operaciones, reducir los tiempos y desperdicios, así como aumentar el nivel de calidad y poder llegar a obtener ventaja competitiva sobre la competencia.

No tienen una estructura organizacional formal y poseen personal que no está capacitado para realizar labores específicas. Esto produce un grave problema para su desarrollo pues se llega a la necesidad de contratar a personas externas, las cuales no ayudan a resolver problemas que se presenten dentro de la empresa y únicamente orientan a como poder evitarlos más adelante.

Los gerentes de las Pymes mexicanas también deben de analizar la necesidad que requieren en la capacidad gerencial, tecnología apropiada, estrategias de mercado y comercialización. De igual manera el empresario deberá de contar con la capacidad necesaria para saber incorporar los medios que van surgiendo en el mundo de los negocios. Estos son para que pueda brindar un mejor servicio o producto a sus consumidores, analizar la forma de cómo brindar una alta calidad del producto o servicio con bajos costos de operación, tener presente que la mejor forma de crecer y permanecer en el mercado, es producir y mantener una buena relación entre los clientes y los distribuidores.

Se deben considerar los aspectos que hacen a una empresa exitosa como son: capacidad gerencial, tecnología, información sobre la demanda, comercialización y un entorno macroeconómico de estabilidad. También se debe buscar que el apoyo a las Pymes estén concentrados en instituciones destacadas y eficientes, para que así se pueden difundir los logros y éxitos, logrando que otras empresas se interesen en seguir los mismos pasos y poder lograr sus metas y objetivos.

Diversos estudios informan que las prácticas más comunes de ARH dentro de las Pymes son: reclutar personal, remuneración, disciplina y de las relaciones con los empleados, contratos de trabajo (despidos, licencias, jubilaciones, etc.).

Los dirigentes de las PYMES rara vez toman en cuenta el aspecto estratégico de la ARH adoptan en la mayoría de las veces un enfoque mecanicista de la ARH (reclutar, pagar, imponer el orden y despedir), y se preocupan menos del desarrollo del personal. A menudo esta función se deja en manos del dirigente, quien trata caso por caso, de acuerdo con una actitud más reactiva que proactiva. La flexibilidad y preponderancia de la informalidad de la ARH en las Pymes podrían facilitar un enfoque más dinámico de la función. Capacitar, movilizar y habilitar, así como administrar las competencias y las carreras prácticas que contribuyen a la creación de valor agregado para la empresa. Tales prácticas se encuentran relativamente poco desarrolladas en las Pymes, (Filion, 2011).

Metodología

La presente investigación es de tipo cualitativo, como menciona Hernández son “descripciones detalladas de situaciones, eventos, personas, interacciones, conductas observadas y sus manifestaciones”, (2010, p. 9).

El alcance es exploratorio y descriptivo, exploratorio porque el objetivo consiste en examinar un tema poco estudiado y descriptivo, ya que describe tendencias del grupo de profesionales (Hernández, 2010, pp. 79-80) de las cualidades de recursos humanos en las Pymes de Servicios de Tehuacán.

El estudio de campo se llevó a cabo, a través de la aplicación de un cuestionario dirigido a los dueños o encargados del área de recursos humanos, de las Pymes de Servicios (restaurant, bancos, hospitales, hoteles, escuelas de educación superior y financieras) de Tehuacán, Pue.

Resultados

Los resultados parciales se presentan respondiendo solo a las dos primeras preguntas de investigación.

Generalidades

La muestra de esta investigación fue de 28 empresas de servicios, donde el 75% (21) fueron pequeñas y el 25% (7) fueron medianas, las cuales son de diferente sector económico, como se presenta en la figura 1; para esta investigación participaron un 25% (7) de restaurantes, 21% (6) de bancos, 18% (5) de hospitales, el 14% (5) de hoteles, 14% (4) hoteles, el 11% (3) instituciones de educación superior y 11% (3) de financieras.



Figura 1 Sector Económico

Fuente: Elaboración propia.



Figura 2 Tipo de Organismo

En este estudio los tipos de organismos de las Pymes de servicios, se especifican en la figura 2, están representadas por el 86% (24) de empresas privadas, de las cual el 61% (17) son pequeñas y el 25% (7) son medianas; las empresas de tipo público fueron 11% (3) y las de tipos privado familiar representan el 3% (1) las cuales son pequeñas respectivamente.

En este estudio los tipos de organismos de las Pymes de servicios, se especifican en la figura 2, están representadas por el 86% (24) de empresas privadas, de las cual el 61% (17) son pequeñas y el 25% (7) son medianas; las empresas de tipo público fueron 11% (3) y las de tipos privado familiar representan el 3% (1) las cuales son pequeñas respectivamente.

De la muestra que participó en esta investigación, la forma jurídica de las pymes, como se puede observar en la figura 3, en primer lugar corresponde a las personas morales con un 79% (22) de las cuales el 54% (15) son empresas pequeñas y 25% (7) son medianas y el 21% (6) pertenecen a personas físicas y son empresas pequeñas.



Figura 3 Forma Jurídica

Fuente: Elaboración propia.

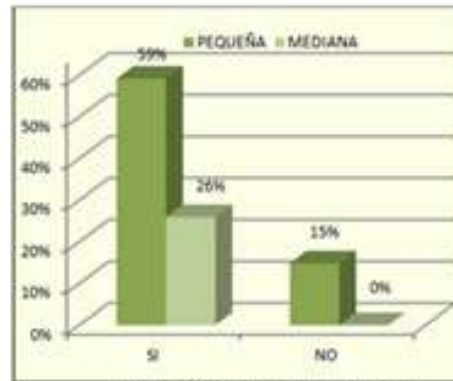


Figura 4 Organigrama de la Empresa

En relación a la existencia del organigrama general de la empresa, el 85% (23) sí cuentan con él, donde el 59% (16) fueron empresas pequeñas y el 26% (7) medianas, como se muestra en la figura 4; los que no tienen organigrama es el 15% (4) y solo están representados por las empresas pequeñas.

La figura 5 refiere que en las pequeñas y medianas empresas, que cuentan con organigrama de recursos humanos el 50% (13) si lo tienen, donde el 31% (8) son pequeñas empresas y 19% (5) medianas y las que no los tienen son el 50% (13) las cuales están representadas por 46% (12) que son pequeñas empresas y 4% (1) es mediana.



Figura 5 Organigrama de Recursos Humanos

Fuente: Elaboración propia.

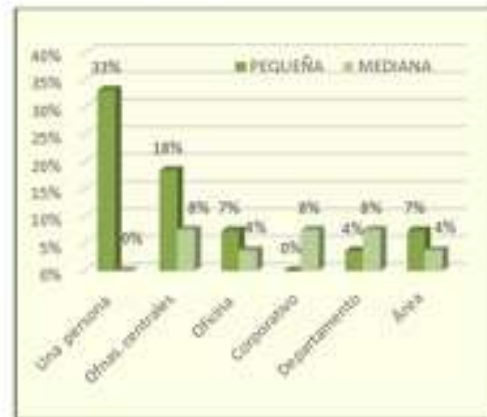


Figura 6 Funcionamiento de Recursos Humanos

En las Pymes de servicios el funcionamiento de recursos humanos, como se describe en la figura 6 son realizados por una persona que están representados por el 33% (9) y que son empresas pequeñas, en oficinas centrales con el 26% (7) de las cuales son empresas pequeñas el 18% (5) y medianas 8% (2) y en oficina 11% (3) de las que el 7% (2) son pequeñas empresas y 4% (1) medianas.

1. ¿Cuáles son las características del personal que realiza la función de recursos humanos en las Pymes de servicios en la ciudad de Tehuacán?

De acuerdo a los resultados que se observan en la figura 7, quien desempeña las funciones de recursos humanos en las Pymes de servicios, son en primer lugar los directores con el 32% (8), en segundo lugar los gerentes con el 28% (7) y en tercer lugar los jefes de departamento con el 16% (4).



Figura 7 Desempeño de las funciones de R.H.

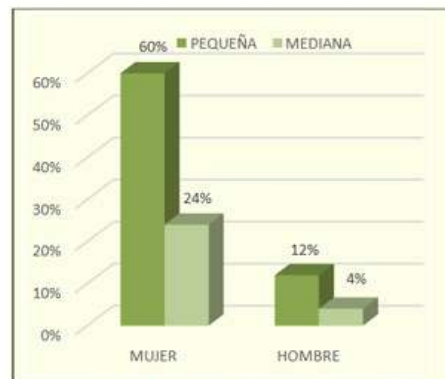


Figura 8 Género del Encargado de R.H.

Fuente: Elaboración propia.

La muestra aplicada a empresas pequeñas y medianas (Pymes), el género predominante de las personas a cargo de recursos humanos son mujeres y está representado por el 84% (21) del que el 60% (15) son empresas pequeñas y 24% (6) medianas y 16% (4) son hombres de las que el 12% (3) son pequeñas empresas y el 4% (1).

2. ¿Qué perfil tiene la persona que desarrolla las funciones de recursos humanos?

Como se observa en la figura 9, las actividades que se realizan con mayor prioridad en las pymes de servicios tenemos en primer lugar a la contratación con el 16% (24), en segundo lugar reclutamiento 14% (21) y en tercer lugar nóminas con el 12% (18).

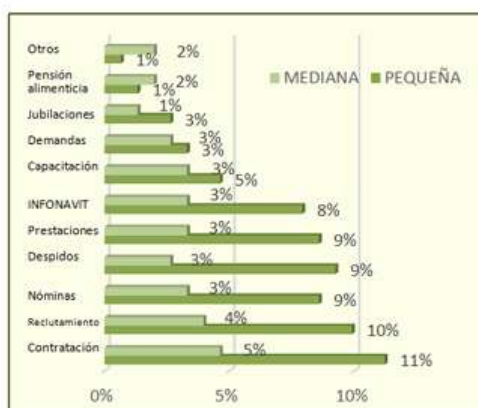


Figura 9. Actividades desarrolladas en R.H.

Fuente: Elaboración propia.

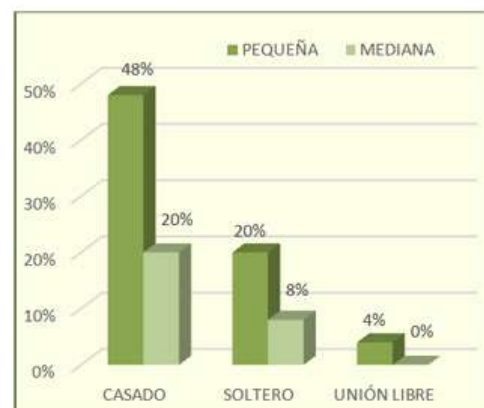


Figura 10. Estado Civil

La figura 10 describe el estado civil, de las personas que desempeñan las funciones de recursos humanos en las pymes de servicios, de las que el 68% (17) están casados, el 28% (7) son solteros y el 4% (1) se encuentra en unión libre.

Las edades del responsable de recursos humanos, de acuerdo a la muestra realizada a las Pymes de servicios y descritas en la figura 11; corresponde en primer lugar a la de 31 a 35 años con el 32% (8), en segundo lugar de 41 a 45 años el 24% (6) y en tercer lugar la de 36 a 40 años el 16% (4).

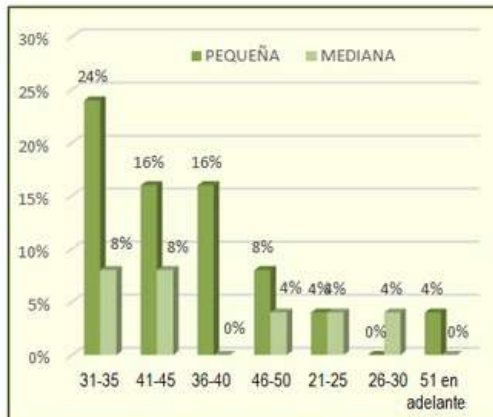


Figura 11. Edad Promedio del Encargado de R.H.



Figura 12. Nivel de Estudios del Responsable de R.H.

Fuente: Elaboración propia.

En las empresas pequeñas y medianas empresas, el grado de preparación del personal al frente de recursos humanos; como lo describe la figura 12 corresponde a los que tienen licenciatura con el 68% (17), maestría (28%) (7) y bachillerato 4% (1).

La figura 13 especifica que en las Pymes, la experiencia del responsable de recursos humanos en el área, en primer lugar es de 1 a 2 años con el 44% (11) en las que el 28% (7) son pequeñas empresas y el 16% (4) medianas, en segundo lugar 7 años 36% (9) representados por 28%(7) en pequeñas empresas y 8% (2) medianas y en tercer lugar de 5 a 6 años con 12% (3) en las cuales el 8% (2) son pequeñas empresas y 4% (1) medianas.

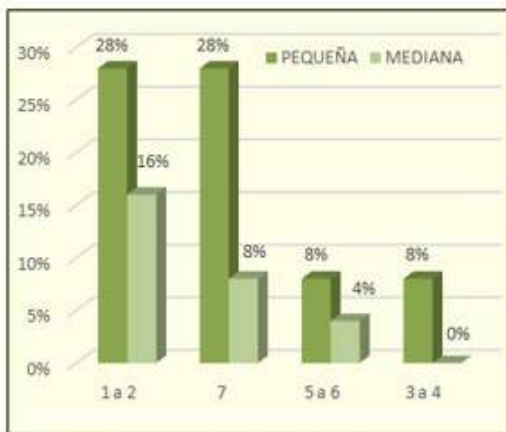


Figura 13 Antigüedad en el puesto

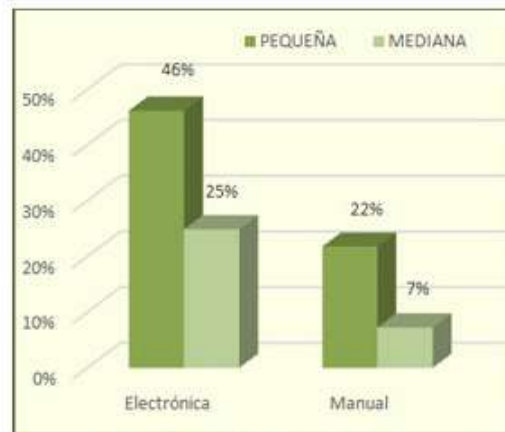


Figura 14 Medio de control del personal

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

En los resultados parciales obtenidos de la presente investigación, practicada a las Pymes de servicios en Tehuacán, Pue., se concluyó lo siguiente: que la mayoría de las Pymes son privadas y jurídicamente personas morales, que cuentan con organigrama general de la organización, pero no de recursos humanos, dicha área está representada en una sola persona y su funcionamiento lo desempeña el director, que en su mayoría son mujeres casadas, con una edad promedio de 31 a 35 años, con estudios de licenciatura y una antigüedad de 1 a 2 años en el puesto, las actividades que realizan principalmente son contrataciones, reclutamiento y nóminas, concordando con Filion cuando menciona que las Pymes en las funciones de recursos humanos solo se recluta personal, remuneración, disciplina y relaciones con los empleados y contratos de trabajo, de igual manera se encontró que el registro del personal principalmente es a través de forma electrónica.

Autorización y Renuncia

El o los autores del artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D=Dinámica del saber edición 2015. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

Referencias

- Ángeles Hernández, Xavier, 2008. PYMES (Pequeñas y mediana empresas). México: ISEF.
- American Psychological Association. 2002. Manual de Publicaciones. México, D.F. Manual Moderno.
- Chiavenato, Idalberto. 2001. Administración de Recursos Humanos. Colombia. Mc Graw Hill.
- Douglas A., Lind. 2005. Estadística para administración y economía. México, D.F.: Alfaomega
- García Gutiérrez, C., & Oliver López, Edith. (Enero 2011). Contaduría Pública No 461.
- Hernández Sampieri, R. 2010. Metodología de la Investigación. Chile: Mc Graw-Hill
- Filion, Louis Jacques. 2011. Administración de PYMES emprender, dirigir y desarrollar empresas. México, D.F. Pearson Educación.
- Juárez Arista, Berenice. 2011 Pymes Adminístrate Hoy No 203
- Rodríguez Valencia, Joaquín. 2009. Administración de Pequeñas Medianas Empresas. Mexico, D.F.: Cengage Learning.
- Soto Pineda, Eduardo. 2003. Las PYMES ante el desafío del siglo XXI. Thomson.
- El Cronista Comercial, 2009. RRHH en las pymes una asignatura pendiente. Recuperado el 18 de agosto de 2011 en http://www.gyccapitalhumano.com/index_archivos/Page832.htm
- Calderón Pablo, 2014. Situación de las MiPyMEs de América Latina: Conociendo el campo de acción. Recuperado el 14 de marzo de 2014 en <http://blogs.infobae.com/startups/2014/02/19/situacion-de-las-pymes-de-america-latina/>

La atención al cliente, innovación en la administración de una empresa educativa del sistema abierto

Ciencias Económico-Administrativas.

*Dr. Javier Martín García Mejía¹
M.I.A. Jonathan Cuallo Hernández²

Resumen

Las buenas prácticas con el cliente nos darán como resultado un incremento en la calidad del servicio, en la matrícula educativa institucional, lo que por ende, desembocará en un mayor crecimiento de la organización y por lo tanto, mayores utilidades. El tema en esta investigación, tiene como base el trato que se le da al "cliente" en las distintas instituciones educativas de sistema abierto de Tehuacán, viendo a este último como moneda de cambio, y no dándole una atención integral correcta, obstaculizando su egreso de la institución educativa, con el único fin de retenerlo más tiempo del debido, esto de manera deliberada en ocasiones. Se sugiere un sistema administrativo integral de calidad hacia el cliente, acompañado de las herramientas necesarias para su correcto desarrollo y por ende, de su egreso de la institución de manera profesional, ágil y con una preparación académica acorde a lo demandado por la sociedad.

Palabras clave: Administración estratégica, educación abierta, cliente, servicio educativo

Introducción

El sistema educativo abierto en nuestro país está conformado por 2 organizaciones: El Instituto Nacional para la Educación de los Adultos (Desde ahora referido como INEA) y Preparatoria Abierta (Desde ahora referido como PA). Ambas organizaciones nacieron entre los años 1976 y 1983, para abatir el rezago educativo en las zonas rurales y urbanas del país. Como apoyo a INEA y a PA, nacen los "centros de asesoría", estas son instituciones educativas de corte particular, que perciben el pago mensual de una colegiatura por proveer los servicios de asesoría en las áreas de primaria, Secundaria y preparatoria abierta, todo esto, bajo la incorporación y con la autorización del INEA y PA. En Teoría, un alumno termina sus estudios de primaria, secundaria o preparatoria abierta a su propio ritmo, siendo autodidacta y cursando exámenes, hasta finalizar el plan de materias correspondiente a cada nivel educativo. En los centros de asesoría particular, se ofrecen servicios de primaria y secundaria en 6 meses o preparatoria en 10, 12 o 18 meses, lo cual representa una reducción de tiempo considerable, comparándolo con el sistema escolarizado.

¹Doctorado en Educación, Departamento de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico de Tehuacán, posgrados10@hotmail.com, Tehuacán, Puebla México.

²Maestría en Ingeniería Administrativa, Director de la Preparatoria Abierta "Instituto Ideas de Tehuacán A.C.", jonathancuallo1@yahoo.com, Tehuacán, Puebla, México.

A través de una programación con calidad formal y adecuada es posible proveer estos servicios en los tiempos estipulados anteriormente, sin embargo, muchos centros de asesoría retienen al alumno durante más tiempo, por el simple hecho de que este último cubra más colegiaturas de las debidas, y de esta manera, alargar su estancia en el centro de asesoría. Las tácticas para esto, es el retraso en los trámites de exámenes, invención de calificaciones aprobatorias, para después mencionar al alumno que fue un error del sistema educativo y que por ende debe repetir la o las materias correspondientes, e incluso se le obliga al alumno a cursar materias que no son propias de su área, esto, como se mencionó anteriormente, para obligar al alumno a pagar sus colegiaturas extras y alargar su estadía en el centro de asesoría.

Es imperativo cambiar la manera de ver al alumno de sistema abierto, y cambiar la administración de la atención hacia el mismo, ya que de no hacerlo, el sistema abierto continuará con los vicios administrativos que contiene hasta hoy en día y se perderá una gran herramienta para abatir el gran rezago educativo existente en nuestro país. En México, hay actualmente más de 810,000 alumnos en sistema abierto, es decir, el 5% del total de matrícula en sistema escolarizado. La gran mayoría de estos no son atendidos de manera académicamente profesional. Adicional a esto, el alumno no logra la meta de terminar sus estudios de nivel básico, debido a distintos factores como hartazgo, problemas para cubrir las colegiaturas mensuales y terminan por desertar del sistema abierto y tampoco regresan a sistema escolarizado; por ende, el individuo queda sin preparación académica alguna.

La calidad educativa, se refiere a los efectos positivamente valorados por la sociedad respecto del proceso de formación que llevan a cabo las personas en su cultura. Se considera generalmente cinco dimensiones de la calidad: filosofía (relevancia); pedagogía (eficacia); cultura (pertinencia); sociedad (equidad); economía (eficiencia). Muñoz (2003), explica que la educación es de calidad cuando está dirigida a satisfacer las aspiraciones del conjunto de los sectores integrantes de la sociedad a la que está dirigida; si, al hacerlo, se alcanzan efectivamente las metas que en cada caso se persiguen; si es generada mediante procesos culturalmente pertinentes, aprovechando óptimamente los recursos necesarios para impartirla y asegurando que las oportunidades de recibirla -y los beneficios sociales y económicos derivados de la misma- se distribuyan en forma equitativa entre los diversos sectores integrantes de la sociedad a la que está dirigida.

La oportunidad de este ejercicio investigativo es de gran valor, ya que, de aplicarse correctamente, proyectará al sistema abierto como una alternativa académica profesional y atractiva para todas aquellas personas que no concluyen sus estudios en sistema abierto. El presente trabajo está enmarcado en una concepción de ser humano quien de acuerdo a Zubiri (2006) se le debe analizar como una entidad compleja y paradójica, y sobre todo como un ser pluridimensional, ya que es un ser en sí mismo, un ser en relación con los otros seres humanos un ser corpóreo espiritual, emocional, intelectual, cultural, histórico y libre.

Metodología

Tipo, Método y Alcance de Investigación.

Según lo que plantea Carlos Sabino (1992), en un proceso de investigación es necesario tener en cuenta todos los factores que influyen en el problema, como su contexto, sus condiciones, sus cambios y principios. Es por aquel motivo que el marco metodológico nos contextualiza profundamente en el problema, no sólo por parte teórica sino también práctica, viendo la forma de estudiar los diversos factores que afectan al problema.

En esta investigación, para el análisis de las variables, se empleó un diseño de investigación no experimental con un enfoque correlacionales-causales. Se trata también de una investigación de campo, por cuanto tiene como propósito indagar la problemática actual en las instituciones particulares de educación abierta en el municipio de Tehuacán, con el objeto de comprobar la hipótesis y descubrir la relación entre las variables.

En este sentido, en el estudio se recolectará información de fuentes primarias a través de entrevistas y cuestionarios que permitirán analizar la problemática de la educación abierta en instituciones particulares en el municipio de Tehuacán y posteriormente aplicar los modelos de calidad descritos anteriormente en este trabajo de investigación.

Se determinará el alcance de la investigación, definiendo lo que se pretende que sea y lo que no se pretende que sea ésta. En este último sentido, deben realizarse ciertas precisiones en lo relativo al estudio de la eficacia y eficiencia administrativa, y la planificación estratégica. En primer lugar, la investigación no pretende realizar juicios de valor sobre la actuación de los gestores de las diferentes instituciones educativas particulares de sistema abierto en el municipio de Tehuacán, ni establecer un ranking de preparatorias abiertas según la opinión del autor. Como se verá más adelante, la postura del autor es que la eficacia organizativa puede entenderse como un juicio acerca de la organización pronunciado por los grupos de interés acerca de sus resultados, su capacidad de obtener recursos y las características de sus procesos.

En cuanto al sistema administrativo, cabe realizar una consideración semejante a la de la eficacia organizativa: en esta tesis no se pretende describir un modelo de administración específico para las instituciones educativas particulares de sistema abierto. En definitiva, esta investigación no tiene como objetivo principal dar modelos prescriptivos de administración ni determinar qué instituciones educativas de sistema abierto son eficaces y eficientes y cuáles no, tampoco pretende dar un modelo de planificación estratégica alternativo a los existentes. Con esta investigación, se pretende contribuir al desarrollo de un sistema de administración eficaz y eficiente de calidad en la educación media superior en su modalidad de sistema abierto.

Es también una investigación descriptiva ya que implica observar y describir el comportamiento de un sujeto sin influir sobre él de ninguna manera. Es por último una investigación inductiva ya que obtiene conclusiones generales a partir de premisas particulares. En éste trabajo, la encuesta se efectuó a la población objeto de estudio, personas, que sin importar la edad o el género, sean alumnos de algún centro de asesoría particular de sistema abierto en el municipio de Tehuacán. Para aportar evidencia empírica sobre los objetivos propuestos y contrastar las hipótesis de esta investigación, se aplicó un cuestionario estructurado sobre los servicios que ofrecen los centros de asesoría particulares de educación abierta en el municipio de Tehuacán, para lo cual se seleccionó una muestra aleatoria.

El cuestionario (Anexo) se diseñó para conocer la opinión de los usuarios de las instituciones educativas particulares de sistema abierto en diferentes aspectos en forma directa y simple mediante un análisis de tipo cualitativo para poder determinar las conclusiones que se correspondan con los datos recogidos. Para la elaboración de las preguntas se utilizó el método de Likert que consiste en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios ante los cuales se pide la reacción de los sujetos. Es decir, se presenta cada afirmación y se pide al sujeto que externé su reacción eligiendo uno de los cinco puntos de la escala. A cada punto se le asigna un valor numérico. Así, el sujeto obtiene una puntuación respecto a la afirmación y al final se obtiene su puntuación total sumando las puntuaciones obtenidas en relación a todas las afirmaciones.

Los ítems estructurales de la herramienta de medición fueron diseñados, tal como se presenta en la tabla 1:

Tabla 1. Concentrado de Variables y Dimensiones.

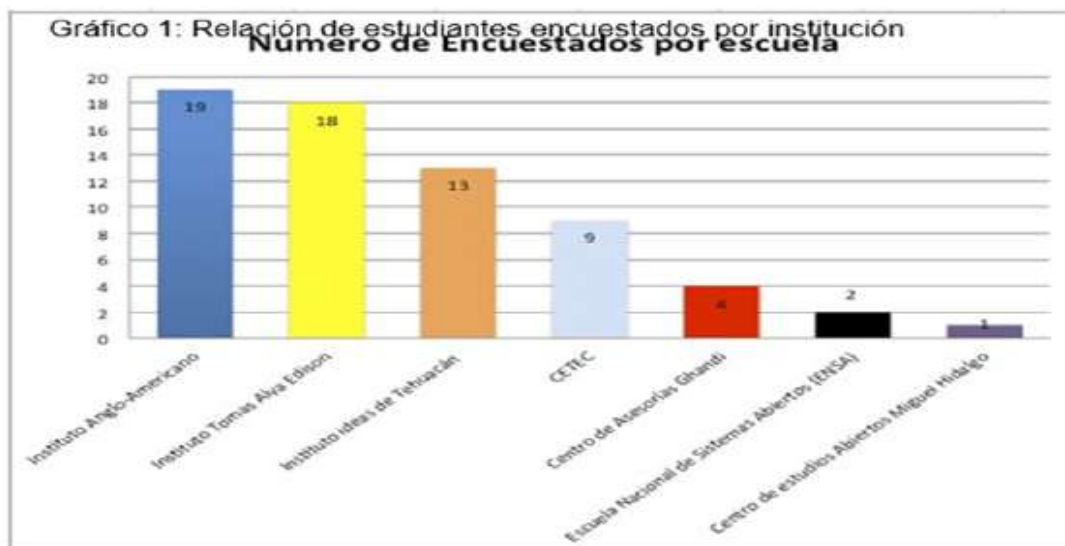
| Variable | Dimensión | Indicadores | Ítems |
|--|-------------------------|--|---|
| Percepción del servicio al cliente en una institución educativa particular de sistema abierto en el municipio de Tehuacán, Puebla. | Atención Administrativa | Grado en que la Institución educativa satisface el cumplimiento de trámites del alumnado, tomando en cuenta rapidez y resultado, también mediremos la percepción de la atención recibida, en términos de recepción y amabilidad | <ul style="list-style-type: none"> ¿Le explicaron al alumno a detalle como funciona el sistema de Preparatoria Abierta? ¿Le explicaron al alumno como solicitar exámenes? ¿Le explicaron al alumno donde se pueden realizar los exámenes? ¿El alumno conoce un calendario de exámenes y sabe como utilizarlo? ¿El Alumno conoce con exactitud cuantos exámenes puede pedir? ¿El centro de asesoría tiene instalaciones adecuadas para funcionar como escuela? ¿El centro de asesoría explicó al alumno donde puede checar sus calificaciones? |
| | Atención Académica | Grado en que el alumno percibe las asesorías académicas que se le imparten en la institución educativa, en términos de profesionalismo, preparación académica del asesor, instalaciones, material de estudio y resultados de exámenes. | <ul style="list-style-type: none"> ¿El Asesor tiene la preparación académica necesaria para impartir clases? ¿El Asesor tiene la experiencia necesaria para impartir la materia? ¿Al Alumno le brindan material de estudio actualizado para preparar sus exámenes? ¿El alumno tiene acceso a los libros del sistema de Preparatoria abierta? ¿El profesor llega de manera puntual a impartir la clase? ¿Las instalaciones donde le imparten clase son adecuadas para ello? ¿El centro de asesoría tiene como mínimo 7 maestros distintos para impartir las materias? |

Fuente. Elaboración propia.

La encuesta fue aplicada en la fecha oficial de exámenes nacionales del sistema abierto (Junio de 2015), a las afueras de la sede 006 de aplicación de exámenes del sistema de Preparatoria Abierta. Cabe destacar que en dicha sede, presentan exámenes aproximadamente el 95% de la población estudiantil de sistema abierto en el municipio de Tehuacán.

El estudio se desarrolló por muestreo, donde se escogieron mediante procedimientos estadísticos una parte significativa de todo el universo, teniendo en cuenta el porcentaje de error calculado para el caso, de esta forma los hallazgos obtenidos a partir de la muestra pueden generalizarse a todo el universo con un margen de error conocido y limitado. Al aplicar la fórmula correspondiente de determinación de tamaño de muestra con población conocida se obtuvo un resultado de 64 alumnos.

En el gráfico 1, se muestra la relación de estudiantes encuestados por escuela en la que están inscritos, por lo que su opinión es un buen indicador de la percepción acorde a la institución en la que recibe el servicio educativo.



Fuente: Elaboración propia.

Resultados y discusión

Resultados

Al finalizar la aplicación de la encuesta, se vaciaron los datos en una hoja de Excel y se aplicó la prueba de alfa de Cronbach para comprobar la fiabilidad de los datos, obteniendo como coeficiente 0.83, por lo cual se deduce que la información es confiable y apta para su presentación y análisis.

Se obtuvieron las respuestas, presentadas en la tabla 2 de acuerdo a los alumnos, dichas respuestas fueron divididas por institución educativa, dejando de lado a los estudiantes independientes, ya que la presente investigación, solo se enfoca en la problemática de los estudiantes de instituciones educativas particulares de sistema abierto.

Tabla 2. Puntuación por preguntas, ordenado por Escuelas.

| Escuela | Encuestados | Porcentaje del total |
|--|-------------|----------------------|
| Instituto Anglo-Americano | 19 | 29.23% |
| Instituto Tomas Alva Edison | 18 | 27.69% |
| Instituto ideas de Tehuacán | 13 | 20.00% |
| CETEC | 9 | 13.85% |
| Centro de Asesorías Ghandi | 4 | 6.15% |
| Escuela Nacional de Sistemas Abiertos (ENSA) | 2 | 3.08% |
| Centro de estudios Abiertos Miguel Hidalgo | 1 | 1.54% |

Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 2. Se observa el puntaje obtenido por las opiniones de los alumnos inscritos en el sistema abierto de la localidad por respuesta:



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico anterior se colocó el puntaje obtenido por cada ítem en la encuesta, de manera ascendente. Del mismo, se obtiene la siguiente información: Los ítems con puntaje más bajo son:

- En mi centro de asesoría tengo acceso a los libros del sistema de preparatoria abierta.
- En mi centro de asesoría hay más de 5 profesores que imparten las distintas materias en el sistema.
- En mi centro de asesoría me brindan material de estudio actualizado para preparar mis exámenes.
- Al inscribirme el centro de asesoría me explica a detalle cómo funciona el sistema de preparatoria abierta.
- Mis profesores llegan de manera puntual a impartir clase.

Estos 5 ítems obtuvieron un puntaje entre 3.00 y 3.80, por lo cual, se observa que la principal problemática de las instituciones particulares de educación abierta en el municipio de Tehuacán, es la falta de material bibliográfico, la falta de personal, y falta de puntualidad en el personal que labora en estos centros educativos. Por lo que respecta a los 9 ítems restantes, 4.0 a 5.0 es una puntuación aceptable y que no denota una gran problemática en estos campos.

Con respecto a la información obtenida en las encuestas, se obtiene lo siguiente:

1. El alumnado de las instituciones educativas particulares de sistema abierto, está consciente de la situación del centro de asesoría donde acude, esto se infiere dado los puntajes en cada uno de los ítems, ya que estos, tienen un patrón de respuesta de manera consistente.
2. El Alumnado de las instituciones educativas particulares de sistema abierto, conoce de manera amplia y profunda el funcionamiento del sistema de preparatoria abierta, esto se denota en el puntaje de las respuestas 10, 11, 12, 13 y 14. El alumno tiene un índice de acuerdo alto con respecto a la información que se le proporciona en el centro de asesoría, acerca de la forma de inscripción, sistema de trabajo, solicitud de exámenes e incorporación a clases; esto se ve reflejado con puntajes de 4.10, 4.10, 4.20, 4.20 y 4.30 Sobre 5. Son los valores más altos dentro de nuestra tabla de resultados.
3. El alumno de las instituciones particulares educativas de sistema abierto en el municipio de Tehuacán, tienen criterio suficiente para evaluar a sus profesores; esto lo podemos ver en las respuestas de los ítems 6, 7 y 8. El alumnado tiene una imagen positiva de los profesores de su centro de asesoría, y los califican como personas competentes y capaces para el puesto que están desempeñando.
4. La pregunta 9, habla específicamente sobre el tipo de instalaciones que tienen los diferentes centros de asesoría particulares en el municipio de Tehuacán. La respuesta es de 4 sobre 5; lo cual nos indica que los alumnos están satisfechos con los lugares donde toman clases, además de sentirse seguros y cómodos.
5. Las respuestas con los puntajes más bajos son las que hablan acerca del material bibliográfico y los planes de trabajo en las instituciones particulares de sistema abierto en el municipio de Tehuacán. Es decir, los ítems 1, 2 y 3, con un puntaje entre 3.50 y 3.

Interpretación de Resultados.

Estas respuestas nos presentan una problemática importante dentro de los CA en el municipio de Tehuacán; hay alumnos que nunca han visto un libro de preparatoria abierta, es decir, no los conocen, no saben qué temas va contenidos y no saben dónde conseguirlos. La preparación de exámenes se basa simplemente en resúmenes bajados de servidores de internet o por la simple intuición de lo que puede venir en los exámenes. Este problemática nos da como resultado un alto índice de calificaciones reprobatorias, y también un rango muy bajo de calificaciones aprobatorias.

Por ende, el alumno de preparatoria abierta y también muchos centros de asesoría, optan por comprar de manera ilícita las claves de respuestas de los exámenes para dárselas al alumno 2 horas antes del examen, para que este las memorice y simplemente llegue a vaciar los datos en la hoja de respuesta, sin siquiera saber lo que está contestando. Por ende, el alumno de preparatoria abierta, se gradúa del sistema y obtiene su certificado con bases de conocimiento escuetas y muy limitadas, lo que le complica su entrada a cualquier institución educativa de nivel superior.

El gran mal de las instituciones educativas particulares de sistema abierto, radica en esto último, en la compra de claves y en el conformismo por parte del alumno por aprobar exámenes de esta manera, por lo que se comprueba la hipótesis que un sistema de administración eficaz y eficiente es factor desencadenante para una mayor calidad institucional tanto en los ámbitos académicos como administrativos.

Trabajo a futuro

Es oportuno comentar acerca del trabajo a futuro de esta investigación, el cual consiste en implementar las acciones de una propuesta estratégicamente orientada hacia la mejora de la calidad de la educación en los estudios abiertos del nivel medio superior.

Conclusiones

Para finalizar, se puede afirmar, que el prescindir de claves, y de acciones ilícitas para aprobar los exámenes, ayudan a mejorar notoriamente el nivel de percepción de “calidad” en el alumnado, acerca del centro de asesoría donde estudia. De esta manera también reforzamos la confianza y la motivación personal en cada uno de los educandos, por ende, estaremos formando alumnos con un gran grado de preparación académica y personal para enfrentar los retos futuros en la educación superior.

Agradecimientos.

Un especial agradecimiento a las aportaciones del Mtro Jonathan Cuallo Hernández, director de la preparatoria abierta “Instituto Ideas de Tehuacán, A. C.”, quien a través de su investigación base, se ha podido llegar a los resultados presentados.

Autorización y renuncia.

El autor del artículo autoriza al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I + D=Dinámica del saber edición 2015. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que es expresado por escrito.

Bibliografía

- Arcaro, J S . (1995). Quality in education:an implementation handbook Delary Beach, FA: St Lucie Press.
- Arrién, Juan.(1998) Calidad y Acreditación exigencias a la universidad. México. Trillas.
- Astin, A. (1991). Alcanzando la excelencia educativa. Londres: Jossey-Bass
- Astolfi, Jean-Pierre. (1999). Aprender en la escuela. Madrid: Saez.
- Barr, R B & Tagg, J. (1995). From teaching to learning: a new paradigm for undergraduate education. Change.
- Bauer, Marianne. (1998). Evaluación en preparatorias Suecas. México. Tendencias modernas.
- Beckwith, Harry. (2005). Enamore a sus clientes. España: Ediciones Urano
- Brender, Arthur. 2009 La Diferencia entre eficiencia y eficacia.
- Castejón, Oliva, Francisco Javier. (1999). Evaluacion de programas en educación Física.
- Chambers, R. Shortcut. (2003). Methods in Social Information Gathering for Rural Development Projects
- Craven, Robert. (2003). El Cliente es el Rey. España. Edición gestión
- Crosby Phillip. (1993). Hablemos de Calidad. México. Mc Graw Hill,
- Drucker, Peter. (1993) The Effective executive. New York: Harper Collins
- Escudero, T. (1993). Enfoques modélicos en la evaluación de la enseñanza universitaria, Actas de las III Jornadas Nacionales de Didáctica Universitaria "Evaluación y Desarrollo Profesional". Las Palmas, España. Servicio de Publicaciones, Universidad de Las Palmas.
- Gairin, Salla, Joaquín. (2012). La calidad, un concepto controvertido. España: Dialnet,
- Gento Palacios, Samuel. (2010). Participación En la Gestión Educativa, México: Santillana,
- Glazman, Nowalski, Raquel. (2001). Evaluación y exclusión en la enseñanza universitaria. México DF: Paidos
- Greenwood, M S & Guant, H J (1994). Total quality management for schools. London.Cassell.
- Harvey, L. y Burrows, A. (1992). Empowering students. New Academic. USA.
- Harvey, L. Y Green D. (1993). Definiendo la Calidad en la educación Superior. México.
- Ishikawa, Kaoru. (1987). Kaizen. Colombia. Norma.
- Jamieson P. (1988). Evaluación para la educación superior, México DF. Plaza and Janes
- Kaufman, R., & Zahn, D. (1993). Quality management plus: The continuous improvement of education. USA. Papers.
- Lopez Mojarro, Miguel. (1999). A la Calidad Por la Evaluación. Madrid: Editorial escuela
- Lopez Ruperez Francisco. (1998). La gestión de Calidad en educación. Barcelona: Editorial la Muralla,
- Luis Miguel Villar Angulo. (1994). Evaluación de la Práctica Docente, El proceso de enseñanza. Universidad de Sevilla, España. Editores unidos.
- Maslow , Abraham. (1943). Una Teoría sobre la motivación humana.
- Muñoz-Repiso, M. (2003). Mejorar los procesos, mejorar los resultados en educación. Investigación europea sobre mejora de la eficacia escolar. Bilbao: Mensajero.
- Navarro, Ernesto. (1997). Gestión y Estrategia. Nº 11 y 12. UAMA-A.
- Sabino, Carlos. (1992). El proceso de Investigación. Caracas, Venezuela. Editorial Panapo
- Sanchez, Moto, Enrique. (2001). Calidad Total. Madrid: libertarias Prodhufi
- Suchman, Edward A. (1967). Evaluative research. Nueva York: Russell Sage Foundation
- Toranzos, Lilia. (2000). Evaluación y Calidad. Madrid. Revista Iberoamericana de educación.
- Zubiri, Xabier. (2006). Las 3 Dimensiones del Ser Humano. México. Alianza Editorial

LA MERCADOTECNIA Y COMPETITIVIDAD EN LAS EMPRESAS DEL SECTOR ALIMENTARIO DE TEHUACÁN

Ciencias Económico - Administrativas

María Elena Heredia Mendoza¹
Ramón Matías López²
Liliana Cruz Arias³
Luis Carlos Ortuño Barba⁴
Armando Heredia González⁵

Resumen

Este trabajo analiza la relación que existe entre la mercadotecnia y su impacto en la competitividad de las empresas del sector alimentario en el municipio de Tehuacán, se analizan las diferentes dimensiones de las variables mercadotecnia y competitividad y como influyen en el funcionamiento de las empresas del sector alimentario, de los resultados arrojados por la encuesta (son datos preliminares) las empresas utilizan el micromarketing y el marketing diferenciado o segmentado como una manera de satisfacer adecuadamente las necesidades y gustos de sus clientes. En la Mezcla de Mercadotecnia los resultados indican que las estrategias que habría que reforzar son la de Precio y la de Plaza, y que las otras dos estrategias Precio y Promoción se mantengan en el nivel observado. En cuanto a la variable Competitividad se observa que incide en las habilidades tecnológicas de los recursos humanos que tiene que ver con la conjunción de dos aspectos por una lado la experiencia adquirida en el trabajo cotidiano y el otro la formación educativa, la conjunción de estos dos factores es la aspiración de cualquier empresa para posicionarse de una mejor manera a través de la innovación. En el Aprendizaje Tecnológico, uno de los aspectos importantes es la manera en que se trasmite el conocimiento por el trabajador en su trabajo cotidiano en su lugar de desempeño. En este sentido, la elaboración de manuales de procedimientos, esto implica que el conocimiento individual se va transformando en aprendizaje colectivo. Otra forma de transmitir el conocimiento es a través de una manera técnica, es decir, la capacitación de los compañeros de trabajo en el lugar mismo donde se desarrolla la actividad. Y con menor porcentaje 10% la publicación impresa en algunos de estos medios, libro, artículo periodístico o revista.

Palabras Clave: Mercadotecnia, Aprendizaje Tecnológico, Mezcla de Mercadotecnia, Competitividad

Introducción

En estos tiempos en los que ocurren muchos cambios y la tecnología avanza fuertemente, las PyMES manufactureras en la ciudad de Tehuacán, se ven afectadas y con la necesidad de adaptarse a estos cambios, observándose un ambiente más competitivo, por lo cual es conveniente la aplicación de estrategias de mercadotecnia, las cuales ayuden a estas empresas, a crecer y sobrevivir al cambio.

1 Licenciada en Mercadotecnia; Instituto Tecnológico de Tehuacán; elenita_heredia@hotmail.com

2 Maestro en educación; Instituto Tecnológico de Tehuacán; rmatiaslopez@hotmail.com

3 Maestra en administración; Instituto Tecnológico de Tehuacán; mtraliliana@hotmail.com

4 Maestro en impuestos; Instituto Tecnológico de Tehuacán; lucaorba@hotmail.com

5 Doctor en ciencias en planificación de empresas y desarrollo regional; Instituto Tecnológico de Tehuacán; aheredia2001@yahoo.com.mx

Actualmente hay un sin número de productos y servicios que se ofertan en el mercado y ahora los consumidores tienen mayor conocimiento e información de ellos, de sus ventajas y desventajas, por lo que se vuelven más exigentes para adquirir alguno, por tanto ahora es muy necesaria la mercadotecnia en las empresas prácticamente indispensable y gracias a ella podemos tener una empresa más competitiva. Las empresas, ya sean grandes o pequeñas, han adquirido una serie de metas y compromisos con sus clientes, accionistas y la sociedad en general.

Por lo tanto, mientras más entiendan a sus clientes, más capaces serán de satisfacer exitosamente sus necesidades y deseos, y por ende, tendrán mayor probabilidad de efectuar más y mejores negocios que beneficiarán directamente al empresario y a la sociedad en general. La mercadotecnia forma parte integral en este proceso y en la consecución de estos objetivos.

Kotler (2012) concibe la mercadotecnia "como un avance vital hacia la satisfacción de deseos y necesidades humanas: es el medio a través del cual las organizaciones identifican necesidades insatisfechas y las convierten en oportunidades de negocios, creando así satisfactores para la sociedad y utilidades para ella".

El objetivo del presente trabajo es "Analizar cómo a través de la utilización, por parte de las empresas, de la herramienta de mercadotecnia se incrementa la competitividad de las PyMES manufactureras en alimentos del municipio de Tehuacán".

Planteamiento del Problema

Cada día ocurren cambios dramáticos en el mercado, conforme éste cambia también deben hacerlo quienes buscan atenderlo. La mercadotecnia ocupa un lugar relevante en esta situación que está ocurriendo en las empresas. Por consiguiente, las empresas buscan incrementar sus niveles de productividad y competitividad, sus directivos, tienen que aprender a manejar mejor sus recursos y tomar en cuenta todas las variables tanto internas como externas que pueden afectar el buen éxito del negocio, implica producir con calidad, eficiencia y eficacia. Lograr esto no es una tarea simple, ya que la competitividad se deriva tanto de aspectos internos como externos de una organización. Los aspectos externos a tomar en cuenta son: la infraestructura tecnológica, la situación económica, nivel de inflación, las reglamentaciones gubernamentales, el manejo y uso de los recursos naturales, los aspectos culturales y sociales, entre muchos otros. Los aspectos internos que se tienen que tomar en cuenta, entre otros, son: el tipo de tecnología requerida, los niveles de productividad, los aspectos financieros, características de sus recursos humanos, sus procesos de comercialización, tipo de organización y los estilos de dirección de su equipo directivo. La empresa no sólo debe satisfacer al cliente sino buscar el bienestar a largo plazo de la sociedad, no sólo clientes satisfechos, sino saludables y debe contribuir además al mejoramiento de la calidad de vida en la sociedad.

Las empresas de manufactura en Tehuacán se enfrentan actualmente a un mercado muy competitivo debido a la llegada de numerosas empresas las cuales ofrecen un sin número de artículos que en ocasiones son de mejor calidad y a un precio más accesible, por lo cual las empresas deben generar estrategias de mercadotecnia para ser más competitivas y les proporcione mayores ventas y un mejor posicionamiento en el mercado. Con base en lo anterior, se observa que existe un déficit en la aplicación de estrategias de mercadotecnia que les permita permanecer y ser más competitivas a las PyMES en el mercado.

Marco Teórico

En el presente trabajo se muestra que el concepto de mercadotecnia ha evolucionado y actualmente se presenta más que en un elemento comercial y superficial de la empresa, en un factor clave para elevar su competitividad de las PyMES manufactureras de Tehuacán. Hoy en día, se han realizado investigaciones en donde se establece la relación de incidencia de la mercadotecnia en la competitividad (Jiménez, Domínguez y Martínez: 2009). Por su parte, Martínez, Charterina y Araujo (2010) identifican los factores de competitividad más importantes de las empresas industriales.

Entre ellos, los factores internos de competitividad, es decir, el conjunto de recursos y las capacidades con que cuentan las empresas, los que tienen un mayor efecto sobre su desempeño, en comparación con los factores externos a la empresa. Dentro de los factores internos, las capacidades directivas, las capacidades de innovación, las capacidades de marketing y las capacidades de calidad son los que presentan una mayor influencia sobre su competitividad. Por lo tanto, las empresas que cuentan con estas características logran desempeños superiores, que se manifiestan en un mayor crecimiento de las ventas y en una mayor rentabilidad en comparación con sus competidores de referencia, (Castillo, Bojórquez, Pérez: 2013: 17).

Conceptualización de mercadotecnia

Se define la mercadotecnia como el proceso de determinar el mercado meta del producto o servicio de detallar sus necesidades y deseos y de satisfacerlos en una mejor forma que la competencia. Con base a la definición anterior, la mercadotecnia ayuda en la realización del estudio del mercado meta el cual estará conformado por nuestros clientes a los cuales debemos satisfacer sus necesidades y deseos, en donde es muy importante tomar en cuenta la competencia la cual tiene el mismo objetivo puesto que buscan la satisfacción de los mismos. En este sentido, hoy en día está vigente un nuevo paradigma de marketing relacionado con lo siguiente: a) organizar a los consumidores por segmentos, b) centrarse en el valor del consumidor, c) medir no solo las finanzas, sino igualmente el marketing, el valor y la lealtad del consumidor, d) centrarse en satisfacer a los inversionistas, e) todos los miembros de la compañía están implicados en el marketing, f) buscar la fidelización de los consumidores y g) convertir la cadena de valor en la unidad de análisis. (Carasila y Milton, 2008).

Satisfacción y valor para el cliente.

La finalidad de la mercadotecnia es la satisfacción de las necesidades de los integrantes de la sociedad a través de lo cual se generan las utilidades para las organizaciones. Sin embargo, en la actualidad no sólo importa la satisfacción de las necesidades de los clientes sino conjuntamente es el valor (entendido éste como lo que diferencia del consumo de otros bienes y servicios) que le genera la organización a la hora de consumir los bienes o servicios por parte de los clientes. Un cliente satisfecho es lo fundamental para la sobrevivencia y sostenibilidad de las organizaciones. Un cliente satisfecho genera utilidades a las organizaciones. Además, un cliente satisfecho indica que sus expectativas, en cuanto al consumo del bien o servicio, están satisfechas, por lo que un cliente satisfecho es un cliente fiel al consumo de estos productos. Por lo que refiere al valor para el cliente, Lamb, Hair y McDaniel (1998, p. 8) refieren que “en la actualidad los puntos clave en el desarrollo de una ventaja competitiva incluyen la creación de valor para el cliente, el mantenimiento de la satisfacción de este y la construcción de relaciones a largo plazo”. En empresas punteras la administración de la cartera de clientes es gestionada como un activo estratégico clave para conseguir el logro organizacional y generar una ventaja competitiva sostenible.

Mercado meta.

El mercado meta es un conjunto de compradores que comparten necesidades o características comunes, a quienes la compañía decida atender. El marketing meta puede realizarse en varios niveles diferentes. Marketing no diferenciado o masivo, es una estrategia de cobertura de mercado en la cual una empresa decide ignorar las diferencias entre segmentos del mercado e intenta llegar a todo el mercado con una sola oferta. Marketing diferenciado o segmentado, estrategia de cobertura de mercado en la cual una compañía decide dirigirse a varios segmentos del mercado y diseña ofertas individuales para cada uno. Marketing concentrado o de nicho, el cual es una estrategia de cobertura del mercado en la cual una compañía busca obtener una participación importante en uno o unos cuantos segmentos de mercado. Micromarketing, es la práctica de adaptar los productos y los programas de marketing a las necesidades y los deseos de segmentos específicos de clientes individuales y locales, incluye el marketing local e individual. (Kotler y Armstrong, 2012: 201-204)

Marketing mix.

Es importante hacerse la siguiente reflexión qué impulsa a la mercadotecnia el generar satisfacción y valor al cliente resultando en relaciones de largo plazo. Es a través de una apropiada mezcla de mercadotecnia. Un aspecto de suma importancia es la mezcla de mercadotecnia o de mercadeo también es conocida como marketing mix y de ella se deriva todo lo que una empresa puede hacer para influir en la demanda de su producto, de ahí que sea un factor estratégico que influye en la estrategia integral o total que la empresa utilizará para alcanzar sus objetivos (Morales, 2006). La mezcla de mercadotecnia es la combinación de las cuatro P's, es decir, Producto, Precio, Plaza y Promoción. El **Producto** es quizá el elemento más importante dentro de la mezcla de mercadotecnia, pues si este no satisface las necesidades del consumidor simplemente fracasará y por ende la organización (Fischer, 1993). Por su parte, el **Precio** es la cantidad de dinero que un consumidor paga por adquirir un producto determinado. Muchos son los factores que influyen en la determinación del precio: los costos de producción, los precios de la competencia, las características de la demanda, el tipo de mercado, etcétera.

Por su parte, **Plaza** es la variable que se ocupa de dónde y cómo vender los productos y servicios. También se encarga del mecanismo con el cual se transfieren los bienes al cliente, es decir, de los medios de transporte y los canales de distribución. La estrategia de plaza involucra desde el diseño, ubicación y ambientación del punto de venta, hasta la elección adecuada de los medios de transporte para distribuir el producto, la elección del número necesario de intermediarios y la intensidad de la distribución (masiva, intensiva o exclusiva) (Morales, 2006). Por su parte, Kotler y Armstrong (1998) señalan que la **Promoción** no es otra cosa que la forma en que la empresa se comunica con sus clientes, intermediarios y público en general.

La promoción incluye lo que se conoce como mezcla promocional la cual consta de: a) publicidad, cualquier forma pagada de promocionar un producto o servicio en medios masivo o no masivos; b) venta personal, presentación personal que hace la fuerza de ventas de una empresa con el fin de establecer relaciones a largo plazo con el cliente; c) promoción de ventas, se trata de incentivos a corto plazo para estimular las ventas o compras, como las ofertas y descuentos; d) relaciones públicas, su objetivo es crear una imagen positiva de la empresa ante el público en general y la eliminación de cualquier elemento desfavorable; y e) propaganda o publicity, es cualquier forma no pagada para dar a conocer un producto o servicio. (Castillo, Bojórquez, Pérez: 2013: 22).

Competitividad y mercadotecnia

La competitividad de una nación es, según Fajnzylber (1988: 46), "la capacidad de un país para sostener y expandir su participación en los mercados internacionales, y elevar simultáneamente el nivel de vida de su población. Esto exige el incremento de la productividad y por ende, la incorporación del progreso técnico". En relación a competitividad, Villareal (2006: 6) plantea que la competitividad va más allá de la productividad, representa un proceso centrado en: generar y fortalecer las capacidades productivas y organizacionales para enfrentar de manera exitosa los cambios del entorno, transformando las ventajas comparativas en competitivas, dándole sustentabilidad a través del tiempo como condición indispensable para alcanzar niveles de desarrollo elevados. La competitividad del sector manufacturero de un país es esencial para su prosperidad y crecimiento económico a largo plazo. Un sector manufacturero competitivo a nivel mundial crea un ecosistema económico sustentable, promueve la inversión interna y externa y mejora la balanza de pagos de un país. Además de generar empleos, no solo dentro del sector, sino que estos se extienden hasta áreas tales como servicios financieros, desarrollo y mantenimiento de infraestructura, atención a clientes, logística, sistemas de información, atención médica, educación, capacitación, bienes inmuebles, etc.

Por su parte, Gyulavári y Kenesei (2012) señalan que “una firma o empresa competitiva es aquella que ofrece productos o servicios a los consumidores de tal manera que están dispuestos a pagar un precio por aquellos productos que les garanticen una más alta utilidad que los de la competencia”.

De acuerdo con Krugman (1996), el éxito competitivo de una empresa se fundamenta en su eficiencia de costos, innovaciones, tecnología y actividades de mercadeo (marketing) y en otros factores internos de la organización. Para Gyulavári y Kenesei (2012), el marketing definitivamente juega un papel muy importante en el éxito competitivo de una empresa, pero aclaran que en la actualidad no solo los activos de marketing (producto, precio, plaza y promoción), sino también las capacidades de marketing son las que están estrechamente relacionadas con el rendimiento empresarial. De esta manera concluyen que las empresas competitivas son aquellas que cuentan con mejores capacidades de marketing, específicamente y, según sus investigaciones, son las que tienen una ventaja competitiva en la personalización flexible del producto y en su entrega rápida y precisa. (Castillo, Bojórquez, Pérez: 2013: 26).

Metodología

Primeramente se realizó una recopilación de información sobre el municipio de Tehuacán y las empresas manufacturas del sector alimentario y se aplicó un cuestionario a estas empresas.

Operacionalización de variables

Operacionalización de las variables es el proceso a través del cual se transforma una variable teórica en una variable empírica, es decir, que queden expuestos sus aspectos estructurales, como lo son sus dimensiones, indicadores, con la finalidad de poder medirlas.

Dentro de una perspectiva técnica, operacionalizar significa identificar cuál es la variable, cuáles son sus dimensiones y cuáles los indicadores, lo anterior permitirá mutar la variable teórica en características medibles. A continuación, se presenta la operacionalización de las variables involucradas en el presente trabajo que son producto de la revisión de la literatura.

Cabe señalar que a través del proceso de operacionalización se obtuvo el cuestionario que se aplicó a las empresas. (Ver tabla 1 en el apéndice).

Tabla 1. Operacionalización de Variables

| Variables | Dimensiones | Indicadores |
|---------------|--------------------------------------|--|
| Mercadotecnia | Mercado meta | Marketing no diferenciado o masivo |
| | | Marketing diferenciado o segmentado |
| | | Marketing concentrado o de nicho |
| | | Micromarketing |
| | Satisfacción y valor para el cliente | Satisfacción de necesidades |
| | | Valor al cliente |
| | | Redes sociales |
| | | Creación de valor para el cliente, el mantenimiento de la satisfacción de este y la construcción de relaciones a largo plazo |
| | | Percepción de valor y precio por parte de los clientes |
| | | |

| | | |
|-----------------------|-------------------------|---------------------------------|
| Plan de mercadotecnia | Mezcla de mercadotecnia | Estrategia de precio |
| | | Estrategia de plaza |
| | | Estrategia de producto |
| | | Estrategia de promoción |
| Competitividad | Innovación | Habilidades tecnológicas |
| | | Habilidades de comercialización |
| | Capital Humano | Recursos Humanos |
| | | Aprendizaje colectivo |
| | Tecnología | Maquinaria y equipo |
| | Alianzas | Proveedores |
| | | Empresas |

Resultados y discusión

En la variable **Mercadotecnia**, el rubro de mayor peso es el de micromarketing, pues para las empresas encuestadas tiene un lugar privilegiado el adaptar los productos a las necesidades y gustos de los consumidores, lo observan como una manera de generar beneficios.

Tarifa No. 2: Análisis de componentes de la Mezcla de Mercadotecnia

| | Componentes | | | |
|--|-------------|-------------------------------------|------------------|---|
| | Información | Marketing diferenciado o segmentado | Valor al cliente | Contribución de relaciones de largo plazo |
| Oferta al público objetivo | -174 | 1000 | 300 | -1000 |
| Conocer las diferencias de segmentos de mercado | -277 | 1000 | -100 | 200 |
| Ofertar estrategias para cada segmento de mercado | 373 | | -278 | -100 |
| Se dirige a varios segmentos de mercado | 101 | 1700 | 300 | -1700 |
| Se adapta los productos a las necesidades y deseos de los clientes | 887 | 1000 | 100 | 800 |
| Adaptarse a necesidades y deseos de los clientes dentro de la unidad | 303 | 1100 | 800 | 100 |
| Facilitar servicios adicionales para los clientes | 100 | 1000 | 100 | 100 |
| El empresa ofrece valor adicional a los clientes | 144 | 1000 | 100 | 100 |
| El empresa ofrece productos diferenciados de la competencia | 100 | 1000 | 100 | 100 |
| Realizar acciones promocionales de promoción | 144 | -1000 | 100 | -1000 |
| Importancia adicional calidad de clientes | -100 | 1000 | 1000 | 1000 |
| Tener buena relación con los clientes | 178 | 1000 | -100 | 100 |
| Conocer y entender que los clientes valor adicional | 100 | 1000 | 100 | 100 |

Unidades de medición: análisis de componentes principales.

Unidades de medición: Unidades con normalización Póster.

El signo positivo indica una incidencia positiva.

En segundo lugar de incidencia se ubica el Marketing diferenciado o segmentado en donde como señalan las empresas es importante establecer estrategias tendientes a cada uno de los segmento del mercado con productos diferenciados. El siguiente componente es el de valor al cliente, aunque en este rubro habría que reforzarlo pues es uno de los factores que debería tener más relevancia en el conjunto de incidencias. Un punto importante en la estructuración de esta variable es las relaciones con los clientes y precisamente en este cuarto componente es construcción de relaciones de largo plazo con los clientes. Se puede decir que en esta variable **Mercadotecnia** habría que reforzar todos los rubros para que su incidencia fuera más equilibrada y no se observaran tantas desigualdades entre sus dimensiones que la integran. En la dimensión **Mezcla de Mercadotecnia** destacan los cuatro componentes, en el que se sobresale por su incidencia en este rubro la estrategia de producto, se observa que las empresas destacan sobre otras cosas, los aspectos que posicionen mejor al producto (estrategia de producto).

En segundo lugar, está la estrategia de promoción con un peso importante pero de mejor incidencia en la mezcla de mercadotecnia. La promoción es un factor relevante en el posicionamiento del producto en los consumidores.

En tercer lugar, la estrategia de precio, sin embargo, como que no existe una sensibilización, por parte de las empresas en que sea uno de los factores importantes y se ubique en los primeros lugares.

Por último, se encuentra la estrategia de plaza donde se centraron muy bien los ítems correspondientes y su impacto en la mezcla de mercadotecnia.

A manera de conclusión de la **Mezcla de Mercadotecnia** se observa en los resultados que las estrategias que habría que reforzar son la de Precio y la de Plaza, y que las otras dos estrategias Producto y Promoción se mantengan en el nivel observado.

En cuanto a la variable **Competitividad** se observa la incidencia en dos rubros, el primero es el de habilidades tecnológicas de los recursos humanos que tiene que ver con la conjunción de dos aspectos por una lado la experiencia adquirida en el trabajo cotidiano y el otro la formación educativa, la conjunción de estos dos factores es la aspiración de cualquier empresa para posicionarse de una mejor manera a través de la innovación.

Tabla No. 3. Matriz de componente rotado. Mezcla de Mercadotecnia

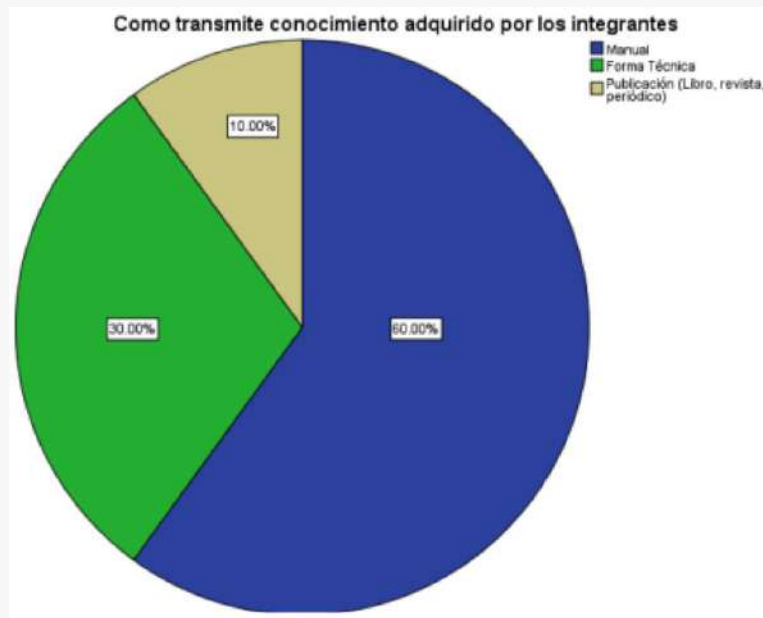
| | Componente | | | |
|---|------------------------|-------------------------|----------------------|---------------------|
| | Estrategia de Producto | Estrategia de Promoción | Estrategia de Precio | Estrategia de Plaza |
| Considera costos de producción para precio | .979 | .045 | .104 | .035 |
| Considera características de la demanda para precio | .138 | .078 | .368 | .111 |
| Cuenta con establecimiento para venta de productos | -.191 | .136 | .136 | .308 |
| Transporte y canales de distribución adecuados | -.094 | .285 | .300 | .020 |
| Análisis objetivo, ubicación y ambientación de punto de venta | -.208 | .204 | .132 | .078 |
| Diversifica los productos constantemente | .138 | .850 | .115 | .050 |
| Modifica presentación de productos | .019 | -.483 | .804 | -.040 |
| Modifica imagen de productos | .114 | -.623 | .638 | .168 |
| Elimina líneas de productos que ya no generan utilidad | .973 | .041 | -.167 | .044 |
| Perfeccionamiento del producto se genera manteniendo las utilidades del producto | .652 | .115 | .519 | -.110 |
| Perfeccionamiento se genera manteniendo las utilidades al cliente | .976 | .087 | -.120 | .029 |
| Perfeccionamiento se genera haciendo publicidad en contra de la competencia sin utilizar publicidad sin retar competencia | .098 | .254 | -.130 | -.209 |
| Ventas personales generan relaciones a largo plazo con cliente | -.195 | .134 | .100 | .230 |
| Promociones en productos estimulan las ventas | .101 | .230 | .430 | -.035 |
| Departamento de relaciones públicas genera imagen positiva de la empresa | .527 | -.415 | .686 | -.068 |
| Propaganda no pagada es buena para dar a conocer producto | .289 | .250 | -.061 | .113 |
| Modifica el empaque constantemente | .621 | -.888 | .191 | -.185 |

El segundo componente que incide en la competitividad es la capacitación fundamental para complementarse con los otros dos factores e incidir de manera relevante en la competitividad de las empresas.

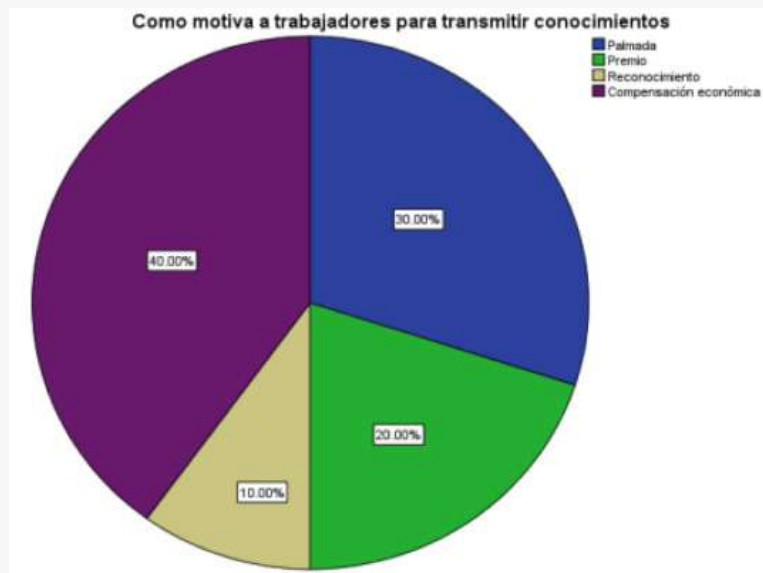
Tabla No. 4. Matriz de componente rotado. Competitividad

| | Componente | | |
|--|--|--------------|--------|
| | Habilidades tecnológicas de los Recursos Humanos | Capacitación | Varios |
| Experiencia del personal en nueva tecnología | .700 | -.248 | -.098 |
| Experiencia del personal en lanzamiento de productos innovadores | .162 | .002 | .877 |
| Experiencia del personal en comercio electrónico | .593 | .554 | .018 |
| Experiencia del personal en comercializar de manera única | .263 | .682 | .370 |
| Nivel educativo de los obreros | .236 | .123 | .772 |
| Nivel educativo de los mandos medios | .520 | -.029 | .036 |
| Nivel educativo de los gerentes | .832 | -.269 | .027 |
| Cursos de capacitación a obreros al año | -.292 | .920 | -.116 |
| Cursos de capacitación a mandos medios al año | -.289 | .153 | .868 |
| Cursos de capacitación a gerentes al año | -.291 | .923 | -.096 |
| Aspectos para distinguirse de la competencia | .823 | .066 | .213 |

En cuanto al aprendizaje tecnológico las siguientes gráficas muestran como ha sucedido en estas empresas. Uno de los aspectos importantes del aprendizaje tecnológico es la manera en que se trasmite el conocimiento por el trabajador en su trabajo cotidiano en su puesto de trabajo. Se Observa que es en un 60% a través de la elaboración de manuales de procedimientos, esto implica que el conocimiento individual se va transformando en aprendizaje colectivo.



Otra forma de transmitir el conocimiento es a través de una manera técnica con un 30%, es decir, la capacitación de los compañeros de trabajo en el lugar mismo donde se desarrolla la actividad. Y con menor porcentaje 10% la publicación impresa en algunos de estos medios, libro artículo periodístico o revista.



Conclusiones

Concluyendo este trabajo se observa que uno de los hallazgos encontrados es que de las empresas encuestadas tiene un lugar privilegiado el micromarketing para adaptar los bienes a las necesidades y gustos de los consumidores para generar más beneficios. Además, se utiliza el marketing diferenciado o segmentado para establecer estrategias para cada uno de los segmentos del mercado con productos diferenciados. Un punto importante en la mercadotecnia son las relaciones con los clientes, en cuanto a la construcción de relaciones de largo plazo con los clientes. Sin embargo, en Mercadotecnia habría que reforzar todos los rubros integrantes, para que su incidencia fuera más equilibrada y no se observaran tantas desigualdades entre las dimensiones que la integran.

En cuanto a la Mezcla de Mercadotecnia destaca por su incidencia la estrategia de producto, se observa que las empresas enfatizan sobre otras cosas, los aspectos que posicionen mejor al producto (estrategia de producto). La promoción es un factor relevante en el posicionamiento del producto en los consumidores.

La importancia de este rubro se ve reflejada en que es el segundo componente en impactar en la mezcla de mercadotecnia.

A manera de conclusión de la Mezcla de Mercadotecnia se observa en los resultados que las estrategias que habría que reforzar son la de Precio y la de Plaza, y que las otras dos estrategias Precio y Promoción se mantengan en el nivel observado.

En cuanto a la variable Competitividad se observa que incide en las habilidades tecnológicas de los recursos humanos que tiene que ver con la conjunción de dos aspectos por una lado la experiencia adquirida en el trabajo cotidiano y el otro la formación educativa, la conjunción de estos dos factores es la aspiración de cualquier empresa para posicionarse de una mejor manera a través de la innovación. Otro componente que impacta en la competitividad es la capacitación fundamental para complementarse con los otros dos factores e incidir de manera relevante en la competitividad de las empresas.

Por su parte, en lo que se refiere al Aprendizaje Tecnológico, uno de los aspectos importantes es la manera en que se trasmite el conocimiento por el trabajador en su trabajo cotidiano en su lugar de desempeño. Se observa que es en un 60% a través de la elaboración de manuales de procedimientos, esto implica que el conocimiento individual se va transformando en aprendizaje colectivo. Otra forma de transmitir el conocimiento es a través de una manera técnica con un 30%, es decir, la capacitación de los compañeros de trabajo en el lugar mismo donde se desarrolla la actividad. Y con menor porcentaje 10% la publicación impresa en algunos de estos medios, libro artículo periodístico o revista.

Para funcione de la mejor manera el procedimiento anteriormente descrito (de la figura anterior), es conocer cómo las empresas están o han motivado a sus trabajadores. Una de las maneras que se detectó con un 40% fue la de la compensación económica, con un premio representando el 20%, éstas dos formas de motivar son muy significativas, pues si bien la palmada es una satisfacción personal, las compensaciones económicas son más representativas para los trabajadores pues esto se refleja en satisfacer de una mejor manera sus gustos y necesidades. Sin embargo, sigue persistiendo la tradicional palmada con un 30% y el reconocimiento (diploma) con un 10% como formas de motivar a los trabajadores, pero parece que las primeras formas de motivar a su personal van ganando terreno cada día.

Autorización y Renuncia

Se autoriza al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D=Dinámica del saber edición 2015. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresa en éste escrito.

Referencias

- Blesa, A., Ripollés, M. y Monferrer, D. 2009. Influencia de las capacidades de marketing en la competitividad de las nuevas empresas internacionales. *Investigaciones Económicas*, 2 (33), 233-270.
- Carasila, C. y Milton, A. 2008. El concepto de marketing: pasado y presente. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 2 (14), 391-412.
- Castillo B. V.P., Bojórquez Z. M. I., Pérez B. A. E. 2013. La mercadotecnia, factor clave para la competitividad organizacional. *Gest. Soc.*, 6(1); 15-30. ISSN 2027-1433. Enero-junio. 16-30.
- Czinkota, M. y Kotabe, M. 2001. *Administración de la mercadotecnia* (2ª ed.). México: Thomson Learning.
- Fajnzylber, F. 1988. Competitividad internacional: evolución y lecciones. *Revista Cepal*, 36, 12-26.
- Fischer, L. 1993. *Mercadotecnia* (1ª ed.). México: McGraw Hill.
- Fischer, L. y Espejo, J. 2004. *Mercadotecnia* (3ª ed.). México D.F.: McGraw Hill.
- Gyulavári, T. y Kenesei, Z. 2012. The Impact of Marketing Resources on Corporate Competitiveness. *Tržište*, 1 (24), 7-21.
- Hernández, S. R., Fernández C. C., Baptista, L. P. 2010. *Metodología de la Investigación*. Ed. Mc Graw Hill. Quinta Edición.
- Jiménez, J. C., Domínguez, M. L., y Martínez, C. J. 2009. Estrategias y Competitividad de los Negocios de Artesanía en México. *Pensamiento y Gestión*, 26, 165-190.
- Kotler, P., Armstrong G. 2012. *Marketing*. Philip y Gary. Editorial Pearson Educación, México, D. F. Décimo Cuarta Edición.
- Lamb, C. W., Hair, J. F. y McDaniel, C. 1998. *Marketing* (4ª ed.). México: Thomson Editores.
- Luodon, D. y Della Bitta, A. 2001. *Comportamiento del consumidor: conceptos y aplicaciones* (4ª ed.). México: McGraw Hill.
- Martínez, R., Charterina, J. y Araujo, A. 2010. Un modelo causal de competitividad empresarial planteado desde la VBR: capacidades directivas, de innovación, marketing y calidad. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 2 (16), 165-188.
- Morales, M. 2006. Estrategias de mercadeo de las pymes del sector confección de la región Zuliana. *Multiciencias*, 1 (6), 1-21.

DISEÑO ORGANIZACIONAL BAJO UN ENFOQUE SISTÉMICO EN PEQUEÑAS EMPRESAS MANUFACTURERAS TEXTILES DE TEHUACÁN

Ciencias Económico-Administrativas

*José Juan Jiménez Domínguez¹
Javier Martín García Mejía²

Resumen

Las pequeñas empresas manufactureras textiles de Tehuacán (PEMTT), actualmente enfrentan problemas en cuanto a su adaptación dentro del entorno en el que están inmersas, por lo tanto su competitividad ha disminuido considerablemente desde principios de la década pasada, es por ello que se hace necesario detectar que factores son los que más las han afectado y en base a ello generar estrategias que las ayuden a contrarrestar los efectos negativos que se les han presentado.

Mediante esta investigación, se analizara bajo un enfoque sistémico el entorno en el que operan las PEMTT, así como su estructura organizacional, y de esta manera generar un modelo de Diseño Organizacional, el cual represente los factores que afectan (positiva y negativamente) a estas empresas y en qué medida, la relación entre entorno y estructura, además, con este modelo, poder conocer mejor la situación y el entorno al que se enfrentan, y las oportunidades que pueden aprovechar.

Palabras clave: Adaptación, competitividad, estructura, entorno.

Introducción

La creciente globalización que se ha venido presentando en los últimos años, ha ocasionado en algunas regiones geográficas, las cuales han sido considerados actores importantes en determinadas industrias o sectores, hayan visto mermado su auge, y esta situación conduce a varias empresas a no adaptarse y por lo tanto desaparecer. La industria textil en Tehuacán no es ajena a esta situación, y es que debido a que buena parte de pequeñas empresas de este sector no han sido flexibles en sus estructuras, no se han adaptado al entorno en el que operan y por lo tanto no han evolucionado, organizacionalmente hablando, además de problemas externos como son la dura competencia internacional, su dependencia de la economía estadounidense, la desventaja de ser gran importador de confecciones, el decremento en la captación de inversión extranjera, los nuevos esquemas de competencia y problemas internos tales como la falta de innovación en el diseño, el retraso tecnológico en producción, diseño y comercialización, altos costos de producción, poco poder de negociación, etc. (Rodríguez y Fernández, 2006: 347 y 348), dichos problemas han ocasionado que un gran número de pequeñas empresas manufactureras textiles en Tehuacán (PEMTT) hayan tenido que cerrar sus plantas, pues se estima que para 2005 aproximadamente el 80% de estas empresas desaparecieron (Hernández citando a Ibarra, 2007: 90), también se presentan otras consecuencias como reducción de la plantilla de personal, ya que tan solo entre 2000 y 2010 se perdieron 32,000 empleos en esta industria local (Santiago, 2010: 4), paros técnicos, recorte de salarios, menor presencia de marcas internacionales, disminución de contratos y por lo tanto de producción, entre otras.

¹José Juan Jiménez Domínguez, Instituto Tecnológico de Tehuacán, josejuanjmz@hotmail.com

²Dr. Javier Martín García Mejía, Instituto Tecnológico de Tehuacán, posgrados10@hotmail.com

Aunado a esto, los problemas de organización dentro de las PEMTT, tales como líneas deficientes de comunicación entre compañeros, superiores, subordinados y departamentos, carencia de un proceso de reclutamiento y desarrollo de personal, mala cultura organizacional, alta rotación de personal y escasa programación en las actividades (sondeo realizado a PEMTT), se propicia a reducir aún más su índice de competitividad y por lo tanto a ser más proclives a desaparecer al igual que varias de sus similares.

La presente investigación se encuentra en proceso, hasta el momento se ha llegado hasta la etapa de análisis y conformación de los instrumentos de obtención y validación de la información.

Planteamiento del problema

Uno de los mayores problemas que presentan las PEMTT, es su falta de adaptación a los nuevos esquemas de competitividad que se presenta en la industria textil, y es que ya no solo es la competencia entre empresas locales o nacionales, si no con empresas de otras regiones del mundo, ya que desde el año 2001, y llegando a ser Tehuacán la capital mundial del blue jeans, las PEMTT han ido perdiendo presencia y competitividad con sus principales clientes, en especial con Estados Unidos, además, no han adaptado sus estructuras y formas de organización a las nuevas demandas de esta industria, y prueba de esto, es la cita hecha anteriormente, en la que se dan a conocer las preocupantes cifras de empresas cerradas y empleos perdidos.

Además, la falta de directivos que puedan darle el plus, al menos en lo que se refiere a la organización, a estas empresas, es preocupante, ya que los dueños de las mismas han confiado estos puestos a personas, que si bien, son de su confianza, pero carecen de las competencias necesarias para llevar a cabo tal tarea de manera óptima.

Objetivos

Es por ello, que mediante la presente investigación, se pretende generar un modelo de diseño organizacional bajo un enfoque sistémico, acorde a las realidades actuales en las que se ven inmersas las PEMTT, para poder saber cuáles son los factores que más afectan a estas empresas y poder adaptar sus estructuras a las nuevas demandas de la industria.

Para poder alcanzar el objetivo general anteriormente descrito, es necesario:

- 1.- Identificar los elementos que conforman el proceso de diseño organizacional.
- 2.- Identificar los elementos del enfoque sistémico y su relación con el diseño organizacional.
- 3.- Analizar y definir las características organizacionales de las PEMTT.
- 4.- Analizar y definir el contexto de las PEMTT.
- 5.- Analizar y definir el contexto de las PEMTT.
- 6.- Analizar y definir el entorno de las PEMTT.

Además, se tiene que dar respuesta a:

¿Qué elementos conforman al proceso de diseño organizacional?

¿Cómo se da la relación entre los elementos que conforman el enfoque sistémico y el diseño organizacional?

¿Cuáles son las características organizacionales de las PEMTT?

¿Cuáles son los elementos del entorno que interactúan con las PEMTT?

Para finalmente proponer el modelo mencionado.

Justificación

La importancia de este proyecto radica en que una vez obtenido el modelo de Diseño organizacional bajo un enfoque sistémico, podremos generar una propuesta de estructura organizacional adaptada a las nuevas demandas del entorno en que se envuelven estas empresas, y de esta manera, hacer que sean más flexibles, competitivas y duraderas, no solamente con el momento actual, si no en situaciones y factores que lleguen a evolucionar a futuro.

Además, de destacar la importancia que tienen las PEMTT en la ciudad, y es que de acuerdo a datos del INEGI (2014), en Tehuacán existen 122 pequeñas empresas manufactureras textiles legalmente establecidas, las cuales generan una cantidad considerable de empleos por lo tanto, de derrama económica.

Marco teórico

Diseño Organizacional

La importancia que adquiere el diseño organizacional dentro de las organizaciones se da debido a la necesidad que tienen estas mismas de coordinar cada una de las partes que las conforman, llámese personal, maquinaria, departamentos, áreas, etc., y de esta manera lograr una adecuada sinergia tanto de dichos elementos como con los del medio externo con los que tienen relación, con lo cual se busca ayudar al logro de los objetivos reduciendo la incertidumbre y buscando la efectividad.

Y es que a medida que las empresas crecen o el ambiente cambia, se debe analizar la manera en que están diseñadas y tomar decisiones acerca de las nuevas formas de coordinación, o bien determinar si la estructura actual es aun funcional, evitando de esta manera estructuras obsoletas que no aportan valor al crecimiento o desarrollo de la organización. El análisis que se lleva a cabo debe darnos los elementos necesarios para determinar qué tipo de estructura es la más adecuada o la que mejor se adapta a las necesidades y las características de la organización, además de orientarse en base a los objetivos de la organización.

Pero para lograr todo esto, es necesario llevar a cabo un proceso, el cual da como resultado (como ya se mencionó) la estructura organizacional, las funciones y tareas, que reflejan de manera gráfica cada uno de los elementos que conforman la empresa y la forma en que interactúan de manera interna y externa.

Y es que, además de lo ya mencionado, para llevar a cabo el proceso de diseño organizacional, es necesario tomar en cuenta factores como entorno, estrategia del negocio, futuras capacidades de organización, cultura organizacional, los procesos, la tecnología, resultados del negocio y condiciones requeridas para las transacciones (Anacleto citando a Yacovone, 2012:50).

Una definición de diseño organizacional nos dice lo siguiente:

El diseño organizacional como el proceso de evaluar la estrategia de la organización y las demandas ambientales para determinar la estructura organizacional adecuada (Hitt, 2006:230), y al hablar de estrategia, se enfoca en que es lo que quiere conseguir la organización, por ejemplo, Richard Daft (2007) al citar a Porter y Miles y Snow, menciona como diferentes tipos de estrategias influyen en el

diseño organizacional, por ejemplo, si la empresa se basa en una estrategia de diferenciación, entonces el diseño organizacional se orienta al aprendizaje, capacidad de investigación, recompensa la creatividad e innovación de los colaboradores, etc., en cambio, si la empresa se basa en una estrategia de defensa, entonces el diseño organizacional buscara una estructura centralizada, poco empoderamiento de los colaboradores, enfocada en la eficiencia, etc. Entonces, a modo de ejemplo, podemos darnos cuenta de cómo la estrategia es diferente en base a los objetivos y como dicha estrategia influye en el diseño organizacional. La definición también nos habla de estructura organizacional, pues bien, la estructura

también se ve afectada por la estrategia, y es que retomando el ejemplo anterior, si la estrategia es diferenciación, entonces la estructura será menos centralizada a diferencia si la estrategia es de defensa.

Ahora, considerando que la estructura organizacional es el resultado del proceso de diseño organizacional, se explica de la siguiente manera: En ella se puede ver reflejado una serie de relaciones entre diferentes puestos y niveles dentro de la organización, así como las líneas de comunicación existentes entre dichos elementos, y dicha relación existente entre el diseño y la estructura es muy estrecha debido a que el diseño organizacional nos ayuda a definir cuál es la estructura más adecuada a la empresa en base a sus características internas, elementos del entorno, objetivos, estrategia, etc. y todo este proceso es visualizado finalmente en la estructura organizacional.

Hitt (2006:230) define a la estructura organizacional de la siguiente forma:

La suma de las formas en las cuales una organización divide sus labores en distintas actividades y luego las coordina.

Además, es importante destacar, que la estructura organizacional no será estable por mucho tiempo, debido a que las contingencias presentadas en el entorno y a la dinámica del ambiente, obligan a las empresas a adaptarse y una de las adaptaciones que van inherentes a este proceso es el de la estructura interna.

La organización como sistema

Las organizaciones son sistemas que han sido creadas por el hombre, las cuales, en sus componentes internos mantienen una serie de relaciones para su funcionamiento y también mantiene relaciones con el exterior para poder subsistir, y es que si citamos la definición de Chiavenato (2004: 705), nos dice lo siguiente:

Un conjunto de elementos dinámicamente relacionados entre sí, que realizan una actividad para alcanzar un objetivo, operando sobre entradas y proveyendo salidas procesadas.

Además, al analizar las empresas como sistemas, es más fácil comprenderlas, ya que todas ellas presentan características muy similares, por ejemplo, que ofrecen un bien o servicio (salidas/output), requieren de insumos para ofrecer dicho bien o servicio (entradas/input), transforman esos insumos en bienes o servicios (procesamiento), pues bien, todas esas características que presentan las organizaciones son elementos que forman a un sistema.

Así mismo, en líneas anteriores se habla de interrelaciones que mantienen los elementos que conforman a la empresa, y es que una organización para poder operar requiere que las partes que lo componen, llámese departamentos, áreas, puestos, colaboradores, etc., trabajen de manera coordinada manteniendo relaciones entre ellos para poder generar y ofrecer los bienes y servicios a los consumidores, cumplir objetivos y también recibir insumos para seguir operando, esto último, es parte de las relaciones que se tienen con el ambiente, y es que es prácticamente imposible pensar en una organización que no mantiene relaciones con el entorno, ya que, esta depende de él, y esto se da

porque la organización (como ya se mencionó) requiere de insumos para generar bienes y servicios o para satisfacer necesidades internas, así mismo requiere de personas y herramientas para generar dichos bienes y servicios y requiere de elementos externos como los clientes para poder distribuir sus productos o prestar sus servicios, por lo tanto, es lógico pensar que no existen organizaciones que funcionen como sistemas cerrados.

Los sistemas tienen un conjunto de parámetros que lo componen y que definen su naturaleza como tal, dichos parámetros son genéricos para cualquier tipo de sistema organizacional, los cuales son la entradas, salidas, procesamiento, retroalimentación y ambiente, en donde estos elementos constituyen que un sistema sea considerado como tal, a continuación se mencionara que es lo que caracteriza a cada uno de estos parámetros, para poder mejorar el funcionamiento de un sistema:

Las entradas (input) de acuerdo a Chiavenato (2004: 413) son el impulso de arranque o de partida del sistema, y es que mediante las entradas es que el sistema recibe energía, materia prima o información necesaria para que la organización pueda funcionar.

Las salidas (output) son las exportaciones que hace el sistema al medio ambiente, y esas exportaciones son el producto de la transformación de los insumos, energía o información mediante el procesamiento, en donde dichas exportaciones también nos van a proveer información mediante la retroalimentación, la cual será elemental para el desarrollo de estrategias y la modificación estructural de las organizaciones.

El procesamiento son cada una de las actividades que ocurren dentro de la empresa u organización, y que son necesarias para transformar cada uno de los elementos en productos o servicios, es decir, es cuando se convierten las entradas en salidas.

La retroalimentación es cuando las exportaciones que se hacen al medio ambiente vuelven a regresar al sistema transformados en información, y de esta manera poder medirlos con criterios o estándares previamente establecidos y de esta manera saber si el resultado fue positivo o negativo, en donde se tomaran medidas correctivas para mantener el equilibrio del sistema, independientemente si la información es positiva o negativa.

El ambiente es el medio que envuelve externamente el sistema (Chiavenato, 2004: 413) y que influye en los procesos internos y a su vez el ambiente se ve influido por los resultados de estos procesos. El ambiente realmente engloba cada uno de aquellos elementos con los que la empresa tiene relación directa o indirecta y que de una u otra manera pueden llegar a afectar al sistema, dichos elementos pueden ser otros sistemas o contingencias.



Figura 1: La organización como sistema.

Fuente: Castillo Girón, Víctor Manuel (2013), Teorías de las organizaciones, primera edición, Trillas, México.

Diseño de la investigación

Tipificación de la investigación

El proceso de investigación será bajo un enfoque mixto debido a que la recolección de datos se hará mediante preguntas abiertas y cerradas, y algunas de ellas serán convertidas de forma cuantitativas para poder describir el fenómeno, medirlo, explicarlo, comprenderlo, analizarlo y predecirlo, además de ser no experimental ya que se analiza las estructuras organizacionales establecidas actualmente en las pequeñas empresas manufactureras textiles en Tehuacán, las cuales no serán manipuladas y los elementos del entorno que influyen en ellas.

La investigación será de tipo transeccional ya que se pretende recolectar la información necesaria de las PEMTT en un determinado momento (Septiembre a Diciembre), y de esa manera llevar a cabo el análisis para detectar cómo se encuentra en la actualidad este sector industrial tanto en su estructura como en su convergencia con el entorno.

Así mismo, el presente trabajo será de forma descriptiva y correlacional, ya que se describirán tanto la situación y el contexto de las variables, como su relación entre ellas.

Operacionalización de las variables

| Variable | Dimensiones | ITEMS | Instrumento | Fuente |
|---|---------------------------------|-------------|--------------|---------------|
| Autofondad | Jerarquía | Por definir | Cuestionario | Colaboradores |
| | Tamaño y altura de la jerarquía | | | |
| | Comunicación | | | |
| | Motivación | | | |
| Control | Grado de control | Por definir | Cuestionario | Colaboradores |
| | Diferenciación horizontal | | | |
| | Estandarización | | | |
| | Centralización | | | |
| Especialización | División de trabajo | Por definir | Cuestionario | Colaboradores |
| | División de funciones | | | |
| | Departamentalización | | | |
| Coordinación | Estructura organizacional | Por definir | Cuestionario | Colaboradores |
| | Funciones administrativas | | | |
| Factores que afectan al diseño organizacional | Estrategia | Por definir | Cuestionario | Colaboradores |
| | Entorno | | | |
| | Tecnología | | | |
| | Tamaño y ciclo de vida | | | |
| | Cultura | | | |

Este cuestionario será validado utilizando la prueba alfa de Crombach, a fin de tener la seguridad de su confiabilidad, analizando la aplicación de una prueba piloto de un tamaño conveniente.

Diseño de la muestra e instrumento de la investigación

Para poder obtener la información necesaria para esta investigación se seleccionará una muestra de tamaño 70 empresas, tomada de una población de 122 empresas, con un 80% de confiabilidad.

Además, el tipo de muestreo será no probabilístico por referidos, debido a que el acceso a este tipo de empresas es difícil, y esto conllevaría a un consumo de tiempo mayor al permitido en el cronograma de actividades.

Los instrumentos de recolección de información serán a través de una entrevista dirigida al administrador de procesos y un cuestionario a los administradores y colaboradores de las empresas objeto de estudio, además de consulta bibliográfica de investigaciones relacionadas al tema de investigación.

Recolección de la información

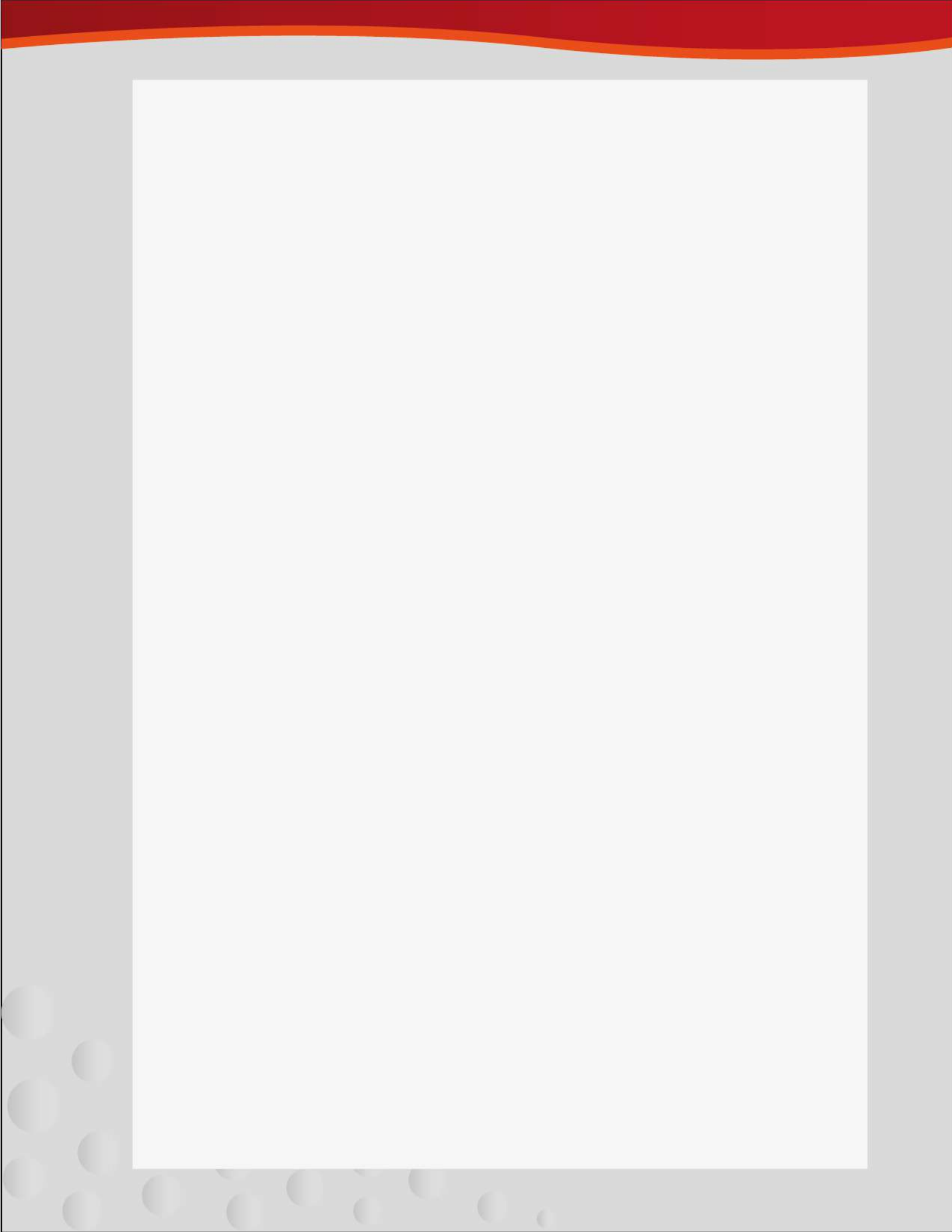
Se utilizarán tablas de Excel en las que se pueda vaciar la información obtenida de cuestionarios y entrevistas para facilitar su análisis y visualización a través de gráficos, y de esta manera poder correlacionar la opinión de los colaboradores y administradores de las PEMTT, con las teorías de Diseño organizacional; Para la validación de la información se usarán gráficos descriptivos, validando la información obtenida a través de algunas pruebas estadísticas, utilizando el SPSS en su última versión.

Autorización y Renuncia

El o los autores del artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D=Dinámica del saber edición 2015. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

Referencias

1. Anacleto Guillen, Yesenia (2012), Diseño organizacional basado en el modelo de sistemas viables para hoteles cinco estrellas, Instituto Politécnico Nacional, México.
2. Castillo Girón, Víctor Manuel (2013), Teorías de las organizaciones, primera edición, Trillas, México.
3. Chiavenato, Idalberto (2004), Introducción a la teoría general de la administración, quinta edición, Mc Graw Hill, México.
4. Daft, Richard L. (2007), Teoría y diseño organizacional, novena edición, CENGAGE Learning, México.
5. Hernández de la Cruz, Luis Alberto (2007), Geografía de los territorios rurales: transformaciones actuales en el valle de Tehuacán, Puebla, Ciencia Nueva Doctorados UNAM, Universidad Nacional Autónoma de México, México.
6. Hitt, Michael (2006), Administración, Pearson educación, México.
7. Rodríguez Monroy, Carlos y Fernández Chalé, Lizbeth (2006), Manufactura textil en México: Un enfoque sistémico, Revista Venezolana de Gerencia, vol. 11, núm. 35, Universidad de Zulia, Venezuela.
8. Santiago Hernández, Rodrigo (2010), La industria del vestido en Tehuacán en tiempo de crisis, Red de solidaridad de la maquila, Canadá.



DISEÑO DE UN PROGRAMA DE LIDERAZGO, PARA LA FORMACIÓN DE REDES SÓLIDAS EN EMPRESAS MULTINIVEL

Ciencias Económico-Administrativas

*L.A.E. María Elena Medrano Noriega¹
M.I.E. B. Leticia Franco Salazar²
M.C. Senén Juárez León³
M.E. Ramón Matías López⁴

Resumen

El presente artículo es el resultado parcial de una investigación a distribuidores de Herbalife y Alfa New Life. Las empresas multinivel brindan una oportunidad de ingresos para miles de personas, pero se encuentra con la limitación, de falta de permanencia por la continua entrada y salida de distribuidores; aunado a la baja preparación de los mismos, para crear, formar y dirigir sus redes de distribución sólidas.

El objetivo es: Diseñar un programa de liderazgo para distribuidores independientes, como estrategia hacia la formación de redes sólidas, en empresas multinivel de tipo nutricional. La investigación se basa en el Modelo de Liderazgo de Rango Completo (FRL), (Bass, Avolio, 2004). El tipo de investigación es mixto (cualitativo – cuantitativo), su alcance es exploratorio, descriptivo.

Los resultados parciales fueron: En los distribuidores independientes se identificaron dificultades para trabajar en equipo, una personalidad inadecuada (falta de carácter, imagen e incongruencia), problemas de comunicación, motivación, así como la falta de valores y ética. Faltan los demás resultados.

Palabras claves: Multinivel, liderazgo, redes sólidas.

Introducción

Las ventas a domicilio es la forma más antigua de comercialización, las cuales han evolucionado con el paso de los años, creando y perfeccionando sistemas de trabajo para lograr mayores ingresos, con lo que se fue creando el sistema multinivel, (García, 2004).

La madurez evolutiva de las industrias con sistema multinivel está claramente demostrada por las veinte compañías de multinivel que cotizan públicamente en el NASDAQ y en la Bolsa de Valores de Nueva York. Sin embargo este éxito no se ve reflejado en la totalidad de distribuidores de estas compañías.

El mercadeo de multinivel es una forma de distribución directa, en donde los distribuidores a su vez pueden ganar dinero vendiendo e integrando a sus conocidos, de esta manera, con el tiempo se va formando una red de distribuidores.

En México, existe una diversidad de empresas que manejan el sistema de mercadeo de multinivel, como por ejemplo: Herbalife, Alfa New Life, JAFRA cosmetics, Mary Kay Cosmetics, Tupperware, Natura cosmetics, etc., las cuales han incrementado en popularidad a partir de la década de los 40,

¹María Elena Medrano Noriega, Licenciada en Administración de Empresas. Estudiante de la Maestría en Administración en el Instituto Tecnológico de Tehuacán. Andador Don Arturo Núm. 10 FOVISSSTE el Rosario, C.P. 75780, Teléfono: (238)1-24-01-90, correo electrónico: medranomale07@yahoo.com.mx

²B. Leticia Franco Salazar, Maestra en Investigación Educativa. Coordinadora y docente de la Maestría en Administración del Instituto Tecnológico de Tehuacán. Dirección: Libramiento Tecnológico S/N A.P. 247 C.P. 75770, Teléfono: (238) 3-83 -29 -40, correo electrónico: investposgrado@hotmail.com

³Senén Juárez León, Maestro en Ciencias en Desarrollo Regional. Docente del área de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Tehuacán. Dirección: Libramiento Tecnológico S/N A.P. 247 C.P. 75770. Teléfono: (238) 3-80-33-95 correo electrónico: sjleon34@hotmail.com

⁴ Ramón Matías López, Maestro en Educación. Jefe de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Tehuacán. Dirección: Libramiento Tecnológico S/N A.P. 247 C.P. 75770. Teléfono: (238) 3-80 33-76 correo electrónico: rmatiaslopez@hotmail.com

y principalmente en los últimos 20 años, esto es debido a la facilidad en la obtención de ingresos, mediante la venta de productos o servicios y el invitar (o reclutar) a otros a formar parte de la red de mercadeo. Según García (2004), “México está entre los tres mayores mercados de empresas multinivel. Estas firmas son la fuente de ingreso para dos millones de personas, que las usan como una segunda opción o bien no son absorbidas por el sistema de empleo formal”.

Antecedentes

Para esta investigación se consideraron a los distribuidores independientes de las empresas Herbalife y Alfa New Life, las cuales manejan el sistema multinivel, son de tipo nutricional. Herbalife es una empresa Estadounidense, establecida en el mercado con 35 años, se encuentra en

Tabla 1. Características Herbalife y Alfa New Life.

| HERBALIFE | ALFA NEW LIFE |
|---|---|
| A) Empresa Estadounidense | A) Empresa Mexicana |
| B) Fundada en 1980 por Mark Hughes en Los Angeles, California. Actualmente el Director Ejecutivo, Inc. Michael O. Johnson despues de la muerte del fundador. | B) Fundada en el 2007 por el Ing. Jaudiel Ocampo Ceceña en Tepic, Nayarit. |
| C) Producción y comercialización de suplementos nutricionales. | C) Producción y comercialización de suplementos nutricionales. |
| D) Distribución en 80 países | D) Distribución solo en México. |
| E) Con 46 Centros de Ventas en toda la República. | E) Con 20 Centros de Ventas en toda la Republica. |
| F) Misión: Cambiar la vida de las personas brindándoles la mejor oportunidad de negocio en venta directa y los mejores productos del mundo para promover la buena nutrición y el bienestar. | F) Misión: Brindar una oportunidad de desarrollo y salud integral a las familias en el mundo, a través de productos y servicios de CALIDAD, que generen bienestar físico, económico y emocional; con sistemas que permitan trabajar y desarrollar todas las áreas del ser humano, para que sus sueños tan anhelados se vean hechos realidad, y así se establezca en los hogares el equilibrio y la felicidad. |
| G) Visión: Cambiar la vida de las personas. | G) Visión: Familias felices, integradas, sanas y con libertad financiera. |
| H) Patrocinador de más de 100 atletas. | H) No patrocina. |
| I) Cuenta con la Fundación Familia Herbalife. | I) No cuenta con fundación. |
| J) Comienza a cotizar en la Bolsa de Valores de Nueva York (NYSE, por sus siglas en inglés) desde el 2004. | J) No cotiza en bolsa de valores. |

Fuente: Herbalife, Herbalife International, Inc. (2014) y ANLI El principio de una nueva vida. (2014).

Planteamiento del Problema

En la actualidad, este tipo de empresas se encuentran en México y en varias partes del mundo. Cantú menciona que:

“La industria del multinivel en México es cada vez más competitiva y el número de empresas que manejan la distribución de sus productos a través del Network Marketing ha estado creciendo en México a un ritmo superior al 40% anual durante los últimos cuatros años, contagiándose a la fecha con alrededor de 40 compañías que desarrollan operaciones exitosas”, (2001:24).

Las funciones que los distribuidores realizan son: consumir, distribuir y vender una serie de productos; que compra a precio con descuento. Pero para progresar en el sistema de Multinivel, se debe crear y liderar su propia red de venta-distribución y consumo de productos, uno de los aspectos más difíciles del sistema, (Lascano, 2009).

En ese proceso, Sousa considera que: “El Marketing Multinivel (MML) requiere un cambio en la manera de pensar. No es una forma de enriquecimiento rápido, sino una construcción innovadora y eficiente para la distribución de productos y servicios” (2012:10).

De tal modo que siendo empresas que brinda oportunidades de trabajo para miles de personas, se encuentra con la problemática, de falta de permanencia por la continua entrada y salida de distribuidores. Así como, la escasa preparación, capacitación, entrenamiento y adiestramiento pertinente para la formación de distribuidores a distribuidores líderes, adecuado a personas con o sin estudios que quieran formar su propia red y así lograr crecer en este tipo sistemas.

Ante el desconocimiento, inexperiencia y formación de los distribuidores líderes, para dirigir grupos, mantener e ingresar a distribuidores al sistema, se considera necesario perfilar un programa de liderazgo.

Objetivo

Diseñar un programa de liderazgo, como táctica hacia la formación de redes sólidas, para distribuidores líderes en empresas Multinivel de tipo nutricional, Herbalife y Alfa New Life, en la ciudad de Tehuacán Puebla.

Preguntas de Investigación

1. ¿Cuáles son los problemas de liderazgo en los distribuidores líderes de Herbalife y Alfa New Life?
2. ¿Cuáles son las características que identifican a los distribuidores líderes ?
3. ¿Qué tipo de liderazgo ejercen los distribuidores líderes con base al Modelo de Liderazgo Rango Total desarrollado por Bernard Bass y Bruce Avolio?
4. ¿Cuáles son las características que identifican a los distribuidores seguidores?
5. ¿Qué estrategias de liderazgo de éxito son pertinentes hacia la formación de redes sólidas?

Estudio del Arte

En la actualidad las empresas con sistema Multinivel tienen un gran potencial de crecimiento en el mundo, siendo empresas que brindan oportunidad de autoempleo, sin embargo, existe un desconocimiento sobre el sistema, ya que de acuerdo a estudios realizados por Sousa, en la Universidad Politécnica de Cartagena España, de 60 alumnos se estima que sólo 25% lo conoce, siendo el masculino el que presenta un mayor porcentaje de un 66% en relación al porcentaje anterior (2012).

En otro estudio concerniente al conocimiento del sistema Multinivel en México, fue realizado por Moreno en el Instituto Politécnico Nacional, donde de una muestra de 75 personas confirmo que el grado de conocimiento que tiene la población acerca del multinivel, se estima que solo 6.21%, lo conoce y considera al multinivel como una opción de fuente de ingresos del tipo Auto Empleo con Sistema, ya que es un concepto relativamente nuevo, por lo que existe un gran mercado para dar a conocer este esquema de negocio (2008).

Otra investigación, realizada por Istúriz sobre la situación del Sistema Multinivel en Venezuela, determinó que existen diversas transnacionales que trabajan con sistema multinivel y hay otros que trabajan bajo este sistema mezclado con la venta por catálogo. También se estudió el sistema multinivel como estrategia de comercialización, en la que se considera que es importante, ya que disminuye los costos de comercialización debido a la no publicidad, así como al no utilizar tiendas, el uso de distribuidores genera menores costo en la distribución de los productos, ya que ellos lo absorben, salvo contar con un almacén, así mismo al evaluar el desempeño de la compañía, con respecto a la utilidad del multinivel para los empresarios esta reflejado en: ser independientes, generar ingresos, al incorporarse a la red se traduce en ganancias para la compañía, distribución de los productos entre sus clientes, la lealtad a la marca, hacia el negocio, el producto (2012).

Sobre los beneficios de este sistema Istúriz destaca que el contacto directo con los distribuidores, asegura un mercado fuerte, ya que son ellos los consumidores de los productos en primera instancia, garantizando una distribución a gran escala en diferentes áreas del país, siendo la fuerza de venta la base principal de comercialización, que se refleja en bajos costos en las empresas de sistema multinivel, pero que a su vez se distribuye en inversión, en eventos, premios, bonos, etc., para motivar las ventas (2012).

Otro estudio que se realizó por Lascano, donde se entrevista a mujeres de diferentes edades dedicadas a trabajar en empresas multinivel del ramo cosméticos, se enfocó en conocer cómo trabajan, cómo inician en la empresa, cuánto facturan, si ingresa a personas mesualmente, si ha ganado premios, el tiempo que le tomó para llegar al nivel en el que se encuentra, así como entrevistar a mujeres que forman una red, con el fin de conocer qué tanto se les dificulta ingresar a personas a su red y si las que se enfocan para lograrlo, siendo los puntos principales de la motivación de ellas, las ventas y el querer ganar premios mensuales (Lascano, 2009).

En otro estudio referente al sistema multinivel, Cantu detectó la falta de capacitación de los distribuidores, así como la importante necesidad de ésta, por lo cual él diseñó un “Modelo de Capacitación a Vendedores de Sistemas de Multinivel”, el cual tuvo como objetivo primordial, el mejoramiento de la productividad en este tipo de empresas a través de la capacitación sobre motivación (valores) inteligencia emocional y técnicas para la fuerza de ventas (2001).

Marco Teórico

Sousa define multinivel como:

“El Marketing Multinivel es una alternativa de comercialización sobre el método tradicional, con reglas y estructuras propias, diferente de la estructura empresarial convencional, funcionando sin burocracias, es decir, sin jerarquías rígidas. El poder central de una empresa es substituido por multi-liderazgo y los jefes dan lugar a los líderes” (2012:7).

Modelo de Liderazgo de Rango Completo

Los líderes pueden presentar patrones de conducta que combinan elementos de diversos estilos de liderazgo, Bass en conjunto con Bruce Avolio, proponen el modelo de Liderazgo de Rango Completo (Full Range Leadership FRL), el cual incluye los componentes de liderazgo transformacional, transaccional y laissez-faire (liderazgo dejarse), que se muestran en la Tabla 2, para conformar un todo que brinde como resultados la satisfacción de las necesidades de los individuos y del grupo, el esfuerzo extra requerido para el logro de los objetivos compartidos la eficacia y efectividad de la organización.

Tabla 2. Relación entre Liderazgo Transformacional, Transaccional, Laissez-Faire con las ocho dimensiones de Bass y Avolio, 1994.

| Liderazgo | Dimensiones |
|---|---|
| Liderazgo Transformacional (LTF) | 8. Influencia idealizada o carisma 7. Motivación inspiracional 6. Estimulo intelectual 5. Consideración individual |
| Liderazgo Desarrollo/ Transaccional (LTR) | 4. Reconocimiento contingente 3. Administración activa por excepción 2. Administración pasiva por excepción |
| Liderazgo Laissez-Faire | 1. Laissez Faire |

Fuente: Elaboración propia basado en Bass y Avolio, (1994).

Descripción del Método

El modelo de investigación a seguir en este estudio, es un enfoque mixto (cualitativa-cuantitativa), que implica un proceso de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos y cualitativos en un mismo estudio, con el fin de alcanzar el objetivo citado y responder a las preguntas de investigación (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006).

El alcance de este estudio es exploratorio, debido que el análisis de los distribuidores que se dedican al sistema multinivel existen escasos antecedentes. Es descriptiva, ya que se registra la

información, analizando e explicando la situación actual de los distribuidores, expresando los resultados de las entrevistas y encuestas sobre las variables de estudio.

El diseño de la investigación en función a los objetivos, los recursos y el tiempo, es no experimental, la exploración que se realiza es sin manipular variables y en las que sólo se observan los fenómenos en el ambiente natural para después analizarlos. Tomando en cuenta el tiempo durante la recolección de datos para el cuestionario será transversal, ya que será en un tiempo único (Hernández, et al, 2006). Los instrumentos de recolección de datos fueron: entrevista semiestructurada, observación y aplicación de un cuestionario, como se muestra en la Tabla 3

Tabla 3. Instrumentos aplicados en Herbalife y Alfa New Life.

| Instrumentos de Recolección de Datos | Herbalife | Alfa New Life |
|--|-----------|---------------|
| Entrevista a distribuidores | 9 | 4 |
| Observación participante a los distribuidores, registrada en bitácora. | 120 horas | 42 Horas |
| Cuestionario | 112 | 4 |

Fuente: Realización propia

Resultados

Se presentan los resultados de acuerdo a las preguntas investigación a continuación:

1. ¿Cuáles son los problemas de liderazgo en los distribuidores líderes, de Herbalife y Alfa New Life? De las entrevistas, la observación y el cuestionario realizados se identifican los siguientes problemas en el liderazgo, falta de ética y valores, personalidad inadecuada, problemas para trabajar en equipo, problemas de comunicación, falta de flexibilidad, falta de motivación, como se muestra en la siguiente tabla 4:

Tabla 4. Problemas de liderazgo en distribuidores.

| HERBALIFE | ALFA NEW LIFE |
|--|--|
| 53% falta de ética y valores. | 34% personalidad inadecuada. |
| 26% personalidad inadecuada. | 32% falta de ética y valores. |
| 10% problemas para trabajar en equipo. | 17% problemas para trabajar en equipo. |
| 9% problemas de comunicación. | 7% problemas de comunicación. |
| 2% falta de flexibilidad. | 6% falta de flexibilidad. |
| | 4% falta de motivación. |

Fuente: Elaboración propia.

La información de la tabla anterior, fue elaborada por las entrevistas, observación y cuestionarios a las dos compañías antes mencionadas. A continuación se muestra gráficamente los resultados.

De 9 entrevistas a distribuidores de Herbalife se obtienen los siguientes resultados, como se muestra en la Figura 1:

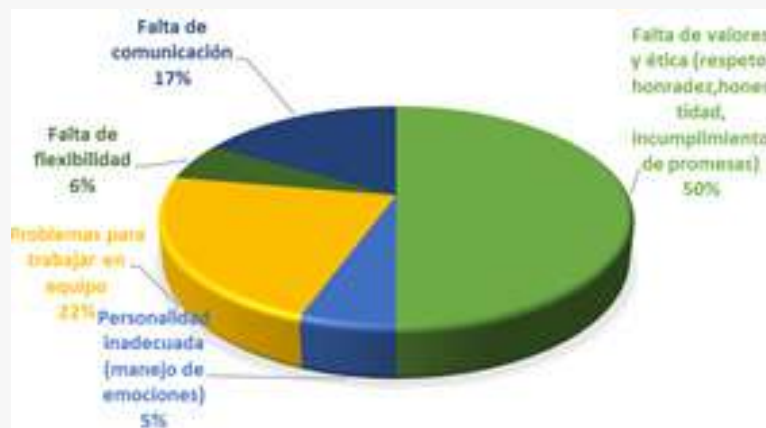


Figura 1. Problemas en Distribuidores de Herbalife

Fuente: Elaboración propia.

De las entrevistas realizadas a 9 distribuidores de Herbalife, se analiza la información que ellos proporcionan, de la cual se obtiene la siguiente resultados, existe una falta de valores y ética en un 50% en los distribuidores (respeto, honradez honestidad, incumplimiento de promesas), un 22% en problemas para trabajar en equipo, un 17% en falta de comunicación, un 6% en falta de flexibilidad, 5% en problemas de personalidad inadecuada (manejo de emociones).

De 4 entrevistas a distribuidores de Alfa New Life se obtienen los siguientes resultados, como se muestra en la Figura 2:

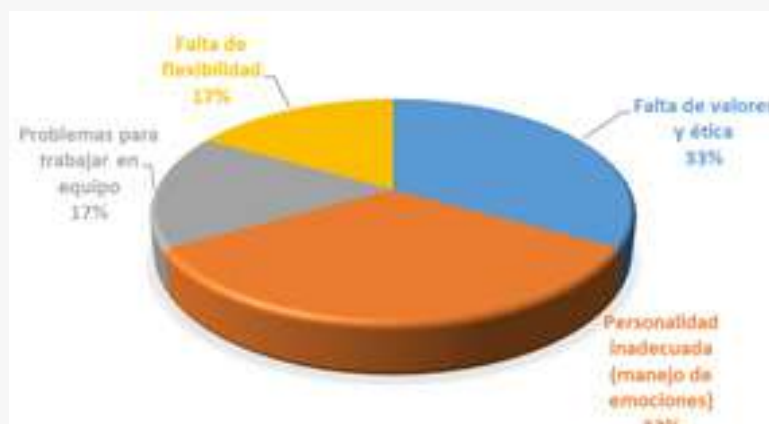


Figura 2. Problemas en Distribuidores de Alfa New Live.

Fuente: Elaboración propia.

De las entrevistas realizadas a 4 distribuidores Alfa New Life, se analiza la información que ellos proporcionan, de la cual se obtiene la siguiente resultados, existe una falta de valores y ética en un 33% en los distribuidores (respeto, honradez honestidad, incumplimiento de promesas), 33% en problemas de personalidad inadecuada (manejo de emociones), un 17% en problemas para trabajar en equipo, un 17% en falta de flexibilidad.

De la observación participante de las 120 horas que se pasan con los distribuidores de Herbalife se obtienen los siguientes resultados, como se muestra en la Figura 3:

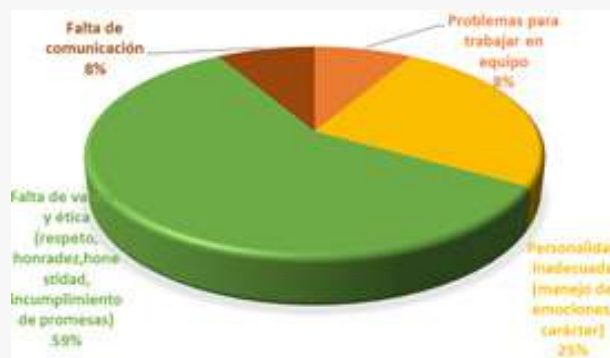


Figura 3. Problemas observados en distribuidores de Herbalife.

Fuente: Elaboración propia.

De la observación participante a distribuidores Herbalife (120 hrs), se obtiene la siguiente información con relación a falta de ética y valores un 59%, personalidad inadecuada un 25%, en relación a los problemas para trabajar en equipo un 8%, falta de comunicación un 8%.

De la observación participante de las 42 horas que se pasan con los distribuidores de Alfa New Life se obtienen los siguientes resultados, como se muestra en la Figura 4:



Figura 4. Problemas observados en distribuidores de Alfa New Life.

Fuente: Elaboración propia.

De la observación participante a distribuidores Alfa New Life (42 hrs), se obtiene la siguiente información con relación a personalidad inadecuada un 34%, en relación a los problemas para trabajar en equipo un 33%, falta de comunicación un 22%, falta de motivación un 11%.

De los cuestionarios aplicados a 112 distribuidores de Herbalife se obtienen los siguientes resultados, como se muestra en la figura 5:

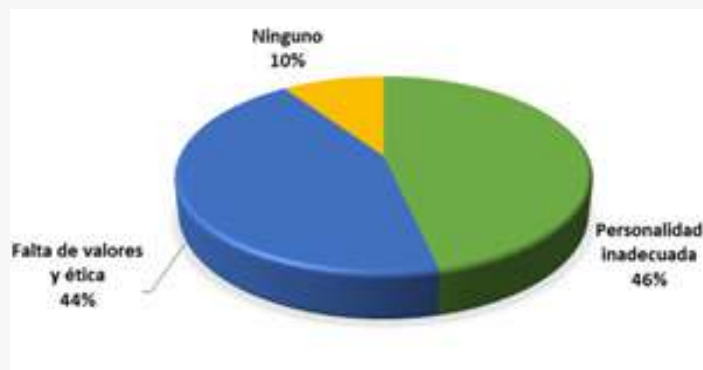


Figura 5. Resultados de cuestionarios en distribuidores de Herbalife.

Fuente: Elaboración Propia.

De los cuestionarios aplicados a 112 distribuidores de Herbalife se obtiene la siguiente información el 46% de los distribuidores consideran que existe personalidad inadecuada, el 44% falta de valores y ética, y el 10% que no existe ningún problema.

De los cuestionarios aplicados a 4 distribuidores de Alfa New Life se obtienen los siguientes resultados, como se muestra en la figura 6:

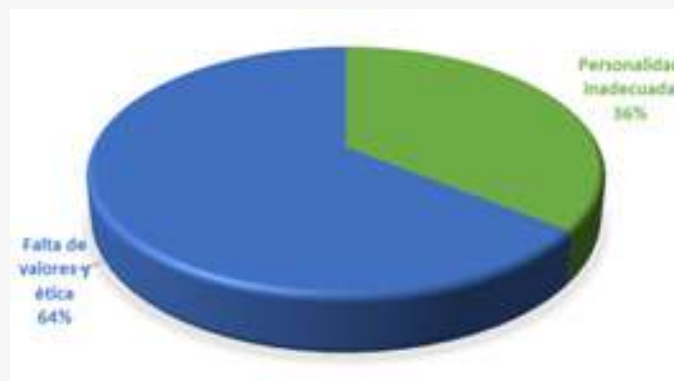


Figura 6. Resultados de cuestionarios en distribuidores de Alfa New Life.

Fuente: Elaboración Propia.

De los cuestionarios aplicados a 4 distribuidores de Alfa New Life se obtiene la siguiente información el 64% falta de valores y ética, el 36% de los distribuidores consideran que existe personalidad inadecuada.

2. ¿Cuáles son las características que identifican a los distribuidores líderes?

Se identifican a 21 distribuidores líderes de los cuales 62% son hombres y 38% son mujeres, se sitúan entre los grupos de edad de 36 a más de 55 años un 76% y menores de 35 años un 24%. Los últimos estudios académicos terminados el 58% tienen la preparatoria o bachiller y nivel superior, el 28% primaria y secundaria, el 14% sin estudios. El estado civil el 81% son casados/as, el 10% separados/as o divorciados/as y el 9% solteros/a. Con relación a actividades complementarias a la distribución el 76% realiza ninguna actividad o son amas de casa, y el 24 son estudiantes o realizan otra actividad.

3. ¿Cuáles son las características que identifican a los distribuidores seguidores?

De 95 distribuidores seguidores se obtienen las siguientes 60% mujeres y 40%, de los cuales son en su mayoría hombres de 25 a 45 un 60% y de 46 en adelante un 21%. Los estudios que tienen es de un 53% secundaria y preparatoria o bachiller un 18% primaria, 18% nivel superior y posgrado y un 11% sin estudios. Estado civil 54% casados/as y unión libre, 32% solteros/as y viudos/as, 14% separados/as

viudos/as, 14% separados/as y divorciados/as. Actividad complementaria a la distribución 48% ninguna activada o amas de casa, 23%trabajador(a) medio tiempo, 14% trabajador(a) tiempo completo, 9% estudiante, 6% otra actividad.

4. ¿Qué tipo de liderazgo ejercen los distribuidores líderes con base al Modelo de Liderazgo Rango Total desarrollado por Bernard Bass y Bruce Avolio?

El tipo de liderazgo que ejercen los 21 distribuidores, no está definido ya que manejan el liderazgo que ellos consideran adecuado dependiendo de las circunstancias.



Figura 7. Tipo de liderazgo transformacional.

Fuente: Elaboración Propia

El liderazgo transformacional de los distribuidores líderes es utilizado frecuentemente en un 79%, a menudo un 12%, a veces un 6% rara vez un 2% y nunca un 1%.



Figura 8. Tipo de liderazgo transaccional.

Fuente: Elaboración propia

El liderazgo transaccional de los distribuidores líderes es utilizado frecuentemente en un 59%, a menudo un 12%, a veces un 6% rara vez un 5% y nunca un 18%.



Figura 9. Tipo Laissez-Faire.

Fuente: Elaboración propia.

El tipo Laissez Faire en los distribuidores líderes es utilizado frecuentemente en un 13%, a menudo un 7%, a veces un 16% rara vez un 13% y nunca un 51%.

5. ¿Qué estrategias de liderazgo de éxito son pertinentes hacia la formación de redes sólidas?

Las estrategias son: trabajo en equipo, honestidad y valores, imagen, motivación, comunicación, estrategias que fueron proporcionados por los 116 distribuidores como se muestra en la figura 10.



Figura 10. Estrategias para la formación de red sólidas.

Fuente: Elaboración propia, basada en cuestionarios aplicados a distribuidores

Las estrategias de liderazgo pertinentes para este tipo de compañías es un 25% trabajo en equipo, un 17% honestidad y valores, 16% imagen, un 13% capacitaciones, un 11% motivación, 9% comunicación y 9% otros.

Conclusiones

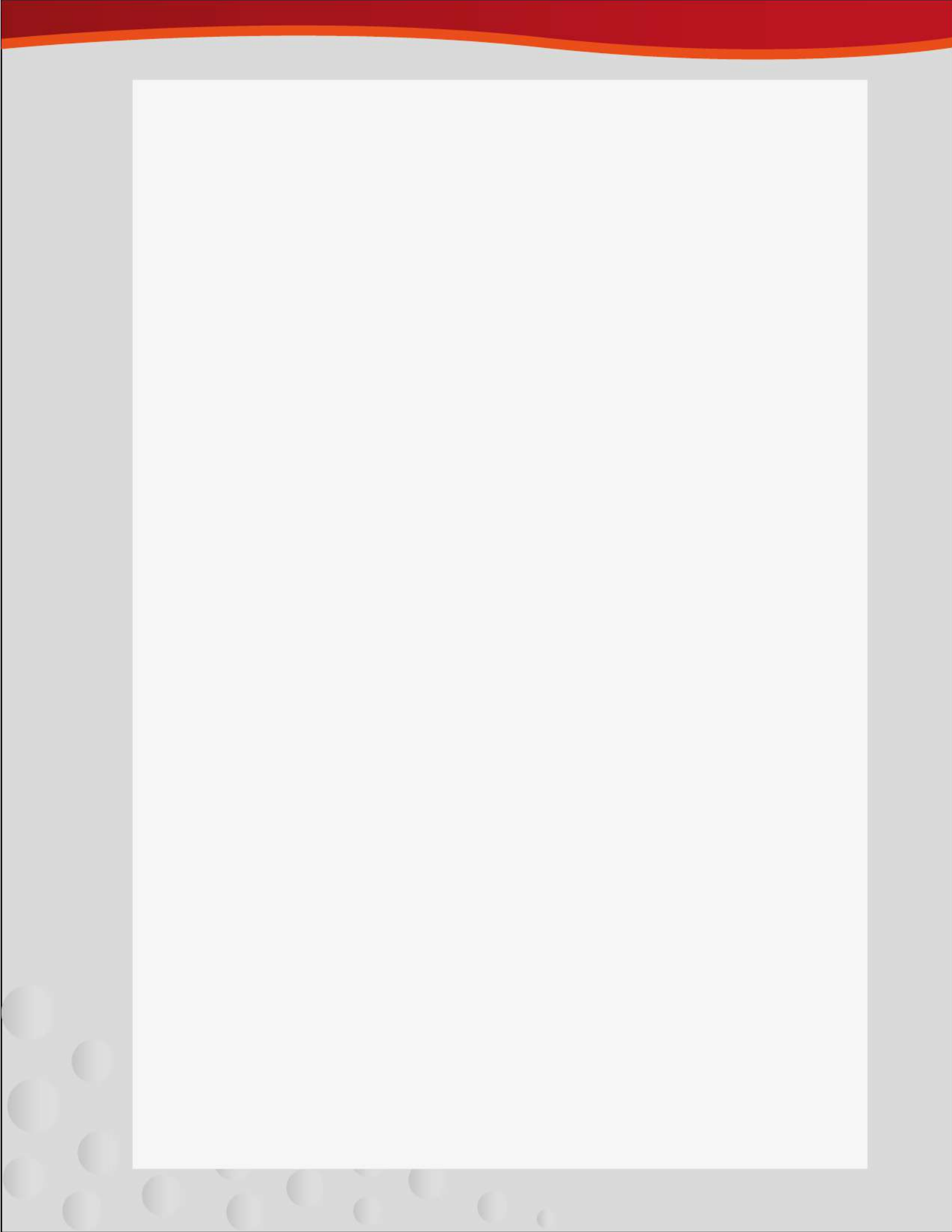
Según Lascano (2009) para progresar en el sistema de Multinivel, se debe crear y liderar su propia red de venta-distribución y consumo de productos, uno de los aspectos más difíciles del sistema. Por medio de esta investigación se concluye la existencia de problemas en los distribuidores independientes bajo este sistema y que sin importar que una empresa como Herbalife que se encuentra establecida y otra en pleno crecimiento como es Alfa New Life manifiestan la misma problemática referentes a personalidad inadecuada y principalmente la falta de ética y valores, problemas de comunicación, motivación, algo que ocasiona dificultades para trabajar en equipo, posiblemente es una causa por la cual les cuesta trabajo a los distribuidores formar redes sólidas.

Autorización y Renuncia

El o los autores del artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D=Dinámica del saber edición 2015. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

Referencias

- ANLI El principio de una nueva vida. (2014).
<http://www.alfanewlife.com.mx/index.php/acerca/quienes-somos>.
- Cantu, V. A. (Marzo de 2001). Modelo de capacitación a vendedores de sistemas multinivel. Nuevo Leon, Mexico.
- García, S. M. (2004). Marketing Multinivel. España: Esic Editorial. Obtenido de http://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=DUMPi9lv8mWC&oi=fnd&pg=PA9&dq=articulos+cientificos+liderazgo+en+empresas+multinivel&ots=_BdNaEdP2b&sig=bKtT1gdUaQzCuWAcPfTiWhxN2uU#v=onepage&q&f=false
- Herbalife, I. I. (2014). Herbalife International, Inc. Obtenido de <http://compania.herbalife.com.mx/nuestra-historia>
- Hernández, S. R., Fernández, C. C., & Baptista, L. P. (2006). METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN. México D.F.: McGraw-Hill Interamericana.
- Istúriz, J. (Febrero de 2012). Situación del Multinivel en Venezuela. Venezuela.
- Lascano, D. M. (Noviembre de 2009). YAMBAL: Condiciones para Ascender a la Carrera del Éxito. Guayaqui, Ecuador: Universidad Casa Grande.
- Moreno, C. I. (Septiembre de 2008). "METODOLOGÍA PARA ELEGIR "UNA EMPRESA DE MULTINIVEL COMO ÓPCION DE AUMENTO Y FUENTE DE INGRESOS EN MÉXICO". Instituto Politecnico Nacional.
- Sousa, G. I. (2012/13). Marketing Multinivel del Siglo XXI. (pág. 37). Cartagena, España: UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA.
- Almaraz, O. E. (7 de Agosto de 2014). Entrevista Distribuidor ANLI. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Cid, M. A. (15 de Septiembre de 2014). Ex Distribuidor de Herbalife. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- García, F. (24 de Septiembre de 2014). Entrevista Ex distribuidor Herbalife. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Gonzalez, A. (14 de Agosto de 2014). Entrevista Distribuidor. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Gutierrez, A. (2014 de Septiembre de 2014). Entrevista Distribuidor Herbalife. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Martinez, G. (16 de Agosto de 2014). Entrevista Distribuidor Herbalife. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Paz, J. (28 de Agosto de 2014). Entrevista Distribuidor ANLI. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Paz, J. (14 de Julio de 2014). Entrevista Distribuidor ANLI. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Ramos, G. (28 de Julio de 2014). Entrevista Distribuidora ANLI. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Ramos, G. (7 de julio de 2014). Entrevista Encargado. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Rojas, V. (21 de Julio de 2014). Entrevista distribuidores. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Sanchez, E. (18 de Septiembre de 2014). Entrevista Distribuidor Herbalife. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Valdez, M. (29 de Agosto de 2014). Entrevista Distribuidor ANLI. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Vazquez, L. (28 de Julio de 2014). Distribuidora de Herbalife. (N. M. Medrano, Entrevistador)
- Vazquez, R. (28 de Julio de 2014). Entrevista Ex Distribuidor Herbalife. (N. M. Medrano, Entrevistador)



METODOLOGÍA PARA EL ESTUDIO DE MERCADO DE LA LECHUGA EN EL MUNICIPIO DE TEHUACÁN, PUEBLA

Ciencias Económico – Administrativas

Dra. Miriam Silvia López Vigil¹
* Lic. Daniela Meza Osorio²
Dr. Armando Heredia González³
M.I.E Bertha Leticia Franco Salazar⁴

Resumen

La lechuga (*Lactuca sativa* L.) es una planta herbácea anual que pertenece a la familia Compositae, su importancia está determinada por algunas de sus características biológicas y por su contenido de vitaminas y sustancias nutritivas, el valor alimenticio de la lechuga como alimento, radica en el contenido de vitaminas y sales minerales. Esta planta es actualmente uno de los cultivos hortícolas más importantes que se consumen en crudo a nivel mundial, por lo que en los últimos tiempos, debido a la creciente preocupación de los consumidores por adquirir productos sanos e inocuos, este producto representa un buen potencial para ser manejado bajo un esquema de producción, que brinde estos beneficios al consumidor y que permita al productor obtener un valor agregado, (Segura, 2006).

El presente trabajo expone la metodología aplicada para realizar el estudio de mercado de la lechuga en el municipio de Tehuacán, Puebla. El estudio de mercado es un elemento fundamental dentro de la investigación que evalúa la factibilidad en términos de mercado, técnicos y financieros para el establecimiento de un sistema de hidroponía tecnificado básico, para la producción de lechuga en el municipio de Tehuacán, Puebla.

Se presenta la planeación de la investigación desde el planteamiento del problema, objetivo, metodología, y los resultados que son básicamente delimitación de la población objeto de estudio y el diseño del instrumento para la obtención de datos.

Palabras Clave: Lechuga, Estudio de Mercado, Factibilidad, Hidroponía.

Introducción

La lechuga es la planta más importante del grupo de las hortalizas de hoja, se consumen en ensaladas, es ampliamente conocida y se cultiva casi en todos los países del mundo. La lechuga procede de la especie silvestre *Lactuca scariola* L. (Figura 1), clasificada como maleza y difundida ampliamente en el centro y sur de Europa, así como en Rusia. Se cultiva casi en todo el mundo en climas fríos como planta medicinal y como verdura. Para consumirla en ensaladas, en platos fríos o como adorno de platos especiales, no se le permite florecer, (Chávez, 2001).

¹La Dra. Miriam Silvia López Vigil es Profesora-Investigadora de la División de Estudios de Posgrado e Investigación y de Ingeniería Bioquímica del Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla, México, miriam@ittehuacan.edu.mx

²La Lic. Daniela Meza Osorio, es Licenciada en Administración y es estudiante de la Maestría en Administración de la DEPI del Instituto Tecnológico de Tehuacán, danielameza.o@hotmail.com

³El Dr. Armando Heredia González es Profesor-Investigador de la División de Estudios de Posgrado e Investigación en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, aheredia2001@yahoo.com.mx

⁴La M.I.E. Bertha Leticia Franco Salazar es Profesora-Investigadora de la División de Estudios de Posgrado e Investigación en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, francosl@hotmail.com



Figura 1 Especie Silvestre de lechuga

Los principales productores de lechuga en el mundo durante el 2004 fueron: China con 1,050,500 t; EUA 4,507,460 t; España 1,048,325 t; México fue el décimo productor de esta hortaliza con 247,385 t. Los tres principales países exportadores fueron: España con 574,134 t; EUA con 439,906 y los Países Bajos 95,760 t; México ocupó el octavo lugar en esta lista. Los importadores fueron: Alemania, Reino Unido, Canadá con 272,385 t, 193,104 t, 314,613 t, respectivamente, en ese nivel México ocupó el quinceavo lugar (Bobadilla, Rivera, & Del Moral, 2010).

La lechuga a nivel nacional de acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera 2014 tuvo una superficie sembrada de 19440.40 hectáreas de las cuales 18973.77 hectáreas representan la superficie cosechada. La producción en toneladas fue de 40,6678.05 t, el rendimiento obtenido expresado en t/ha fue de 139.77, el precio por tonelada de la lechuga fue de \$ 38,166.20 pesos y el valor de la producción en miles de pesos que representan los ingresos totales por la comercialización de ésta hortaliza fueron de \$ 1,226,325.49 pesos (Tabla 1).

Tabla 1 Producción de Lechuga a nivel nacional 2014

| Tipo de Lechuga | Sup. Sembrada (ha) | Sup. Cosechada (ha) | Producción (t) | Rendimiento (t/ha) | PMR (\$/t) | Valor Producción (Miles de Pesos) |
|--------------------|--------------------|---------------------|------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------------|
| | 280.00 | 280.00 | 6028.65 | 21.53 | \$ 2,587.25 | \$ 15,597.64 |
| Baby Leaf Orgánico | 450.00 | 450.00 | 4725.00 | 10.50 | \$ 9,500.00 | \$ 44,887.50 |
| Escarola | 306.00 | 303.50 | 1810.71 | 5.97 | \$ 6,182.97 | \$ 11,195.57 |
| Invernadero | 5.60 | 5.60 | 270.20 | 48.25 | \$ 4,300.00 | \$ 1,161.86 |
| Orejona | 1557.52 | 1531.52 | 28274.30 | 18.46 | \$ 3,298.97 | \$ 93,276.18 |
| Romana | 16391.28 | 15953.15 | 359944.19 | 22.56 | \$ 2,797.01 | \$ 1,006,769.24 |
| Romana Orgánica | 450.00 | 450.00 | 5625.00 | 12.50 | \$ 9,500.00 | \$ 53,437.50 |
| Total | 19440.40 | 18973.77 | 406678.05 | 139.77 | \$ 38,166.20 | \$ 1,226,325.49 |

Fuente: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera

La producción de lechuga se desarrolla en 25 estados de la República. A nivel nacional la superficie se ha incrementado de 5,917 a 11,297 hectáreas en el periodo 1990-2003, es decir una tasa de crecimiento anual de 5.1%. En el año 2003, los principales estados productores eran, en orden de importancia, Guanajuato, Puebla y Zacatecas (Bobadilla, Rivera, & Del Moral, 2010).

La producción de lechuga en el municipio de Tehuacán, Puebla según SIAP, la superficie sembrada y cosechada de lechuga en el año 2013 fue de 40 hectáreas, con una producción de 564 toneladas por lo que el rendimiento expresado en t/ ha fue de 14.1, el precio por tonelada de la lechuga fue de \$ 3,090.63, por lo que los ingresos obtenidos por el cultivo fueron de \$ 1, 743 115.32 pesos.

La lechuga es uno de los cultivos sobresalientes del grupo de las hortalizas, en el orden de ideas de la producción de ésta a nivel nacional y región, se menciona la importancia de llevar a cabo un estudio de mercado que permita conocer y valorar la situación de la oferta y la demanda de la lechuga en el municipio de Tehuacán, Puebla. Resaltando que éste (estudio de mercado) es uno de los factores determinantes en la factibilidad para establecer el sistema hidropónico tecnificado básico en dicho municipio.

Planteamiento del problema

El Estudio de Mercado tiene como finalidad determinar si existe o no, una demanda que justifique la puesta en marcha de un sistema de producción de lechuga hidropónica, es el punto de partida que determina la continuidad del estudio técnico y financiero.

Se desconoce la situación actual de la oferta y la demanda de la lechuga en el municipio de Tehuacán, Puebla. Es fundamental conocer si existe una demanda insatisfecha que justifique el establecimiento del sistema hidropónico, además el estudio de mercado permite analizar a la competencia (otros productores en la zona), así como las formas de comercialización y sobre todo la frecuencia con la que los habitantes del municipio consumen a la lechuga, conocer las variedades que se ofertan y demandan, los precios de venta promedio y saber los momentos en los que la demanda de la lechuga se incrementa.

Con el desarrollo del estudio de mercado se obtendrá información relevante de los productores de lechuga hidropónica que estén localizados en el municipio de Tehuacán, Puebla, información estadística que no se cuenta en registros oficiales. Se obtendrá información que permitirá caracterizar a los productores de la zona en términos de mercado. En la parte del intermediario (comerciante en mercados del municipio) se podrá describir la demanda que la lechuga hidropónica tiene en el municipio de Tehuacán.

El estudio de mercado representa la primera fase del estudio de factibilidad para establecer el sistema hidropónico tecnificado básico, si resulta factible en términos de mercado el proyecto, los estudios siguientes se conforman del análisis técnico y financiero de dicho sistema, con ello se remarca la importancia que el estudio de mercado representa.

Objetivo

Desarrollar la metodología para un estudio de mercado que permita determinar la oferta y demanda de la lechuga en el municipio de Tehuacán, Puebla.

Metodología

Ésta investigación es de tipo cualitativa porque se apoya en técnicas de recolección de datos como la entrevista estructurada, la observación y la revisión documental, no se manipulan variables y no se busca la comprobación de hipótesis. Y es cuantitativa porque se apoya en la aplicación de cuestionarios, que permite analizar los resultados en base a métodos estadísticos. En conjunto ambos enfoques se utilizan para determinar la factibilidad de establecer un sistema de hidroponía tecnificado básico.

Tiene un alcance exploratorio, porque con la investigación se obtendrá información relevante de los pequeños productores de lechuga hidropónica en el municipio de Tehuacán, Puebla. La información que se busca obtener es sobre la ubicación de los pequeños productores, las condiciones de producción y la distribución de la lechuga. De acuerdo a fuentes de SAGARPA del Distrito 08 (Tehuacán) no se

cuenta con información relacionada de los pequeños productores de lechuga en el municipio. Por lo que en un inicio la investigación recabará datos importantes de las condiciones en términos de mercado, financieros y técnicos de dichos productores, además de contabilizar y localizar a los pequeños productores de lechuga hidropónica del municipio de Tehuacán, Puebla.

Presenta un alcance descriptivo, con base a la información recabada, se podrá describir la situación actual en términos técnicos, de mercado y financiero, de los productores de lechuga del municipio de Tehuacán, Puebla, así como describir la situación en términos de mercado de la lechuga en el municipio. Con base en ello se podrá establecer los indicadores para que un pequeño productor considere redituable su negocio y proyectar el nivel de tecnificación en sistemas hidropónicos a la que el productor puede evolucionar.

La investigación presenta un diseño no experimental. Es una investigación transaccional o transversal, ya que se limitará a recolectar datos en un solo momento, en tiempo único. El objetivo, se busca alcanzar a través de la investigación documental y de campo. Se estudiará a los productores de lechuga del municipio, con la finalidad de obtener información relacionada con la situación actual de los productores y las condiciones técnicas en las que producen y comercializan.

En el proyecto de investigación integral se realizará el estudio de factibilidad contemplando al Estudio de Mercado, Estudio Técnico y el Estudio Financiero, donde la metodología para el estudio de mercado aquí expuesta sienta las bases de dicha investigación.

El Estudio de Mercado tiene como elementos a estudiar a los productores de lechuga y a las personas que venden la lechuga al consumidor final (intermediarios). Se contempla el uso de fuentes primarias y fuentes secundarias en la elaboración del Estudio de Mercado.

Dentro de las fuentes primarias, se realizarán entrevistas estructuradas a productores de lechuga, en el municipio de Tehuacán, Puebla para conocer de cada uno de ellos la capacidad y condiciones de producción, niveles de venta y ubicación. Se contempla la aplicación de un cuestionario a intermediarios para conocer niveles de venta, proveedores y precio regular de la lechuga. La encuesta se planea realizar en los mercados más sobresalientes del municipio de Tehuacán, Puebla (Mercado la Purísima, Amador Hernández y el mercado 16 de Marzo), considerando a la población de intermediarios como aquellos que se encuentren registrados en la administración de cada uno de los mercados y que sean establecimientos que vendan lechugas. Las fuentes secundarias, se utilizarán en la localización de los productores de lechuga para ello se cuenta con el apoyo de SAGARPA Delegación Tehuacán. Los productores que proporcione SAGARPA Delegación Tehuacán serán un apoyo para localizar a otros productores. La Dirección de Desarrollo Rural de Tehuacán, Puebla se considera otra fuente para la ubicación de productores de lechuga en el municipio y las Oficinas de MiPymes ubicadas en el H. Ayuntamiento de Tehuacán.

Resultados

Los resultados que se exponen en ésta sección, se encuentran conformados con la descripción de las variables involucradas, delimitación de la población objetivo y el diseño del instrumento de recolección de datos.

Operacionalización de Variables

Las variables que se involucran en la investigación son: Hidroponía Tecnificada Básica, como la variable dependiente y las variables independientes son: la factibilidad de mercado, la factibilidad técnica y la factibilidad financiera (Figura 2).

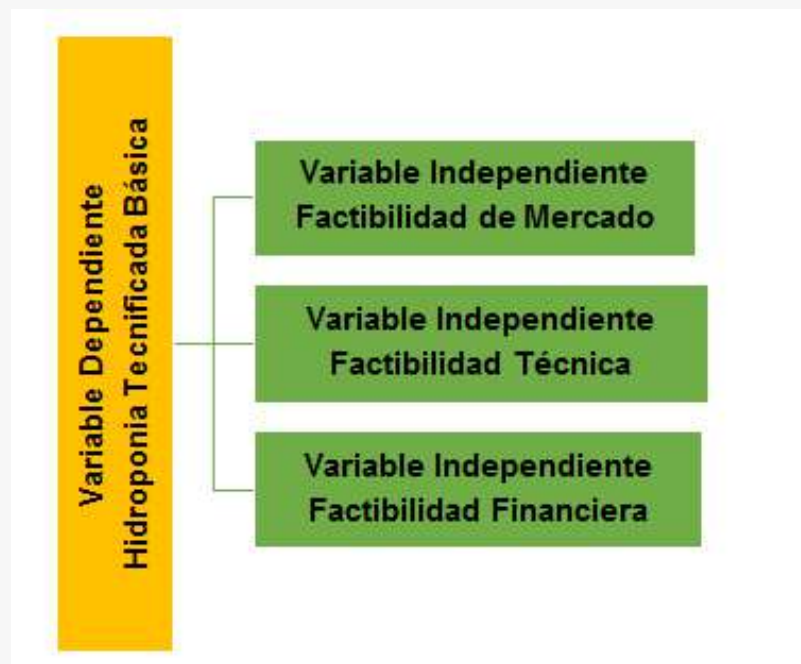


Figura 2 Operacionalización de Variables

Cada variable a su vez se divide en subdimensiones, mismas que presentan indicadores que facilitan la delimitación del estudio. La Tabla 2 y la Tabla 3 describen a éstos componentes.

Cada variable a su vez se divide en subdimensiones, mismas que presentan indicadores que facilitan la delimitación del estudio. La Tabla 2 y la Tabla 3 describen a éstos componentes.

Tabla 2 Variable Dependiente

| Dimensiones | Sub dimensiones | Indicadores | Items o Preguntas |
|-------------------------|-----------------|--|--|
| Requerimientos Técnicos | Zona de Cultivo | Tamaño, Localización | Area de Invernadero |
| | | Equipo, materiales, herramientas, etc. | Descripción del equipo, herramientas y materiales. |
| | Producción | Tecnología | Nivel de Tecnificación |
| | | Capacidad/ niveles de Producción | Definir la capacidad de producción |
| | | Método de Producción | Sistema de Producción Hidropónico utilizado. |

Fuente: Elaboración Propia

⊕ **Tabla 3** Variable Independiente

| Dimensiones | Sub dimensiones | Indicadores | Características | Pregunta |
|------------------------------------|---|--|--|--|
| Factibilidad de Mercado | Competencia | Núm. De Competidores Ubicación | Conocer la competencia y sus características. | 12, 13, 14, 15, 16, 17 |
| | Cliente | Clientes Potenciales | Conocer los clientes potenciales y reales. | 10,11 |
| | | Clientes Reales | | |
| Precio | Estrategia de Precio | | Criterio de fijación de precio Precio Regular de la lechuga | 4, 5,6, 7 8 |
| Factibilidad Técnica | Zona de Cultivo | Tamaño, Localización | Area de Invernadero | 18, 19 |
| | | Equipo, materiales, herramientas, etc. | Descripción del equipo, herramientas y materiales. | 26, 27, 32 |
| | | Tecnología | Nivel de Tecnificación | 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36, 37 |
| | Producción | Capacidad/ niveles de Producción Método de Producción | Definir la capacidad de producción Sistema de Producción Hidropónico utilizado. | 38, 39, 45 20, 28, 29, 30, 31, 33, 34, |
| Rendimiento | Producción en términos de Kg/m ² | Rendimientos en términos de área disponible. | | 40 (Eficiencia agua) |
| Factibilidad Económica/ Financiera | Inversión | Inversión Total | Inversión del proyecto requerida. | 46,47 |
| | | Periodo de Recuperación de la Inversión. | Recuperación de la inversión. | 49, 50, 51 |
| | Ingreso | Ingreso por venta | Ingresos percibidos | |
| | Costos | Costos de Producción | Costos incurridos de Producción. | 51, 52 |
| Rentabilidad | Indicadores Económicos | | Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) | |
| | | | Valor Presente Neto (VAN) | |
| | | | Relación Costo - Beneficio (B/C) | |
| | | | Relación Beneficio - Inversión (N/K) | |

Fuente: Elaboración Propia

□

Población y Muestra: La población la comprenden los productores de lechuga hidropónica y los comerciantes de los mercados la Purísima, 16 de Marzo y Amador Hernández debidamente registrados en la administración de cada uno de ellos (Número de puestos dedicados a la comercialización de lechuga establecidos en cada uno de los mercados). De acuerdo a información de la Administración de cada uno de los mercados, el número de puestos del giro de comercialización de verduras se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4 Establecimientos de verdura según fuentes.

| Mercado | Número de Puestos | Fuente |
|------------------|-------------------|--------------------------------------|
| La Purísima | 250 – 300 | Administración Mercado |
| 16 de Marzo | 60 – 63 | Dirección Fomento Comercial y Abasto |
| Amador Hernández | 10 | Oficinas Privadas del Mercado |

Fuente: Elaboración Propia

Del número de puestos registrados en cada una de las oficinas administrativas de los mercados corresponden a los intermediarios que comercializan verduras, de éstos solo se considerarán para el estudio, aquellos que vendan lechugas. Para saber el número de comerciantes que cumplan con ese criterio, se hará a través de la observación directa en cada uno de los establecimientos (mercados).

Diseño del Instrumento: Con base en la metodología establecida para ésta investigación, los instrumentos para llevar a cabo la obtención de información son la entrevista y el cuestionario. La Entrevista Estructurada tiene la finalidad de obtener la información sobre los productores de lechuga en términos de clientes, principales competidores, condiciones del área de cultivo, equipos, materiales y herramientas con las que cuenta, tecnología utilizada, capacidad de producción, rendimientos en términos de kg/m², inversión realizada, ingresos por venta y costos de producción. La entrevista se conforma de 56 preguntas, de las cuales 17 preguntas están dirigidas al estudio de Mercado, 28 preguntas al estudio Técnico, 7 preguntas al estudio Financiero y se anexan 4 preguntas dirigidas a obtener información adicional del productor. El Cuestionario tiene la finalidad de evaluar la situación de la lechuga hidropónica y su potencial de comercialización en el municipio de Tehuacán, Puebla. El cuestionario, estará sujeto a una prueba piloto, con la finalidad de comprobar su confiabilidad y validación.

Delimitación de la Población

Para la aplicación de la entrevista, se recurrió a las fuentes secundarias mencionadas para ubicar a los productores de lechuga hidropónica, algunos productores se identificaron con el apoyo de otro productor (Tabla 5).

Tabla 5 Establecimientos de verdura según fuentes.

| Productor | Número de Productores en la zona |
|------------------------|----------------------------------|
| San Diego Chalma | 1 |
| San Lorenzo Teotipilco | 1 |
| Acatepec | 2 |
| San Martín | 2 |
| Rancho Cabras | 1 |
| Francisco I. Madero | 1 |

Fuente: Elaboración Propia

Para la aplicación del cuestionario, se realizó la observación directa en cada uno de los mercados, con la finalidad de obtener el número exacto de los establecimientos de verdura que formarán parte de la población de estudio. La información obtenida se proyecta en la Tabla 6.

Tabla 6 Establecimientos de verdura según observación directa

| Mercado | Puestos Frutas y Verduras | Puestos/lechuga |
|------------------|----------------------------------|------------------------|
| La Purísima | 278 | 37 |
| 16 de Marzo | 34 | 24 |
| Amador Hernández | 10 | 10 |

Fuente: Elaboración Propia

Diseño del Instrumento

El cuestionario es un instrumento utilizado en la obtención de información, por ser un instrumento cuantitativo se requiere de la aplicación de prueba piloto para su confiabilidad y validación.

La prueba piloto del cuestionario se realizó en la Ciudad de Ajalpan, Puebla. La prueba piloto fue de utilidad para mejorar el diseño del cuestionario (instrumento de obtención de datos) dirigido a comerciantes de lechuga. La localización de puntos de mejora en el cuestionario, apoyó para rediseñar el instrumento de manera que permita la obtención de información útil, de acuerdo a los objetivos de esta investigación.

El cuestionario que se aplicará a los comerciantes que conforman la población objetivo se detalla a continuación.



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO
Instituto Tecnológico de Tehuacán

El siguiente cuestionario tiene la finalidad de recabar información sobre comerciantes de lechuga ubicados en el municipio de Tehuacán. Se pretende evaluar la situación de la lechuga hidropónica y su potencial de comercialización de la zona objetivo. La información recabada será de utilidad para fines estadísticos y de investigación.

Se agradece la respuesta atenta a ésta solicitud.

Mercado: _____ No. De Cuestionario: _____

Edad: ____ años. Antigüedad en este lugar: ____ años.

Nivel Educativo:

a) Ninguna b) Primaria c) Secundaria d) Preparatoria e) Licenciatura f) Otra: _____

1. De las hortalizas que usted vende, ¿Cuál es la que mayor desplazamiento presenta?

a) Lechuga b) Jitomate c) Chile d) Cebolla e) Ajo f) Otro, especifique: _____

2. Con referente a las lechugas que comercializa, el proveedor de su producto es de:

a) Tehuacán b) Otra localidad, especifique: _____ c) Otro Municipio, especifique: _____

3. Con base a qué criterio escoge a sus proveedores:

a) Calidad b) Precio c) Cercanía d) Recomendación

4. ¿Sabe de qué manera es producida la lechuga que usted comercializa?

a) Hidropónica b) Cultivo en suelo c) Desconoce

5. Generalmente una lechuga hidropónica se vende con todo y su raíz, de las personas que adquieren una lechuga en su negocio ¿Le han solicitado una lechuga con esa característica?

a) Siempre b) A veces c) Rara vez d) Nunca

6. ¿A quien considera su principal cliente?

a) Amas de Casa b) Cocinas Económicas c) Restaurantes d) Otros, Especifique: _____

7. ¿Qué tipos de lechuga vende?

a) Orejona b) De bola c) Lechuga de hoja crespada d) Lechuga de hoja crespada Morada e) Todas las anteriores

8. De los tipos de lechuga que usted comercializa, ¿Cuál es el tipo de lechuga que más vende?

a) Orejona b) De bola c) Lechuga de hoja crespada d) Lechuga de hoja crespada Morada

9. ¿Qué mes o meses son en los que la venta de la lechuga se incrementa?

10. ¿Cuál es el precio de venta promedio en que usted comercializa la lechuga?

Orejona _____ De bola _____ Lechuga de hoja crespada _____ Lechuga de hoja crespada Morada _____

11. ¿Cuántas lechugas aproximadamente compra por semana?

Orejona _____ De bola _____ Lechuga de hoja crespada _____ Lechuga de hoja crespada Morada _____

12. En su opinión, ¿la lechuga es una hortaliza que tiene una demanda?

a) Alta b) Intermedia c) Baja

13. La utilidad que obtiene por la venta de lechuga, la considera como:

a) Alta b) Intermedia c) Baja

Conclusiones

En general, la delimitación de la población objetivo específica a dos poblaciones: los productores de lechuga hidropónica en el municipio de Tehuacán, Puebla que representan la parte de la oferta y a los comerciantes de lechuga de los mercados populares del mismo municipio que involucran la demanda. Los instrumentos a emplear para la obtención de información son la entrevista en el caso de los productores y el cuestionario para los comerciantes de los mercados.

Un estudio de factibilidad, establece las condiciones que hacen ejecutable el proyecto de inversión y permiten su realización con éxito. Determina asimismo las funciones o prioridades a tener en cuenta durante todo su desarrollo (Santos, 2008). Según el Diccionario de la Real Academia Española, la Factibilidad es la "cualidad o condición de factible". Factible: "que se puede hacer". El desarrollo de la investigación permitirá conocer la oferta y demanda de la lechuga hidropónica en el municipio de Tehuacán, Puebla. Además, de caracterizar al productor en términos de mercado, productivos (técnico) y financieros.

Este estudio, le permitirá al productor contar con la información necesaria para deliberar y tomar una decisión, en relación a si le conviene realizar cambios en su manera de producir o es mejor continuar con su práctica habitual, e inclusive si es conveniente invertir en este tipo de negocio. Si se determina que es factible, los beneficios para el productor son significativos, tales como: optimización del área de producción disponible, eficiente uso del recurso agua e incremento del rendimiento expresado en niveles de producción.

La Hidroponía es una actividad empleada en la producción de alimentos, que actualmente están en auge debido a la creciente necesidad de hacer eficientes los procesos productivos en el plano agrícola. La importante tarea de optimizar los recursos productivos limitados como es el caso del recurso hídrico y el territorial hacen de la Hidroponía una alternativa que permiten el logro de éstos fines. Es importante determinar la factibilidad de establecer un sistema hidropónico tecnificado básico, debido a que estableciendo sistemas de cultivo con esas características, se tiene la capacidad de producir alimentos bajo condiciones saludables e higiénicas y optimizando el uso del recurso agua, y aprovechamiento de la extensión territorial disponible.

Autorización y Renuncia

Se autoriza al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D=Dinámica del saber edición 2015. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresa en éste escrito.

Referencias

- Bobadilla, E., Rivera, G., & Del Moral, L. E. (2010). Factores de competitividad del cultivo de lechuga en Santa María Jajalpa, Estado de México. *Análisis Económico*, XXV(59). Obtenido de <http://www.analisiseconomico.com.mx/pdf/5909.pdf>
- Cervantes, F. N. (14 de Junio de 2011). FAO: Agricultores deben impulsar cultivos sustentables. Artículo. Obtenido de <http://www.agrointernet.com.mx/index.php?view=article&catid=2:agricultura&id=1564:fao-agricultores-deben-impulsar-cultivos-sustentables&format=pdf>
- Chávez, D. A. (2001). Lechugas Hidropónicas. Seminario de Agronegocios.
- Guevara, A. F. (2012). Agricultura Protegida Campesina en Tehuacán, Puebla. Agricultura Protegida Campesina en Tehuacán, Puebla. Tehuacán, Puebla, México.
- Robles, M. P. (2006). Hidroponía rústica. SECRETARIA DE AGRICULTURA, 1 -12.
- Ruiz, G. S. (2000). Hidroponía Básica el cultivo fácil y rentable de plantas sin tierra. Diana.
- Santos, T. S. (2008). Estudio de Factibilidad de un Proyecto de inversión: "Etapas en su Estudio". En contribuciones a la Economía. Segura, J. (2006). Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México. Cultivo Orgánico de Lechuga . Estado de México.
- SIAP. (2014). Servicio de Información Agroalimentario y Pesquera. Obtenido de <http://www.siap.gob.mx/>

INTEGRACIÓN DE UN MODELO DE GESTIÓN DE RECURSOS HUMANOS PARA FORTALECER LA IMAGEN EMPRESARIAL

Ciencias Económico-Administrativas

* Carla Vásquez, Benítez.¹
Liliana Esther Cruz Arias.²
Margarita Benítez Mendiola³

Resumen

En esta investigación se indaga la problemática organizacional que tiene una microempresa de servicios, perteneciente al sector de asistencia médica y análisis clínicos, se requiere analizar la presencia o ausencia de los procesos de recursos humanos en la organización para el fortalecimiento de la imagen del laboratorio en la ciudad y región. Durante 30 años que ha permanecido el laboratorio de análisis clínicos en el mercado, ha tenido un crecimiento en instalaciones, pero es necesario desarrollar una estrategia de recursos humanos con la visión de empoderar a su personal para generar una diferencia en el sector de asistencia médica y análisis clínicos. En una primera línea este estudio iba enfocado al conocimiento de la satisfacción del servicio al cliente, obteniendo resultados positivos en los clientes actuales y potenciales, por lo cual dicha investigación tuvo que dar un giro de 180° grados por tales resultados. El objetivo del estudio es integrar un modelo de gestión de recursos humanos basado en competencias para fortalecer la imagen del laboratorio de análisis clínicos.

Palabras clave: Modelo, Recursos Humanos, Competencias, Microempresa.

Introducción

La administración es la actividad humana encargada de organizar y dirigir el trabajo individual y colectivo efectivo en términos de objetivos predeterminados (Hernández y Rodríguez, 2002), es decir la administración surge por necesidad de conjuntar esfuerzos para lograr un objetivo, en este caso el director - fundador controla la administración, se encarga de tomar las decisiones más importantes del negocio, sin embargo denota una falta de interés hacia el personal, lo que se ha observado en una repercusión en errores en los procesos productivos, provocando un incremento en los desperdicios, entregas de resultados a destiempo, y sobre todo una falta de profesionalismo en la realización del trabajo por parte del personal, es decir todo lo anterior se refleja en la imagen del laboratorio.

Para este trabajo de investigación se han analizado los posibles efectos que ha llevado el funcionamiento inadecuado de la dirección, así como la poca importancia que se le otorga a los procesos de recursos humanos se ha notado en el valor que le otorga el trabajador a su desempeño en sus funciones.

Planteamiento del Problema

Las empresas son el principal factor dinámico de la economía de un país y constituyen a la vez un medio de contribución al trabajo realizado por las personas hacia la organización.

¹Licenciatura en Administración, Instituto Tecnológico de Tehuacán, 0442381280776, cavasben51019@hotmail.com.

²Maestría en Administración, Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, 0442383906925, mtra.liliana@hotmail.com

³Maestría en Administración, Instituto Tecnológico de Tehuacán, 0442381098435, magoben2002@hotmail.com

organización. Así mismo la iniciativa de una mayoría de personas, generadoras de sus propios empleos, ha visto el fruto de sus esfuerzos obteniendo la mayor participación porcentual dentro de la clasificación estratificada en las unidades económicas del país.

La administración surge por necesidad de conjuntar esfuerzos para lograr un objetivo, en este caso el fundador-director controla la administración, se encarga de tomar las decisiones más importantes del negocio, sin embargo denota una falta de interés hacia el personal, lo que ha repercutido en errores en los procesos productivos, provocando un incremento en los desperdicios, entregas de resultados a destiempo, y sobre todo una falta de profesionalismo en la realización del trabajo por parte del personal, es decir todo lo anterior se refleja en la imagen del laboratorio de análisis clínicos.

Objetivo General

Integrar un Modelo de Gestión de Recursos Humanos basado en competencias adecuado a la estructura organizacional, para fortalecer la imagen de la microempresa de servicios en el mercado actual.

Objetivos Específicos

1. Realizar un diagnóstico inicial en la microempresa **ANMICLIT** Laboratorio.
2. Analizar la información resultante, para establecer los procesos de recursos humanos que son los adecuados en la microempresa de servicios.
3. Desarrollar los procesos de recursos humanos en relación con las competencias idóneas para el sector servicio, identificando los parámetros de las competencias, así como sus grados y la categorización por nivel jerárquico.,
4. Diseñar el Modelo de Gestión con los procesos claves de Recursos Humanos utilizando las competencias, así como en la estructuración de sus herramientas para cada etapa.
5. Integrar el Modelo de Gestión con los procesos claves de Recursos Humanos basados en competencias con el objetivo de fortalecer la imagen de la microempresa de servicios.

Marco Teórico

El entorno actual ha sido resultado de una transición de distintos cambios, en el aspecto económico, social, empresarial entre otros. Sin embargo en el factor organizacional, es de mayor impacto en la sociedad, siendo este último utilizado para caso de estudio, para desarrollar nuevas técnicas, herramientas y procedimientos que se utilizan para alcanzar los objetivos empresariales.

En México

En 1985 la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI), actualmente Secretaría de Economía, estableció de manera oficial los criterios para clasificar a la industria de acuerdo con su tamaño. El 30 de abril de ese año, publicó en el Diario Oficial de la Federación el programa para el Desarrollo Integral de la Industria Pequeña y Mediana, en el que se establece la clasificación bajo los siguientes estratos: (INEGI, CENSOS ECONOMICOS 2009)

Microindustria. Las empresas que ocuparan hasta 15 personas y el valor de sus ventas netas fuera hasta 30 millones de pesos al año.

Industria Pequeña. Las empresas que ocuparan hasta 100 personas y sus ventas netas no rebasaran la cantidad de 400 millones de pesos al año.

Industria Mediana. Las empresas que ocuparan hasta 250 personas y el valor de sus ventas no rebasara la cantidad de mil 100 millones de pesos al año.

Desde entonces, el marco normativo y regulatorio de las actividades económicas de las micros, pequeñas y medianas empresas lo ha establecido la Secretaría de Economía (antes SECOFI).

Empresa Familiar

Una definición que se considera fácil de comprender sobre Empresa Familiar, es la de Viedna "Se entiende aquellas en las que un núcleo familiar controla la mayoría del capital" (mencionado por Rodríguez Valencia 1999, p. 61).

De acuerdo a las causas que establece el autor, a través de estudios enfocados a los micros y pequeñas, detecto los problemas más importantes, el cual de acuerdo a lo que se plantea con este proyecto de investigación, es referente a la "Falta de experiencia administrativa", del dueño y/o director de la microempresa.

Lo anterior incentiva a generar un diseño de un modelo de Gestión de Recursos Humanos basado en competencias como lo explica uno de los grandes especialistas en la dirección de empresas, (JEFFREY, 1996): "El éxito no procede de diseñar una buena estrategia, sino de su correcta implantación. Esta capacidad de implantación depende en gran medida de la gente que compone la organización, de cómo son tratados, de sus capacidades y competencias, y de sus esfuerzos por contribuir a la empresa".

Las personas

¿Y las personas? ¿Cómo serán los empleados de las organizaciones del primer mundo? Al igual que las propias organizaciones, poco se parecerán a los que hoy conocemos. Nos atrevemos a apuntar que los protagonistas de las nuevas organizaciones reunirán tres características: iniciativa, independencia, inteligencia, (Rodríguez-Serrano, 2004).

La conceptualización del término "competencia"

"Una competencia es una característica subyacente de un individuo que está causalmente relacionada a un criterio referenciado como efectivo y/o un desempeño superior en un trabajo o en una situación". (Spencer, 1991).

Elementos básicos del Modelo de Gestión de Recursos Humanos

La gestión de recursos humanos debe entenderse como el conjunto de actividades, técnicas e instrumentos que se desarrollan y aplican en una empresa, como se muestra en la Figura 1, el cual consiste en situar a la persona idónea en el puesto adecuado en el momento oportuno, formada y motivada para contribuir eficazmente a la consecución de los objetivos de la organización. También deben considerarse gestión de recursos humanos las actividades, técnicas e instrumentos cuyo objeto es facilitar una salida ordenada de la organización de aquellas personas que no son necesarias para la obtención de los resultados de negocio.

Esta definición resume el enfoque del modelo sobre gestión de recursos humanos. Si queremos desarrollar este enfoque nos bastará con extraer de la definición algunas palabras con valor sustantivo. Las primeras deberían ser, sin duda, persona, puesto y organización, ya que definen la materia prima de la gestión de recursos humanos.

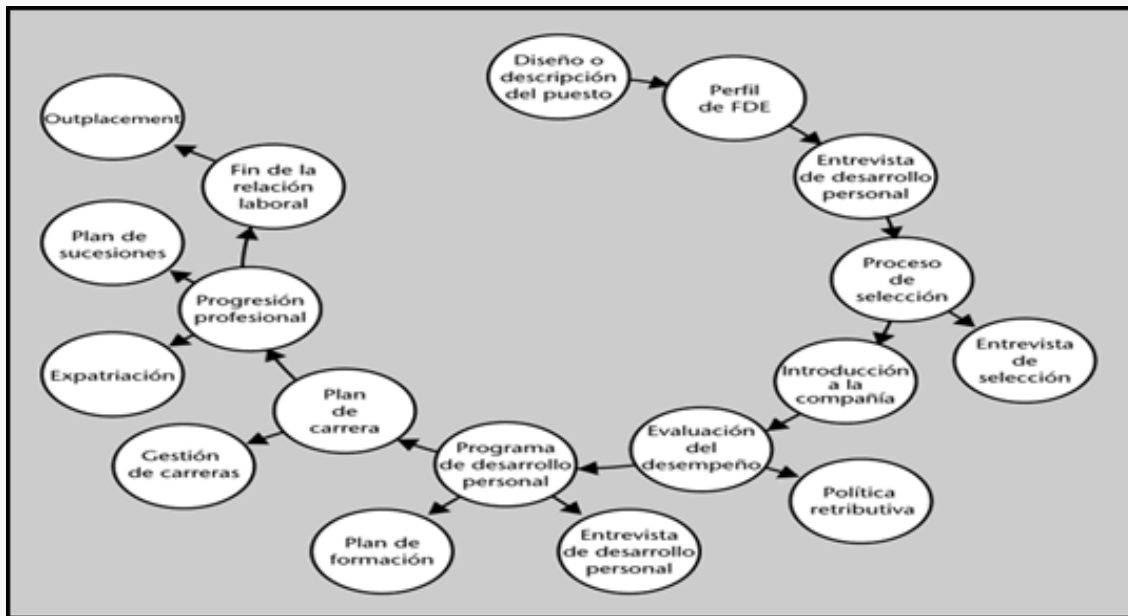


Figura 1.-Representación gráfica de la gestión de recursos humanos a través del modelo de ciclo de vida profesional estándar. Fuente: El modelo de Gestión de Recursos Humanos, un enfoque tradicionalmente nuevo sobre gestión de personas, Rodríguez-Serrano Juan Carlos, 2004, Editorial UOC, p.29.

La implantación del modelo en la empresa

Así, el modelo relacional nos obliga a comenzar examinando y trabajando sobre los entornos organizativos de la empresa: cuántos hay, cuáles son, cómo se organizan y cómo se interrelacionan.

A continuación, entraremos a considerar los puestos de trabajo: su diseño-descripción (identificación, misión, principales responsabilidades, marco de contribución), los requerimientos que el puesto exige de las personas que los ocupen (perfil de FDE) y su evaluación. Por último, podremos pasar, con el permiso del proceso de selección, a las personas: introducción a la compañía, evaluación del desempeño, programas de desarrollo personal: planes de información, planes de carrera, etc. El modelo de ciclo de vida profesional estándar nos proporcione un orden similar.

Metodología de la Investigación

Para esta investigación la clasificación del estudio está considerada como caso único, se encuentra ubicada en la subdivisión de tipo cualitativo, así como por la naturaleza del estudio es considerada descriptiva, y finalmente determinada por temporalidad en la clasificación de transaccional o transversal.

El estudio de caso se podría definir como “una investigación que mediante los procesos cuantitativo, cualitativo y/o mixto; se analiza profundamente una unidad integral para responder al planteamiento del problema, probar hipótesis y desarrollar teoría” (Hernández Sampieri y Mendoza, 2008).

Diseño de investigación

Se considera como un diseño pre experimental, ya que no ejerce ningún control sobre las variables extrañas o intervinientes, ni hay asignación aleatoria de los sujetos participantes de la investigación y no hay grupo de control. Se considera a la microempresa completa para efectos de estudio, así como sus antecedentes históricos, documentos, manuales elaborados, y se obtendrá la información a través de cuestionarios con los sujetos de estudio. Para obtener información con el objeto de analizar y evaluar los resultados arrojados, para realizar una propuesta de mejora en sus procesos en específico el área de análisis.

Muestra poblacional

Es una muestra no probabilística ya que es una cuidadosa y controlada elección de sujetos con ciertas características especificadas previamente en el planteamiento del problema, es de sujetos – tipo en donde el objetivo es la riqueza, profundidad y calidad de la información, y no la cantidad y estandarización. Está compuesta por 11 personas lo que determina que es una categoría finita y accesible esto que los elementos en su totalidad son identificables y además realmente se tiene acceso a la misma.

Hipótesis

Se estableció una hipótesis de trabajo, es la hipótesis inicial que plantea al investigador al dar una respuesta anticipada al problema objeto de investigación. De acuerdo con el estudio, se estableció la siguiente hipótesis:

HA: La inexistencia de los procesos de recursos humanos genera desinterés en la participación del trabajador en la empresa.

En cambio para el establecimiento de la hipótesis nula esta indica: que la información por obtener es contraria a la hipótesis de trabajo.

H0: La poca participación del trabajador no depende de la inexistencia de los procesos de recursos humanos.

A partir de la hipótesis se plantean la relación entre la causa y el efecto, como se muestra en la Tabla 1, identificando tres variables: la independiente, la dependiente y la interviniente.

Tabla 1
Conceptualización y operacionalización de las variables

| VARIABLES | SUBVARIABLE | DIMENSIONES |
|-------------------------|-----------------------------|--|
| Recursos Humanos | Reclutamiento de personal | Fuentes de reclutamiento |
| | Selección de personal | Entrevista |
| | Inducción | Programa de inducción |
| | Capacitación del personal | Cursos de actualización |
| | Evaluación | Desempeño en su trabajo. |
| Interés del Colaborador | La motivación en el trabajo | Recompensa o sanción, la motivación individual y grupal. |
| | Ambiente Laboral | Comunicación Interna y externa. |
| | Actitudes del trabajador | Satisfacción laboral e involucramiento del trabajador |

en su labor.

Fuente: Elaboración propia.

Recopilación de información

El instrumento de recolección de los datos, está diseñado de acuerdo a las variables de estudio, por lo cual se estructuró con 27 preguntas pertenecientes a 8 apartados utilizando las subdivisiones a estudiar teniendo como objetivo el de obtener información para la investigación. Las preguntas pertenecientes al cuestionario se conformaron en algunas de ellas con preguntas abiertas y cerradas, conformadas por respuestas que algunas de ellas son de tipo abierta, dicotómica, y otras utilizando la escala tipo Likert. La aplicación de los cuestionarios se realizó a las 11 colaboradoras que pertenecen a la microempresa de servicios, llevada a cabo en el presente año, utilizando el teléfono como medio de comunicación para la obtención de resultados.

Resultados

Los resultados obtenidos se ingresaron en el software IBM® SPSS® Statistics 20, en el cual se enumeraron las respuestas, para la identificación de las variables. La microempresa de servicios cuenta con una plantilla de 11 personas, las cuales tiene los siguientes puestos, siendo el número con mayor porcentaje las flebotomistas.

Solo se observa una persona con cargo de intendencia, la cual tiene su base en la matriz, ubicado en la ciudad de Tehuacán, y en las sucursales foráneas solo se encuentran una sola persona encargada por laboratorio, en donde tiene la obligación de recepción, extracción y entrega de resultados, así como realizar la limpieza en el laboratorio correspondiente a su cargo. De acuerdo a los resultados obtenidos en la primera parte los colaboradores del ANMICLIT Laboratorios, llegaron a solicitar trabajo porque un conocido o amigo les comento de la vacante y los cuestionados entregaron su solicitud de empleo.

En la selección, se les realizó la pregunta, si en la entrevista de trabajo, le habían explicado el perfil deseado para el puesto y así como las actividades, el 91% respondió que si le habían comentado de las actividades y solo el 9% respondió a que no, correspondiendo a 2 colaboradoras como se muestra en la Figura 2.



Figura 2.
Pregunta, ¿En la entrevista de trabajo, le explicaron el perfil deseado para el puesto y así como las actividades a realizar en el puesto?
Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente pregunta correspondiente a la “selección”, se les cuestiono, si, ¿Cuando fue contratada, se le otorgó la explicación de sus horarios de trabajo así como el sueldo designado para el puesto?, a nueve de las colaboradoras se les dio toda la información y solo a 2 de ellas, se les explico el horario de trabajo pero el sueldo no, de acuerdo con la investigación en entrevista con las colaboradoras, establece el hecho de que primero entrarían unos días a capacitación, en donde la parte directiva estaría de acuerdo con su desempeño serían contratadas.

Con respecto a la plática de inducción, se les hizo de su conocimiento la visión, misión y valores de la microempresa de servicios, solo cuatro colaboradoras establecieron en forme dividida que desconocían la razón y las otras dos colaboradoras explicaron que únicamente habían explicado las características del puesto.

Siguiendo con el apartado de inducción, se les pregunto que si ¿En el momento que se incorporo usted como el nuevo integrante del laboratorio, se le presento el resto del equipo que conforma la empresa?, se obtuvo que 2 colaboradoras expresaron diferentes razones, debido a que cada quien está en su sucursal es difícil, únicamente que se lleve a cabo en una reunión en la matriz, y la otra cuestionada solo comento que desconocía la razón de dicha situación como se muestra en la Figura 3

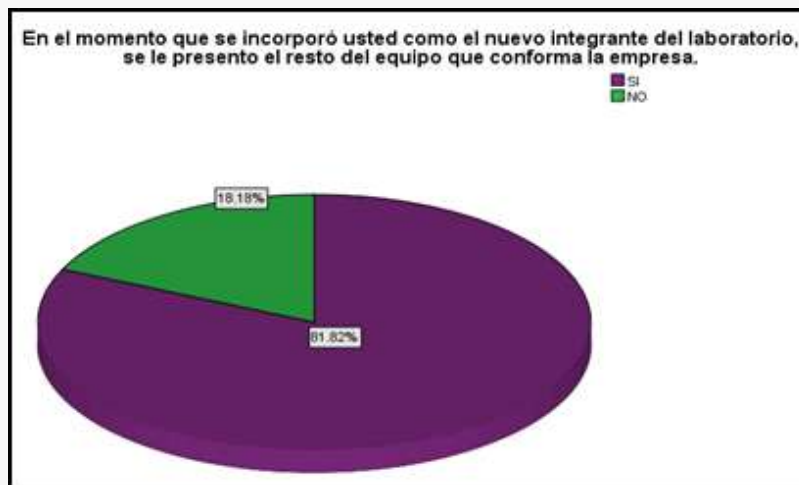


Figura 3. Pregunta, En el momento que se incorporó usted como el nuevo integrante del laboratorio, se le presento el resto del equipo que conforma la empresa.

Fuente: Elaboración Propia.

En el apartado de capacitación a las colaboradoras se les cuestiono, cuantas veces han recibido capacitación, y si estas le han servido para el desempeño de su función, las colaboradoras señalan que más de 10 veces han recibido capacitación y esto les ha servido para realizar sus funciones, únicamente a la colaboradora que tiene funciones de intendencia, explica que estas platicas pues no involucran en su función, debido que están enfocadas a los procesos de recepción, extracción de la muestra, manejo y análisis de la misma.

En el apartado de evaluación, se les cuestiono sobre si ¿Por parte de la dirección del laboratorio ha recibido una evaluación de desempeño? Las cuales reflejan una diferencia porcentual del 9%, correspondiendo a una persona que es la que al responder que no hizo la diferencia en este resultado, entre las razones expresadas de las seis personas que no han recibido alguna evaluación, manifiestan que desconocen la razón, el directivo no dice nada, consideran que realizan bien su trabajo y por eso no la han evaluado y la última razón es porque ha sido corto el tiempo desde que entro a laborar en el laboratorio. También en "evaluación" se les cuestiono a los cuestionados que si, ¿Por parte del directivo usted ha recibido

comentarios acerca de su desempeño en el puesto, y así mismo le ha comentado en el caso específico cuando ha cometido algún error en la ejecución de su labor?, la mayoría respondió "SI", a esta interrogante, y la minoría que respondió que "NO", declaran que el directivo realiza comentarios de forma indirecta y otros más consideran que no han tenido queja de ella. Estas preguntas son muy importantes para la investigación ya que es muy importante que el personal sea evaluado de acuerdo a metas productivas, y esto determine su desempeño en sus funciones con el objetivo de evitar el "YO PIENSO QUE", formalizar la parte evaluativa generara mayores beneficios para el laboratorio. Como se muestra en la Figura 4 y 5.

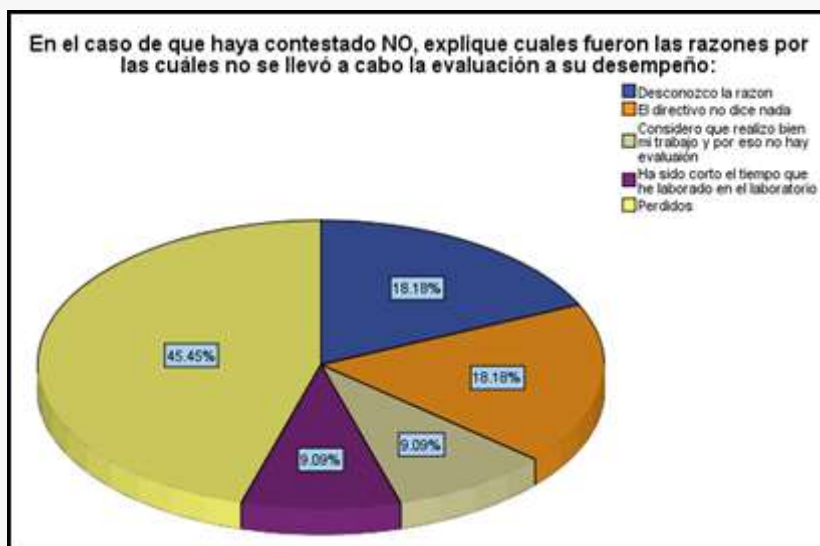


Figura 4. Pregunta, En el caso de que haya contestado NO, explique cuales fueron las razones por las cuáles no se llevó a cabo la evaluación a su desempeño:
Fuente: Elaboración Propia.

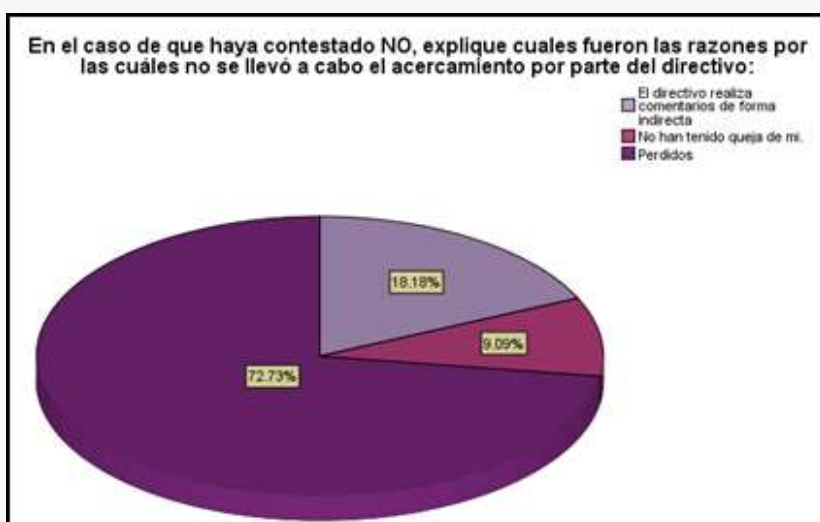


Figura 5. Pregunta, En el caso de que haya contestado NO, explique cuales fueron las razones por las cuáles no se llevó a cabo el acercamiento por parte del directivo:
Fuente: Elaboración Propia.

En el siguiente apartado correspondiente al Interés del Colaborador en lo que se refiere a la “Motivación”, se realizaron cuatro preguntas, las cuales en la primera de estas se le cuestiono, ¿De acuerdo con usted se siente recompensado (a) en su salario, permisos y vacaciones?, el 73% respondieron “NO” y solo el 27% respondieron “SI”. Las razones que expone la mayoría que al 9% no le comentaron que tenían vacaciones, al otro 9% que cuando acuden al médico se les descuentan el día, el 28% no tenemos seguro social ni prestaciones y el otro 27% considera que el salario es bajo. En el mismo apartado, se les cuestiono, ¿De acuerdo con usted, la dirección de la empresa, utiliza la motivación para generar un mejor desempeño en sus funciones diarias?, el 64% respondió “SI”, y el 36% “NO”, los cuatro colaboradores que respondió negativamente, declaro que el 9% desconocía la razón, el 9% no hay motivación verbal ni monetaria y el 18% no hay reconocimiento a los trabajadores.

Para el apartado del “Ambiente Laboral”, se realizó tres preguntas en las cuales se utilizó cinco respuestas utilizando el tipo Likert, la primera interrogante fue, ¿De acuerdo con usted, cual es la calificación para el ambiente laboral de la empresa?, en esta la mayoría de los cuestionados respondió con el 64% que el ambiente laboral es “bueno”, se considero la pregunta de, en general ¿Cuánto conocimiento diría que tiene usted sobre la visión de la empresa?, en este reactivo, respondió la mayoría con el 54% que tiene “suficiente conocimiento”, y la última pregunta perteneciente a este apartado, fue de acuerdo con usted ¿Qué calificación le otorga a ANMICLIT Laboratorios, comparándolo con los demás laboratorios de análisis clínicos que existen en la población? el porcentaje mayoritario en la respuesta fue de 56% con la calificación de “bueno”.

Finalmente se cuestiono algunas actitudes que pueden tener los colaboradores de la empresa, con las siguientes preguntas, en este año 2015, ¿Cuántas veces usted ha llegado tarde a la empresa?, la mayoría ha llegado más de diez veces tarde, y las razones que manifiestan son por levantarme tarde y no organizarme bien y por el atraso del transporte.

El cuestionario de los colaboradores culmino con éxito debido a que se cumplió con la meta propuesta de conocer los posibles procesos de recursos humanos que puedan existir en una microempresa de servicios. Y la necesidad que existe por llevar a cabo estos procesos no importante el tamaño de la organización, sin embargo las micros y pequeñas están en la posibilidad de que logren tener un recurso humano el cual le imprima un valor a su trabajo, y sea la diferencia con la competencia. Por otra parte se aplicaron 89 cuestionarios a los clientes del Laboratorio de Análisis Clínicos en el periodo de Febrero a Marzo del presente año, para identificar el nivel de satisfacción que tiene sobre el servicio otorgado, se diseño un cuestionario con 10 preguntas, las cuales están relacionadas con la atención, solicitud de información, precios, e instalaciones, todo esto fue evaluado en los 89 pacientes que se tuvo en ANMICLIT Laboratorios, obteniendo un nivel de satisfacción con el nivel más alto “Muy de acuerdo”. Por lo cual se puede decir que es lo que ha generado lealtad del cliente durante 30 años hacia el laboratorio de análisis clínicos.

Conclusiones

Es necesario que la microempresa de servicios, formalice sus procesos de recursos humanos, para que el personal contribuya de forma productiva para el fortalecimiento y posteriormente el crecimiento del laboratorio, sobre todo en el caso de que no se generara un cambio, pueden estar en riesgo, debido a que en la ciudad han aumentado en este año nuevos competidores.

Autorización y Renuncia

Los autores del artículo L.A. Carla Vásquez Benítez¹, M.A. Liliana Esther Cruz Arias², M.A. Margarita Benítez Mendiola³ autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D=Dinámica del saber edición 2015. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

Referencias

Alles, M. A. (2009). Diccionario de competencias La Trilogía: Las 60 competencias más utilizadas. Buenos Aires: Granica.

Alles, M. A. (2013). Dirección estratégica de recursos humanos: gestión por competencias. Argentina: Granica.

Barragán Codina, J. N., Pagán, J. A., Brown, C. J., Carmona, J., Cursi, R., Dorsey del Ángel, E. H., y otros. (2002). Administración de las pequeñas y medianas empresas. México: Trillas.

CDPYME. (1998). Talleres para la promoción de la micro, pequeña y mediana empresa.

Díaz, R. y Arancibia, V. H. (2002). El enfoque de las competencias laborales; historia, definiciones y generación de un modelo de competencias para las organizaciones y las personas. PSYKHE.

García Gil, M. (2012). Competencias Laborales, Método para evaluarlas. México: Trillas.

INEGI. (2006). Micro, Pequeña, Mediana y Gran Empresa, Estratificación de los Establecimientos Censos Económicos 2004. México.

Jeffrey, P. (1996). La Ecuación Humana. Dow Jones & Company Inc.

Barragán Codina, J. N. (2002). Administración de las pequeñas y medianas empresas, Retos y Problemas ante la Nueva Economía Global. México: Trillas.

López, M. (2013). Gestión e Innovación en las Ciencias Administrativas y Contables. México.

Münch, L. (1999). Fundamentos de administración, casos y prácticas. México: Trillas.

Rodríguez Valencia, J. (1999). Cómo administrar Pequeñas y Medianas Empresas. Mexico: ECAFSA.

Rodríguez-Serrano, J. C. (2004). El modelo de gestión de recursos humanos, un enfoque tradicionalmente nuevo sobre gestión de personas. Barcelona: UOC.

Sayigh, Y. A. (1962). Entrepreneurs of Lebaun. USA: Harvard University Press.

Stake, R. E. (1995). The art of case study research. USA: Sage Publications Ltd.

Steiner, G. A. (1991). Planeación Estratégica. México: CECSA.

Ulrich, D. (2006). Recursos Humanos Champions, Como pueden los recursos humanos cobrar valor y producir resultados. Argentina: Granica.

Ulrich, D., & Brockbank, W. (2006). La propuesta de valor de recursos humanos. España: Deusto.

CAE APLICADO AL ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN UNA TRANSMISIÓN MANUAL DE 4 VELOCIDADES

Ingeniería y Tecnología

* Daniel Cadena Rodríguez¹
Víctor Manuel Flores Sánchez²
Serafín Reyes García³
Juan Carlos Vásquez Jiménez⁴
María de Jesús Oregán Silva⁵

Resumen

El proyecto está encaminado al estudio mecánico, implementando las nuevas herramientas tecnológicas disponibles, de tal forma que los resultados de los análisis expuestos sean más precisos y confiables. En este trabajo se realiza un proceso analítico - sintético de los esfuerzos que intervienen en una caja de cambios manual de cuatro velocidades considerando la generación de un modelo virtual con las mismas características y propiedades que el dispositivo físico en conjunto, para someterlo a las cargas y fuerzas calculadas en base a las prestaciones del motor de combustión interna al cual se encuentra acoplado determinando los desplazamientos y esfuerzos mediante el Análisis del Elemento Finito FEA con un software CAD/CAE, para tal efecto se aplicó ingeniería inversa, para entender y conocer detalles de su diseño, construcción y funcionamiento.

Palabras clave—Esfuerzos, FEA, simulación, CAD, CAE.

Planteamiento del problema

El proyecto se realiza partiendo del funcionamiento inadecuado de una caja de cuatro velocidades de transmisión manual que mediante la aplicación de la ingeniería inversa se detectan fallas y se propone la mejora. El mecanismo analizado quedará como material de apoyo didáctico en el Laboratorio de Ingeniería Mecatrónica para el área de Sistemas Automotrices.

El trabajo se desarrolla mediante ingeniería inversa también denominada disección mecánica, se indica ingeniería puesto que se basa en una pieza ya existente y crea sus correspondientes planos a partir de ella, esto lo hace tomando desde un principio partes reales, ya creadas, y transformándolas en conceptos e ideas manejables y transmutables, lo cual convierte a esta tecnología en muy útil a la hora de realizar modificaciones en la pieza o crear un diseño nuevo de la misma o simplemente realizar una copia de ella sin necesidad de planos previamente elaborados. Las mediciones precisas son parte significativa del proceso de ingeniería inversa.

Justificación

Siendo en la rama mecánica donde se desarrolló el proyecto. El avance tecnológico en la búsqueda de nuevas técnica y metodologías para la solución de problemáticas planteadas en la vida cotidiana da lugar a la innovación; este es el principal motor que impulsa el desarrollo de nuestro proyecto.

Con la implementación de CAD se dibuja y ensambla de manera virtual los elementos que conforman la transmisión manual Tremec® 190-F comprende el funcionamiento e interacción de los elementos involucrados. Se obtienen los planos, videos, explosiones de ensambles y sub-ensambles. Mediante el análisis de elementos finitos (FEA Finite Element Analysis), se realiza el análisis y la validación de los esfuerzos de los componentes de la caja de velocidades.

¹Pasante de Ingeniería Mecatrónica, Instituto Tecnológico de Tehuacán, dancad455@hotmail.com

²Pasante de Ingeniería Mecatrónica, Instituto Tecnológico de Tehuacán, vic.1500@hotmail.com

³Candidato al Grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería Mecánica, Instituto Tecnológico de Tehuacán, sreyes100@hotmail.com

⁴Candidato al Grado de Doctor en Sistemas Integrados de Manufactura y Estrategias de Calidad, Instituto Tecnológico de Tehuacán, jcvazquezj@hotmail.com

⁵Maestra en Educación, Instituto Tecnológico de Tehuacán, maoregansilva@hotmail.com

Objetivo general

Realizar un análisis de una caja de cuatro velocidades de transmisión manual Tremec® 190F por medio de la metodología de ingeniería inversa, para la determinación de las características de los materiales, el funcionamiento y los esfuerzos intervinientes de los elementos - componentes que integran el dispositivo mediante el análisis del elemento finito con software CAD/CAE.

Ingeniería Asistida por Computadora

El análisis de elemento finito FEA, es una técnica de simulación por computadora usada en ingeniería. Utiliza una técnica numérica llamada método de los elementos finitos FEM.

Desde un punto de vista ingenieril, el FEA se origina como el método de análisis estructural de matrices de desplazamiento, en estas aplicaciones, el objeto o sistema se representa por un modelo geométricamente similar que consta de múltiples regiones discretas simplificadas y conectadas. Ecuaciones de equilibrio, junto con consideraciones físicas aplicables así como relaciones constitutivas, se aplican a cada elemento, y se construye un sistema de varias ecuaciones. El sistema de ecuaciones se resuelve para los valores desconocidos usando técnicas de álgebra lineal o esquemas no lineales, dependiendo del problema.

La Ingeniería Asistida por Computadora CAE, (Computer Aided Engineering) es la aplicación de programas computacionales de ingeniería para evaluar componentes o ensambles. Contiene simulación, validación y optimización de productos y herramientas de manufactura. La aplicación principal de CAE, usada en ingeniería civil, mecánica, aeroespacial, y electrónica, se trata del FEA al lado del Diseño Asistido por computadora CAD.

Los elementos comparten puntos comunes denominados nodos. El proceso de división del modelo en pequeñas piezas se denomina mallado. El comportamiento de cada elemento es bien conocido bajo todas las situaciones de soporte y carga posibles. El análisis de elemento finito utiliza elementos con formas diferentes.

En lo general, hay tres fases en cualquier tarea asistida por computadora:

1. Pre-procesamiento. Definir el modelo de elementos finitos y los factores ambientales que influyen en él.
2. Solución del análisis. Solucionar el modelo de elementos finitos.
3. Post-procesamiento de resultados usando herramientas de visualización

Desarrollo del proyecto

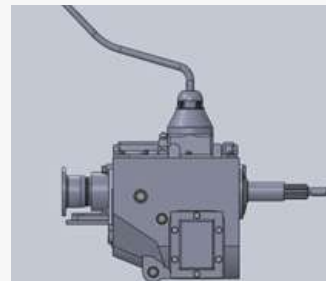
Evaluación y disección física.

Para el análisis de este proyecto se utilizó una caja de 4 velocidades Tremec 190-F (figura 1.a) acoplada a un vehículo marca Ford F-350 Modelo 1980, el cual posee un motor con las siguientes características:

- Motor V8, 2 válvulas por cilindro.
- Potencia máxima 328.35 HP.
- Par máximo de 370 lb - ft a 3600 rpm.



a) Dispositivo físico.



b) Modelo virtual.

Figura 1. Caja de 4 velocidades Tremec 190F.

Actividades a desarrollar

Para llevar a cabo el proceso analítico – sintético de los esfuerzos intervinientes es necesario tener en consideración las actividades que en conjunto darán forma al proyecto tales como

- Diseccionar y desmontar la caja de velocidades.
- Analizar la estructura y funcionamiento de los componentes.
- Catalogar las piezas en una lista de materiales.
- Determinar los materiales y someter a pruebas de carga a los componentes.
- Medir tanto el sistema como los componentes (peso, dimensiones, color, material, etc.).
- Modelar con CAD las piezas que lo integran.
- Realizar el ensamble de los elementos o componentes mediante CAD.
- Realizar análisis de esfuerzos de los sub-ensambles y ensambles.

Modelación con CAD las piezas del proyecto

A continuación en la figura 2 se detalla el procedimiento mediante el cual fue elaborada la pieza denominada engrane loco de reversa mediante la aplicación del software. El primer paso en el modelado CAD consiste en realizar un croquis que contenga los datos obtenidos en las mediciones del elemento, para posteriormente desarrollarlas piezas en el paquete computacional.

- Validar el análisis de esfuerzos mediante CAE.

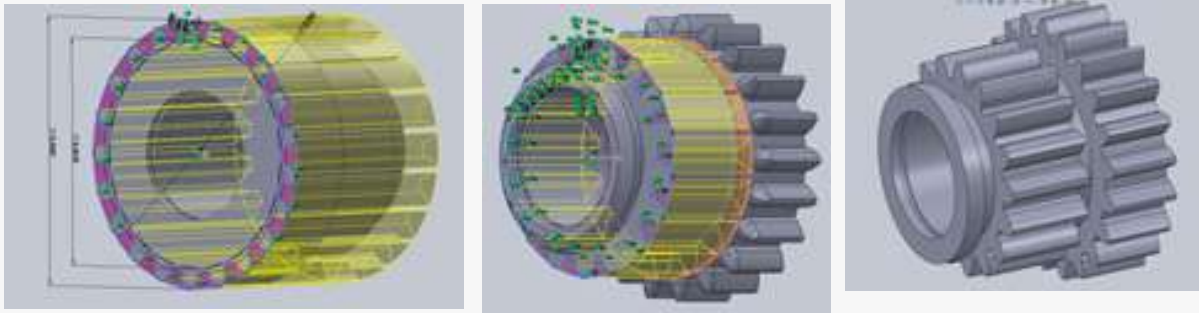


Figura 2. Modelación y visualización 3D del engrane loco de reversa

Ensamble de los elementos o componentes mediante CAD

En la figura 2 se explica a detalle el procedimiento mediante el cual fue creado el ensamblaje al conjunto denominado balancín de reversa y en la figura 3 se presenta el ensamble final.

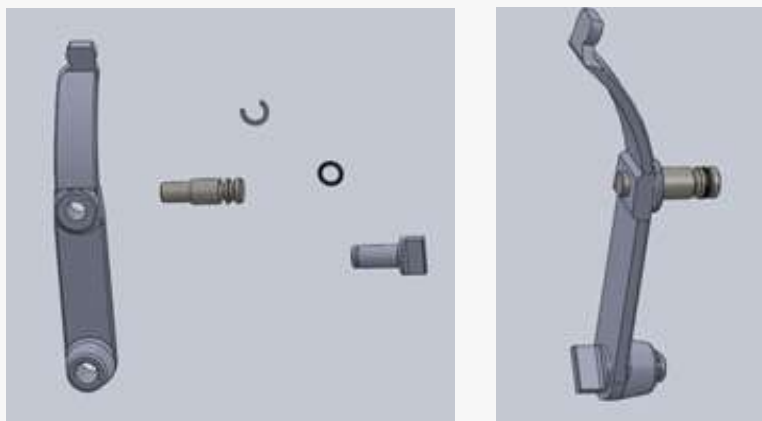


Figura 3. Ensamble virtual del balancín de reversa.

Análisis de esfuerzos de los subensambles y ensambles mediante CAE

El estudio a realizar es un análisis estático el cual permite simular los desplazamientos, las fuerzas de reacción, las tensiones y las deformaciones unitarias que se producen en un modelo tridimensional bajo las condiciones de contorno previamente definidas. En el esquema siguiente se plantea la secuencia para la realización del estudio (figura 4).



Figura 4. Secuenciación para la realización del estudio estático

Para el estudio de esfuerzos mediante CAE se activa los complementos necesarios en el análisis de elementos finitos correspondiente. Se despliega el menú correspondiente a asesor de estudios y se selecciona la opción nuevo estudio y aparece un nuevo menú el cual contiene todos los estudios que se puede realizar con el software y se selecciona el estudio estático. En seguida se despliega el menú que permite acceder al análisis; se da clic derecho sobre la pieza engrane de segunda y en el menú desplegable se señala la opción aplicar material y ahí escoge el material con el cual está fabricada la pieza en este caso AISI 1035 y se le da aplicar. Figura 5.

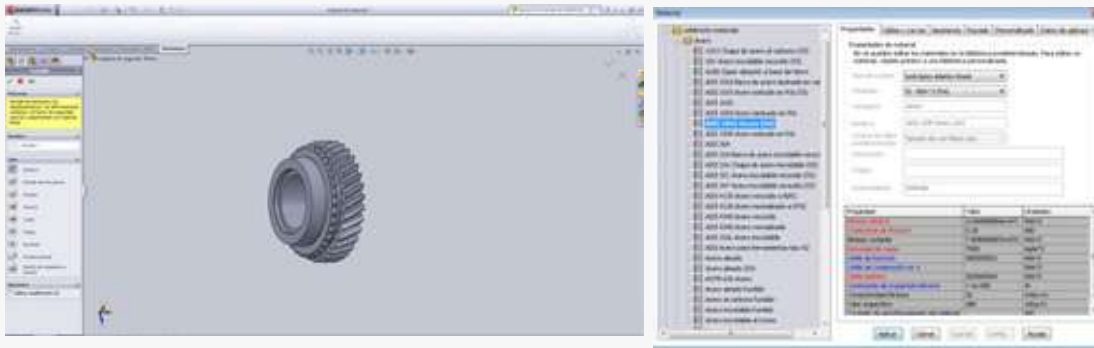


Figura 5. Selección de pieza CAD y aplicación de materiales

Se selecciona la opción sujeciones en el menú desplegable aparecen los elementos de la pieza y se marca el tipo de sujeción que se requiere en este caso se etiqueta geometría fija, como se ilustra en la imagen y se le da aceptar. Figura 6.

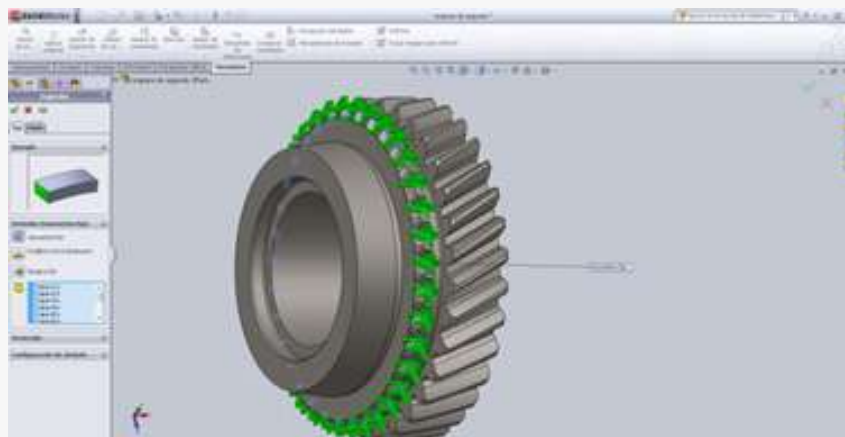


Figura 6. Sujeciones

Como siguiente paso se da clic derecho sobre la opción cargas externas y para este caso se selecciona la opción fuerza en el menú desplegable, se configuran los parámetros necesarios y se da aceptar para terminar. Se detalla en la figura 7.

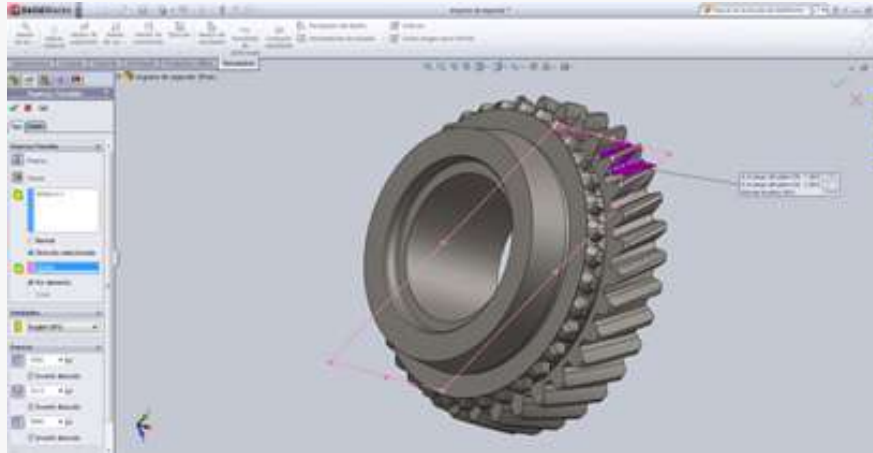


Figura 7. Carga externa

Para la definición del mallado, se considera la pieza denominada flecha de mando, que es el elemento objeto de este trabajo para la validación de los resultados por medio del software, para ello se le da clic derecho sobre la opción malla y por último se da clic derecho sobre la segunda opción y se elige ejecutar del menú desplegable. Para la primera se selecciona crear malla en el menú desplegable y configuramos el mallado como se muestra en la figura 8. En la segunda opción se espera algunos unos minutos en lo que el software realiza los cálculos presentados en tablas 1 y 2.

Tabla 1. Información de malla

| | |
|----------------------------|-------------------------------------|
| Tipo de malla | Malla sólida |
| Mallador utilizado: | Malla basada en curvatura |
| Puntos jacobianos | 4 Puntos |
| Tamaño máximo de elemento | 0.505722 in |
| Tamaño mínimo del elemento | 0.101144 in |
| Calidad de malla | Elementos cuadráticos de alto orden |

Tabla 2. Información de malla - Detalles

| | |
|---|----------|
| Número total de nodos | 29003 |
| Número total de elementos | 17098 |
| Cociente máximo de aspecto | 135.73 |
| % de elementos cuyo cociente de aspecto es < 3 | 84.2 |
| % de elementos cuyo cociente de aspecto es > 10 | 1.1 |
| % de elementos distorsionados (Jacobiana) | 0 |
| Tiempo para completar la malla (hh:mm:ss): | 00:00:16 |
| Nombre de computadora: | TREMEC |

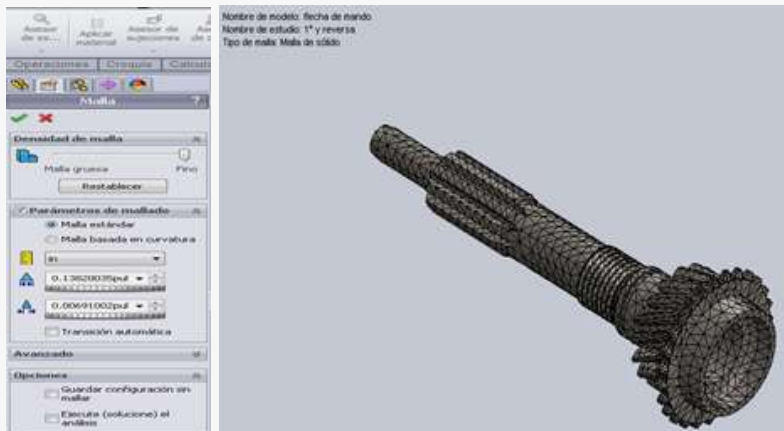


Figura 8. Pantalla para la introducción de datos y generación del mallado

Cálculos de fuerzas en los elemento de transmisión de potencia.

La fuerza tangencial (F) se obtiene de la siguiente ecuación:

$$F = \frac{T}{D} \quad (1)$$

La fuerza radial (Fr) está dada por la siguiente fórmula:

$$Fr = F \times \tan \Phi \quad (2)$$

La fuerza axial (Fx) se calcula con la siguiente manera:

$$Fx = F \times \tan \Psi \quad (3)$$

En la tabla 3 se presenta el concertado de los cálculos realizados de las fuerzas por cada elemento componente.

Tabla 3. Cálculo de la fuerzas en los componentes de la caja de velocidades

| Elementos | Fe (lb f) | T (lb in) | Ft (lb f) | Fr (lb f) | Fx (lb f) |
|-------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Flecha de mando | | | 3656 | 1330 | 2111 |
| Tren de engranes | 3656 | 11230 | | | |
| Tren de tercera | | | 4367 | 1589 | 2521 |
| Tren de segunda | | | 5825 | 2120 | 3363 |
| Tren de primera | | | 9250 | 3367 | |
| Engrane de segunda | 5825 | 13314 | | 2120 | 3363 |
| Engrane de tercera | 4367 | 7174 | | 1589 | 2521 |
| Collarín de primera | 9249 | 28409 | | | |
| Collarín de segunda | 5825 | 13598 | | | |
| Collarín de tercera | 4367 | 7729 | | | |
| Tren loco de reversa | 9249 | 13148 | | 4785 | |
| Engrane de salida | | | 11640 | 4236 | |
| Maza 1ª y 2ª | | 28409 | 12218 | | |
| Maza 3ª y 4ª | | 7729 | 4416 | | |
| Flecha principal Maza 1ª y 2ª | | 28409 | 30712 | | |
| Flecha principal Maza 3ª y 4ª | | 7729 | 10347 | | |

Validación de resultados

Estudio de esfuerzos de la flecha de mando, en informe generado por el software CAE. Por medio del software CAE se obtiene un estudio estático completo que satisface lo planeado al inicio del mismo puesto que el elemento analizado nunca sobrepasa los límites de deformación elástica, de hecho están muy por debajo de los límites del material y en gran parte se debe a la buena relación que existe entre las propiedades del material y la geometría empleada en su diseño; cabe señalar que la prueba realizada fue del tipo acida ya que se aplicaron cargas equivalentes al 100% del par proporcionado por un motor V8 con 370 lb ft a 3600 rpm y difícilmente un vehículo de carga se trabaja a esa capacidad durante una jornada laboral, esto respalda más el estudio realizado dando como resultado una transmisión en lo cual solo podrían presentarse fallas ocasionadas por daños ambientales (corrosión) o mal uso operacional.

Se procede a ejecutar el análisis y el reporte que se genera arroja los siguientes resultados, en la tabla 5, se presentan las fuerzas resultantes para la pieza seleccionada, flecha de mando, y los datos generales del material seleccionado. geometría empleada en su diseño; cabe señalar que la prueba realizada fue del tipo acida ya que se aplicaron cargas equivalentes al 100% del par proporcionado por un motor V8 con 370 lb ft a 3600 rpm y difícilmente un vehículo de carga se trabaja a esa capacidad durante una jornada laboral, esto respalda más el estudio realizado dando como resultado una transmisión en lo cual solo podrían presentarse fallas ocasionadas por daños ambientales (corrosión) o mal uso operacional.

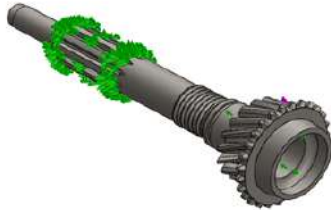
Se procede a ejecutar el análisis y el reporte que se genera arroja los siguientes resultados, en la tabla 5, se presentan las fuerzas resultantes para la pieza seleccionada, flecha de mando, y los datos generales del material seleccionado.

Tabla 5. Fuerzas resultantes
Fuerzas de reacción

| Conjunto de selecciones | Unidades | Suma X | Suma Y | Suma Z | Resultante |
|-------------------------|----------|----------|---------|----------|------------|
| Todo el modelo | lbf | -2095.83 | -3636.2 | -1327.92 | 4403.67 |

Momentos de reacción

| Conjunto de selecciones | Unidades | Suma X | Suma Y | Suma Z | Resultante |
|-------------------------|----------|--------|--------|--------|------------|
| Todo el modelo | lbf-in | 0 | 0 | 0 | 0 |



| | |
|-------------------------------------|-------------------------------|
| Nombre: | AISI 1035 Acero (SS) |
| Tipo de modelo: | Isotrópico elástico lineal |
| Criterio de error predeterminado: | Tensión máxima de von Mises |
| Límite elástico: | 2.82685e+008 N/m ² |
| Límite de tracción: | 5.86e+008 N/m ² |
| Módulo elástico: | 2.05e+011 N/m ² |
| Coefficiente de Poisson: | 0.29 |
| Densidad: | 7850 kg/m ³ |
| Módulo cortante: | 8e+010 N/m ² |
| Coefficiente de dilatación térmica: | 1.1e-005 /Kelvin |

La tabla 6 presenta el concentrado de los resultados de las sujeciones de la pieza, presentando las reacciones generadas al aplicarlas: geometría fija y rodillo/control deslizante.

Tabla 6. Cargas y sujeciones

| Nombre de sujeción | Imagen de sujeción | Detalles de sujeción |
|--------------------|---|---|
| Fijo-1 |  | Entidades: 20 cara(s) Tipo: Geometría fija |

Fuerzas resultantes

| Componentes | X | Y | Z | Resultante |
|------------------------------|---------|----------|----------|------------|
| Fuerza de reacción (lbf) | -66.346 | -3642.36 | -1332.25 | 3878.92 |
| Momento de reacción (lbf-in) | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Nombre de sujeción | Imagen de sujeción | Detalles de sujeción |
|------------------------------|---|--|
| Rodillo/Control deslizante-1 |  | Entidades: 1 cara(s) Tipo: Rodillo/Control deslizante |

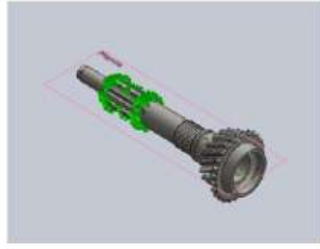
Fuerzas resultantes

| Componentes | X | Y | Z | Resultante |
|------------------------------|----------|---------|---------|------------|
| Fuerza de reacción (lbf) | -174.469 | 3.82438 | 2.64145 | 174.531 |
| Momento de reacción (lbf-in) | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Nombre de sujeción | Imagen de sujeción | Detalles de sujeción |
|------------------------------|---|--|
| Rodillo/Control deslizante-2 |  | Entidades: 1 cara(s) Tipo: Rodillo/Control deslizante |

Fuerzas resultantes

| Componentes | X | Y | Z | Resultante |
|------------------------------|----------|----------|---------|------------|
| Fuerza de reacción (lbf) | -1855.02 | 0.333474 | 1.68919 | 1855.02 |
| Momento de reacción (lbf-in) | 0 | 0 | 0 | 0 |

| Nombre de carga | Cargar imagen | Detalles de carga |
|-----------------|---|--|
| Fuerza-1 |  | Entidades: 1 arista(s), 1 plano(s) Referencia: Planta Tipo: Aplicar fuerza Valores: 2105, -1327, 3646 lbf |

En las figuras 9, 10 y 11 que a continuación se presentan se indican los displays o pantallas y valores máximos y mínimos que muestran los comportamientos de las tensiones, desplazamientos y deformaciones unitarias de manera visual obtenidos de la ejecución del análisis, el código utilizado es el siguiente: colores cálidos y fríos (tabla 7).

Tabla 7. Código de colores

| | Tensiones | Desplazamientos | Deformaciones unitarias |
|----------------|----------------|-----------------|-------------------------|
| Mayores | Rojo, amarillo | Rojo, amarillo | Rojo, amarillo |
| Menores | Azul, verde | Azul, verde | Azul, verde |

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|-------------|---------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| Tensiones 1 | VON: Tensión de von Mises | 1.82398e-005 psi Nodo: 23007 | 141254 psi Nodo: 22658 |

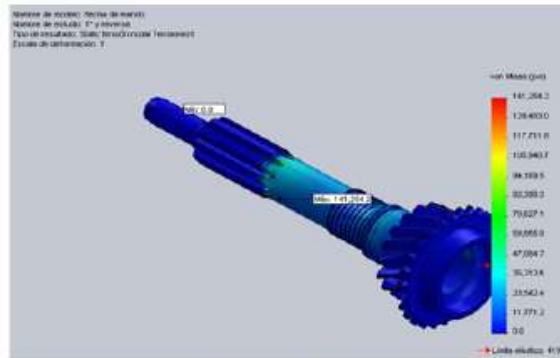


Figura 9. Imagen generada por el reporte y datos de las tensiones

| Nombre | Tipo | Mín. | Máx. |
|-------------------|---------------------------------|-------------------|----------------------------|
| Desplazamientos 1 | URES: Desplazamiento resultante | 0 in Nodo: 945 | 0.0188929 in Nodo: 1819 |

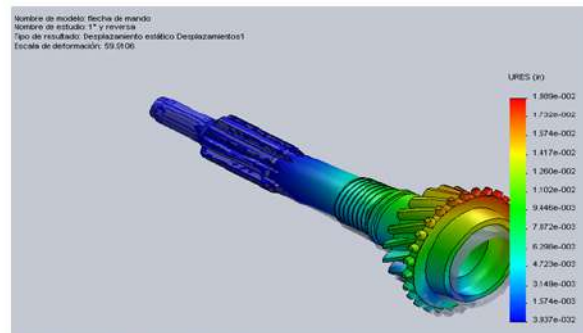
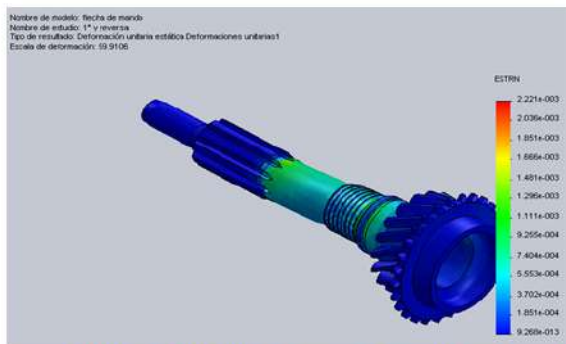


Figura 10. Imagen generada por el reporte y datos de desplazamientos



| Nombre | Tipo | Min. | Máx. |
|--------------------------|--|---------------------------------|------------------------------|
| Deformaciones unitarias1 | ESTRN: Deformación unitaria equivalente | 9.26754e-013 Elemento: 13924 | 0.00222119 Elemento: 4580 |

Figura 11. Imagen generada por el reporte y datos de las deformaciones unitarias

En el estudio de fatiga tal como sucede en el anterior se tiene un resultado bastante satisfactorio puesto que la pieza no solo tiene la capacidad de soportar cargas planeadas, sino que además cuenta con una muy buena resistencia a la fatiga, en este estudio se aplicaron una cantidad de ciclos equivalente a 10 años de trabajo efectivo, si se agregan las condiciones planteadas en el estudio estático y como se observa en las imágenes obtenidas el daño que provoca el desgaste es prácticamente nulo.

Resumen de resultados

El trabajo que se realizó tuvo como propósito conocer, validar y explicar el funcionamiento de una caja de 4 velocidades así como los elementos que la integran. Se realizó la disección de la caja de cuatro velocidades Tremec® 190F para limpiarla, medir y analizar cada una de sus piezas. Se analizó también cómo interactúa cada pieza en cada una de las velocidades. La forma para poder llevar a cabo este estudio fue gracias al software de CAD/CAE completo para el análisis y diseño de mecanismo que permite el modelado, planos, ensambles, simulación y el estudio dinámico de la caja de cuatro velocidades.

Para el estudio estático para determinar los esfuerzos, desplazamientos y factores de seguridad se hicieron cálculos para determinar las relaciones de velocidad y la relación entre los engranes. Se efectuaron las pruebas de dureza a cada una de las piezas para determinar cada uno de los materiales con el que fueron hechas. Se comprobó que las piezas de la caja estaban bien maquinadas para tener una interacción apropiada entre ellas para alcanzar una buena transmisión de potencia.

Conclusiones

La validación de la caja de cuatro velocidades sirvió para verificar que los materiales de cada pieza son los adecuados y que cumplen con las características necesarias para su buen funcionamiento. Poder realizar el estudio de otros mecanismos mediante software facilita conocer y entender el comportamiento de estos sin necesidad de hacerlo físicamente con pruebas destructivas reduciendo costos.

Recomendaciones

Al realizar el análisis del funcionamiento de la caja de velocidades, detecta que en la tapa de cambios se encuentran unos resortes los cuales sirven para que el usuario sepa si la palanca ya está en una velocidad, y también actúa como retén de velocidad, ya que de no ser así puede que se salga de su lugar a causa de las vibraciones, la anomalía detectada es que el resorte se desgasta por corrosión y se rompe, por lo que se sugiere que éste sea elaborado de acero inoxidable o tenga algún recubrimiento anticorrosivo.

Autorización y Renuncia

El o los autores del artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D=Dinámica del Saber Edición 2015. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresó en el escrito.

Referencias

- Cajas de cambio manuales.(2014). En <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios1.htm>.
Página creada por Dany Meganeboy
- Charry, G. T. (Abril de 2010). Disección de productos: una herramienta para la formación del ingeniero. Scientia et Technica Año XVI , 49-54.
- Gómez, S. (2008) El gran libro de Solidworks (1era Edición). España: Alfaomega – Marcombo.
- Gómez, S. (2008) Solidworks Simulation. España: Alfaomega – Ra-Ma.
- Lieu, D. K.y Sorby, S. (2011). Dibujo para Diseño de Ingeniería (1a. Edición). México: Cengage Learning.
- Martínez, L. G. (Agosto de 2012). Universidad Pontificia de Comillas España. Obtenido de <http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/50a372d18a4b8.pdf>
- Mitchell, A.,Giesecke, F. E. et al.(2006). Dibujo y Comunicación Gráfica (Tercera Edición). México: Pearson - Prentice Hall.
- Mitutoyo. (Agosto de 2010). Mitutoyo Mexico. Obtenido de <http://www.mitutoyo.com.mx/Descargas/Boletines/BOLETIN%20AGOSTO%202010.pdf>
- Mott, R. L. (2006). Diseño de Elementos de Máquinas (Cuarta Edición). México: Pearson.
- Rodríguez, M. E. (2010). CentOS website. Obtenido de http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m2/METROLOGIA.pdf
- Torres, G. (2008). Ingeniería inversa: una herramienta para la iniciación al diseño. En Memorias de V Congreso Bolivariano de Ingeniería Mecánica y II Congreso Binacional de Ingeniería Mecánica, 17-20 junio 2008, Cúcuta, Colombia, 184 – 190.

FACTORES ERGONOMICOS A CONSIDERAR EN UN PUESTO DE TRABAJO SENTADO

Ingeniería y Tecnología

* Corichi Reyes Juan Manuel¹
Guevara Ramírez Iniria²
Bonilla Gasga Enrique³

Resumen

Es importante analizar los factores ergonómicos que intervienen en un puesto de trabajo sentado, ya que al analizarlos y considerarlos se podrán tener las mejores condiciones de trabajo en una estación. Se realizó un análisis exploratorio de los problemas ergonómicos derivados del desempeño en estaciones de trabajo en posición sentada (sillas), con alumnos del área de Ing. Industrial, del Instituto Tecnológico de Tehuacán, el cual identifica dentro de la población objetivo los síntomas de mayor ocurrencia que sugieren algún problema de tipo ergonómico y las variables relevantes que se encuentran en el entorno operativo de los alumnos de la asignatura de ergonomía.

El trabajo de campo se realizó a partir de la toma de mediciones antropométricas de una muestra de 20 alumnos, utilizando instrumentos básicos de medición antropométrica, como cinta métrica, banco ergonómico y estadímetro, la recolección de los datos se realizó en base a entrevistas personales y observación directa, utilizando lo mencionado anteriormente.

Palabras clave

Estación, Antropometría, Ergonomía, Sentado.

Planteamiento del problema

Hoy en día, la mayoría de personas permanecen sentadas durante la mayor parte del tiempo que están despiertos, mientras toman el desayuno, trabajan, viajan en los coches, en los autobuses, mientras están en las aulas de la escuela, en las reuniones, en las oficinas, durante la cena, y en la casa mientras ven televisión. Algunas personas también permanecen sentados mientras trabajan operando maquinaria y/o equipo industrial que la nueva tecnología ha desarrollado para sustituir el trabajo manual.

El propósito de esta investigación fue analizar los factores ergonómicos en un puesto de trabajo sentado, considerando que las consecuencias de mantener una postura inadecuada son: molestias cervicales, abdominales, trastornos en la zona lumbar de la espalda y alteraciones del sistema circulatorio y nervioso que afectan, principalmente, a las piernas.

En actividades del sector educativo, de servicios e industrial; muchas personas realizan su trabajo sentadas, por lo que es conveniente considerar los principales requisitos ergonómicos que debe reunir el asiento, con el fin de lograr posturas confortables durante periodos de tiempo más o menos prolongados.

¹Maestría en Administración, Instituto Tecnológico de Tehuacán, 2383803370, jmcorichi@yahoo.com.mx

²Maestría en Ciencias en Ingeniería Industrial, Instituto Tecnológico de Tehuacán, 2383803370, iniriag@hotmail.com

³Ingeniero Mecánico, Instituto Tecnológico de Tehuacán, 2383803370, bogue55@hotmail.com

Aunque la posición sentada es la forma más cómoda de trabajar, mantener esta postura durante mucho tiempo puede llegar a resultar molesto. Por lo tanto, es aconsejable alternar la postura sentada con la de pie y, de ser posible, caminar considerando en todo momento la naturaleza del trabajo que se realiza.

Objetivo general

Identificar los principales factores ergonómicos en una estación de trabajo en posición sentada.

Objetivos específicos

1. Identificar los principales factores ergonómicos que involucra el desempeño de actividades laborales en posición sentada, que pudiesen conllevar problemas ergonómicos.
2. Identificar que es una estación de trabajo ergonómica en posición sentada.

Marco teórico

El proyecto de crear una estación de trabajo es un paso crítico en la prevención de problemas de salud para las personas que trabajan en una posición sentada. Por lo que es indispensable reconocer que una estación de trabajo para una persona, no se ajustara a todas las personas que en un futuro ocupen esa misma estación de trabajo.

La postura sentada es la posición de trabajo más confortable, ya que ayuda a reducir la fatiga corporal, disminuye el gasto de energía e incrementa la estabilidad y la precisión en las acciones desarrolladas. (Pedro Mondelo, 2000).

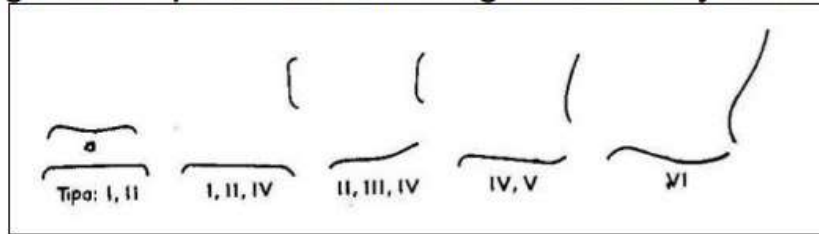
Sin embargo, esta postura también puede resultar perjudicial para la salud si no se tienen en cuenta los elementos que intervienen en la realización del trabajo, principalmente, en la estación de trabajo en posición sentada (silla), o el plano de trabajo y si no se dispone de la posibilidad de cambiar de posición de vez en cuando. Diseñar una estación de trabajo en posición sentada con el fin de disminuir la fatiga y los padecimientos derivados de una inadecuada postura corporal, debe cumplir con los requerimientos ergonómicos recomendados a continuación:

1. Debe ser ajustable fácilmente a la altura y profundidad del espaldar, así como a la altura del asiento.
2. La distancia entre el piso y el asiento será variada entre 0.35 m., y 0.50 m.
3. Teóricamente son más recomendables las estaciones de trabajo en posición de pie si son fijas, pero las funciones propias de algunos usuarios que requieren cambios frecuentes de sitios les pudiese resultar más prácticas las sillas de ruedas móviles.
4. En el caso de emplear sillas los bordes deben ser redondeados y su plataforma estar inclinada ligeramente hacia atrás (3 a 7 grados con respecto a la horizontal).
5. El espaldar debe ofrecer apoyo lo más completo posible y estar un poco inclinado hacia atrás formando un ángulo entre 105 y 110 grados con respecto a la horizontal.
6. Si fuese necesario apoyo para brazos cortos para permitir libre movimiento de antebrazos. Si no se dispone de apoyo para brazos el área de trabajo de la estación tendrá espacio para el apoyo de estos.
7. Elemento muy importante de la estación de trabajo en posición sentado, debe ser adaptado a la longitud de las piernas y a la altura de la silla, se recomienda una superficie de apoyo de 0.40x0.50 m., con ángulo variable entre 10 y 20 grados (preferiblemente 15 grados) y una superficie antideslizante.

Sobre sillas hay mucho escrito sobre todo en inglés y alemán, España es la nación que más ha trabajado en ergonomía. Con respecto a los perfiles de diseño Kirchner y Rohmert (Melo, 2009) establecieron seis tipos identificados con números romanos de I a VI, los mismos que se

representan en la figura 1. Con respecto a los tipos de posturas y los esquemas de asientos por tipo se presentan en la tabla 1, y en la tabla 2 se muestran las medidas antropométricas del asiento.

Figura 1.- Tipos de asientos según Kirchner y Rohmert



| TIPO DE POSTURA | DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE POSTURA | EJEMPLO DE ASIENTO |
|---|---|---|
|  | TIPO I Breve u ocasional descanso después de realizar un trabajo: Empiezo cuando se debe aguardar, apoyo natural de nalges y muslo |  |
|  | TIPO II Trabajos con esfuerzo escaso con brazos o piernas, con ligera inclinación de la dirección visual: Montajes de piezas grandes, cajas, clasificar, etc. |  |
|  | TIPO III Trabajos con esfuerzos livianos, movimiento de las manos hacia delante, enmarcar o montaje de grandes piezas |  |
|  | TIPO IV Trabajos de concentración con uso del antebrazo, inclinado tomando fuerza, con carga visual: pruebas o montaje de piezas chicas |  |
|  | TIPO V Trabajos con pequeños movimientos con ocasionales descansos esfuerzos horizontales con las manos o pies, tareas con necesidad de visión: pequeños montajes, tpeo, trabajo en máquinas. |  |
|  | TIPO VI Trabajos con pequeños movimientos, uso de la visión con pequeñas inclinaciones, pruebas con participación activa, movimientos de las manos hacia el pecho horizontalmente, pequeños esfuerzos con las manos: prueba de piezas pequeñas, montaje mecanizado, tableros de comando, etc. |  |
|  | TIPO VII Trabajos de pie durante largo tiempo, deben transmitir movimiento con el tronco, con fuerza, además con movimiento de las manos (es apoyo auxiliar), trabajo sobre mesas, máquinas, tareas sobre tablero, etc. |  |

Tabla 2.- Medidas antropométricas de un asiento.

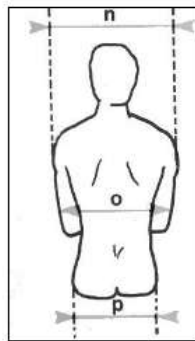
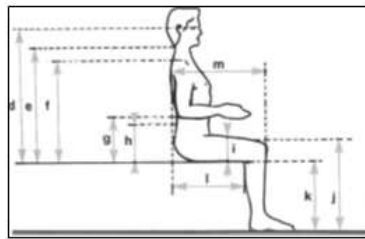
| Componente y diseño | Silla giratoria de oficina, regulación de altura del respaldo ¹ | Silla giratoria con regulación de la altura de respaldo ² | Silla giratoria de trabajo ³ | Observaciones |
|---|--|--|---|--|
| | | | Altura de la silla 570 mm | |
| a) Altura del Asiento | 420 a 530 ⁴ | 420 a 530 ⁴ | 120 min. 180 min. | Presión a ejercer sobre el relleno para 64 Kg de peso |
| b) Profundidad del asiento | 380 a 420 ⁵ respectivamente | a 380 a 420 ⁵ respectivamente | a 380 min. 380 min. 440 máx. | Desde la parte anterior hasta el apoyo del respaldo |
| c) Ancho del asiento | 380 a 440 máx. | min. 380 a 440 máx. | min. 400 máx. 400 min. 480 máx. | En medio del asiento |
| d) Altura del centro del respaldo desde la superficie del asiento | 170 a 215 máx. respectivamente | 170 a 215 máx. respectivamente | 170 min. 170 min. 215 máx. | Apoyo lumbar |
| e) Altura del respaldo | 220 min. | 320 min. | 220 min. 220 min. | En medio del respaldo, corto respaldo en la zona lumbar, adaptación según la altura, regulación de la altura del respaldo. |
| f) Ancho del respaldo | 360 a 480 máx. | min. 360 a 480 máx. | min. 360 máx. 360 min. 480 máx. | |

Metodología

Se tomaran las medidas que a continuación se detallan y que se ilustran en la figura número 2:

1. (k) Altura poplítea.
2. (l) Longitud nalga – poplíteo
3. (g) Altura codo reposo.
4. (f) Altura hombro – asiento.
5. (o) Anchura codo-codo
6. (p) Anchura caderas
7. (n) Anchura hombros.

Figura 2.- Mediciones Antropométricas.



Con los datos obtenidos se analizan las sillas con las que toman clases los alumnos para que estos puedan identificar los factores ergonómicos que se consideran en una estación de trabajo en posición sentada.

De acuerdo a la Organización Internacional del Trabajo, el 8% de los empleados trabajan más de 12 horas diarias. Por lo que se generan cantidades alarmantes de casos asociados al ejercicio profesional. Los más frecuentes en estaciones de trabajo sentado son estrés, dolor de espalda alta, dolor de espalda baja o lumbalgias.

La ergonomía mediante el estudio antropométrico de carácter estático y dinámico obtiene información tanto estructural como funcional del ser humano, a fin de llevar a cabo un análisis más concienzudo de la actividad humana incluyendo las capacidades y limitaciones que pueda presentar el grupo de usuarios y así buscar el nivel de acoplamiento que demanden las actividades a realizar. Es inminente considerar las diversas características que presentan los individuos derivada de los factores de la variabilidad humana.

Esta disciplina es una de las herramientas básicas de toda persona que se dedica al diseño, por lo tanto, le conviene concentrar y generar mayor conocimiento de la misma a fin de aplicar la información correctamente en cualquier proyecto que emprenda. Muchos diseñadores desafortunadamente tienen la creencia que conociendo las dimensiones básicas y las medidas que muestran los libros es más que suficiente para resolver un problema.

Resultados

Se obtuvo una evaluación con relación a una escala entre 0 (completamente desfavorable), y 5 (totalmente favorable), comprendiendo características como ajustabilidad de la altura, suficiente área para alojar a la persona, ajustabilidad de la inclinación, comodidad del borde frontal, y percepción de comodidad general por parte del usuario. Se entienden las cuatro primeras características como condiciones que puedan ser ajustadas a la medida y preferencia del usuario.

Conclusiones

El alumno pudo detectar los factores ergonómicos que se tienen en una estación de trabajo sentado, la importancia de tener una estación de trabajo en posición sentada evita exponer a nuestro cuerpo a sufrir diversos daños como escoliosis, cifosis y lordosis (deformaciones de la columna vertebral), por lo que cada una de las mediciones que se toman tienen una importancia en el análisis del asiento que se ocupa en la estación de trabajo. Existen varios aspectos que se consideran en un asiento, como superficie del asiento, altura efectiva, profundidad de asiento, tipo de respaldo, apoyabrazos, si es giratorio el asiento o no, número de ruedas; todos estos aspectos contribuyen a considerar si el asiento cubre las necesidades para un desempeño laboral aceptable.

Autorización y Renuncia

El o los autores del artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D=Dinámica del saber edición 2015. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

Referencias

- Cueva Tazzer, Ma. De la Concepción (2007) Antropometría.
Jover Julio Lillo (2000) Ergonomía- Evaluación y diseño del entorno. Editorial: Alianza editorial.
Mondelo Pedro R. (2000), Ergonomia, Tomos 1-4. Editorial Alfaomega.
Osborne David J. (1990) Ergonomía en acción: La adaptación del medio de trabajo al hombre. Editorial: Trillas
Melo, Jose Luis (2009). Ergonomía Práctica. Guía para la evaluación ergonómica de un puesto de trabajo. Fundación MAPFRE. Buenos Aires Argentina.

IMPLEMENTACIÓN DE 5'S EN PLANTAS DE ALIMENTOS SOCORRO ROMERO SANCHEZ S.A DE C.V.

Ingeniería y Tecnología

Autor IBQ. Itzel Selene Criollo Ramírez

Resumen

En Plantas de Alimentos SRS (Socorro Romero Sánchez S. A. de C.V.), el principal objetivo es producir con calidad todos y cada uno de los productos que se elaboran y que éstos lleguen con la mejor calidad a los clientes, las granjas.

En base a la necesidad y demanda por parte de las granjas del mismo corporativo, se ha decidido poner en práctica acciones correctivas e implementación del método 5'S.

El método de 5'S consiste en desarrollar actividades de orden/limpieza y detección de anomalías en el lugar de trabajo, que, por su sencillez y fácil aplicación permite la participación de todos, mejorando el ambiente de trabajo, la seguridad de personas y equipo y finalmente la productividad.

Se elige este método, ya que varios estudios estadísticos demuestran que con solo aplicar las primeras 3'S, se da lugar a resultados tan interesantes como: el crecimiento del 15% del tiempo medio entre fallos, el crecimiento del 10% en fiabilidad del equipo, la reducción del 70% del número de accidentes y una reducción del 40% en costos de mantenimiento.

La finalidad de implementar dicho método se centra en tener las áreas de trabajo en las mejores condiciones de limpieza y orden para mejorar la calidad de los productos, mejorar la producción y productividad así como para aumentar la seguridad y el entorno laboral de todo el personal, además de tener mayor competitividad en el ámbito industrial. La aplicación de este método requiere el compromiso personal y duradero para que la empresa sea un auténtico modelo de organización, limpieza, seguridad e higiene.

Palabras Clave: Calidad, Implementación, Personal, Mejora.

Introducción

Cuando se habla de organizar, ordenar, y limpiar puede que sea considerado por muchos como algo trivial, o demasiado simple, ya que son conceptos que asociamos al ámbito doméstico y nunca a lo empresarial. Sin embargo son el primer paso que se debe seguir para cualquier organización en su proceso de mejora para poder aumentar la productividad y obtener un entorno seguro y agradable.

El contenido de ésta investigación se centra en desarrollar el tema para la correcta implementación de la herramienta de las 5's. La metodología descrita tiene la finalidad de realizar numerosas mejoras en las Plantas de Alimentos SRS a muy bajo costo. Lo más importante de la investigación, es dar a conocer los beneficios y mejoras que dicha implementación genera en el entorno laboral, tanto para el personal operativo, como para el directivo. Se tiene como objetivo fundamental elevar la calidad de vida en el trabajo, para lo cual se utiliza como estrategia una metodología muy sencilla para crear un entorno de trabajo ordenado, limpio, y seguro en el que se facilita la realización de tareas cotidianas y se generan

Criollo Ramírez Itzel Selene, Ingeniero Bioquímico, Instituto Tecnológico de Tehuacán, Tel: (044)223815031107, correo: icriollo@gruposrs.com

productos con mayor calidad. Al final se expondrán los resultados que se obtuvieron al implementar dicha herramienta, se realizara una evaluación de un antes y un después.

Objetivo general:

- Implementar Método 5S en Plantas de Alimentos SRS.

Objetivos específicos

- Dar a conocer la aplicación y desarrollo de la metodología para la implementación de la Mé todo de las 5S al personal de Plantas de Alimentos SRS.
- Equipamiento de departamentos de ambas Plantas de Alimentos SRS para ordenar y organizar elementos y espacios de trabajo eficazmente.
- Integración y coordinación de personal operativo para clasificación de elementos innecesarios, obsoletos y descompuestos.
- Normalización y disciplina, mediante formatos control a cargo de supervisores y facilitadores de cada departamento involucrado.
- Mantener revisiones periódicas a departamentos de ambas plantas de alimentos SRS para su monitoreo y darle continuidad a las 5's.

Marco Teórico

Antecedentes en Japón

Rodríguez Cardoza, (2010) señala que:

La estrategia de las 5S es una metodología de trabajo desarrollada por la industria japonesa después de la II Guerra Mundial, debido a que existía la necesidad de incorporarse nuevamente al mercado internacional después que las industrias en general fueran casi totalmente destruidas, enfrentando en aquel entonces una sensible baja en la economía y en la producción de bienes y servicios. En esa búsqueda de elevar el nivel de competitividad y reputación, ya que mundialmente se consideraba que los productos fabricados en Japón eran baratos y de baja calidad, por lo que iniciaron la solicitud de apoyo técnico a otros países.

Expertos llegaron a Japón a instruir en distintas conferencias acerca de la aplicación de nuevas teorías y métodos de trabajo, por lo que rápidamente asimilaron las enseñanzas. Además se formaron organizaciones empresariales que impulsaron el desarrollo de las empresas e industrias japonesas, tales como: Japanese Union of Science and Engineering (JUSE) en 1946, Japanese Industrial Management Association (JIMA) en 1950, entre otras. Tanto era el espíritu emprendedor de los gerentes que comenzaron a aplicar lo aprendido, a través de un cambio radical que los llevó en el camino que conduce a la eficiencia y productividad. En los años 50 como iniciativa propia de casi todas las empresas japonesas, solía adoptarse un lema compuesto por frases o palabras sencillas de fácil entendimiento, usadas con frecuencia en los hogares para inculcar un ambiente agradable, por ejemplo seiri, seiton (palabras japonesas que traducida al español significan "desechar y ordenar" respectivamente).

Dichas expresiones fueron adoptadas en las empresas de acuerdo a las necesidades de cada área de trabajo y giro de la empresa, a fin de aumentar la eficiencia en las actividades diarias. Como resultado del uso continuo y como si fuera un juego de palabras, las 5S se habían establecido espontáneamente como una metodología orientada a la productividad. Siendo este un motivo real de cambio, decidieron desarrollar esta metodología como una cultura de trabajo y una ventaja competitiva, con miras a ser más eficientes en todas las actividades productivas y mejorar constantemente los procesos, distinguiéndose así por crear y desarrollar productos de calidad.

Tal fue el éxito en Japón, que las 5S constituyeron las bases y los primeros cimientos para iniciar una infraestructura donde descansarían lo que hoy se conoce como los distintos sistemas de trabajo para el mejoramiento operativo y administrativo, tales como: Kaizen (palabra japonesa que traducida al

español significa “mejoramiento continuo”), Justo a tiempo, Control Total de la Calidad, Mantenimiento Productivo Total, entre otros.

Definición

El método de las 5S, así denominado por la primera letra (en japonés) de cada una de sus cinco etapas, es una técnica de gestión japonesa que consiste en una técnica de gestión japonesa que cuenta con 5 principios simples designando a cada una de sus 5 etapas como se muestra en la Figura 1. Es un método que requiere el compromiso personal y duradero en temas como la limpieza, la organización, la seguridad y la higiene.

Las 5S son:

1. Seiri (clasificación). Separar elementos innecesarios, eliminar lo que no es útil
2. Seiton (orden). Situar elementos necesarios, organizar el espacio de trabajo eficazmente
3. Seiso (limpieza). Eliminar la suciedad, mejorar el nivel de limpieza
4. Seiketsu (normalización). Señalizar anomalías, prevenir que aparezcan desorden y suciedad
5. Shitsuke (mantener la disciplina). Mejorar, fomentar esfuerzos para mejorar

Constituyen una filosofía o metodología para establecer y mantener el orden, la limpieza y el hábito.

Figura 1. Las 5'S



Beneficios de la aplicación de 5S

En base a la opinión de Rosas D. Justo, (2015), es una técnica que se aplica en todo el mundo con excelentes resultados por su sencillez y efectividad. Su aplicación mejora los niveles de:

1. Calidad.
2. Eliminación de Tiempos Muertos.
3. Reducción de Costos.

La aplicación de esta Técnica requiere el compromiso personal y duradero para que nuestra empresa sea un auténtico modelo de organización, limpieza, seguridad e higiene. Los primeros en asumir este compromiso son los Gerentes y los Jefes y la aplicación de esta es el ejemplo más claro de resultados a corto plazo.

Necesidad de Implementación del Método 5S

Sacristán, Francisco Rey (2005), considera que hemos de hacernos las siguientes preguntas o similares, seguidas de una reflexión, para determinar si en nuestra organización necesitamos aplicar las 5'S:

- ¿Nos vemos obligados a dedicar una jornada a limpiar cada cierto tiempo en vez de trabajar normalmente?
- ¿Está aprovechando el espacio en talleres/ oficinas al máximo de manera eficaz y racional?
- ¿Disponemos del material /herramientas/ documentación necesarios para desarrollar el trabajo cotidiano?

-¿Se encuentra cualquier herramienta/ documento con rapidez y sin necesidad de desplazarnos de puesto de trabajo?

-¿Observamos que ciertos documentos/ herramientas están mal ubicados o que algún equipo/ maquina no funciona correctamente?

En función de las respuestas y reflexiones que tengamos, podemos o no tomar la decisión de extender y aplicar en nuestra organización un programa de 5'S, comenzando con un área/taller/ oficina piloto y extendiéndolo posteriormente en toda la organización con la ayuda de animadores y el propio piloto de la acción.

Beneficios que puede aportar

Beneficios que nos puede aportar como planta, la Implementación de dicho sistema:

Para Sacristán, Francisco Rey (2005), los principales benéficos son:

- Si se mejora el nivel de 5'S se obtiene mayor productividad debido a que se reducen:
 - Las actividades que no agregan valor.
 - Los desperdicios y productos defectuosos.
 - Las averías.
 - Los accidentes.
 - El nivel de inventarios.
 - Los movimientos y traslados inútiles.
 - El tiempo para localizar herramientas y materiales.

- Con el Orden y la Limpieza se obtiene un mejor lugar de trabajo ya que se consigue:
 - Más espacio y mayor bienestar.
 - Más seguridad en las instalaciones.
 - Mayor orgullo del lugar en el que se trabaja.
 - Mejor imagen ante los clientes causando una sensación de confianza.
 - Mayor cooperación, aportaciones y conocimiento.
 - Mayor trabajo en equipo.
 - Mayor compromiso y responsabilidad del personal.
 - Mayor conocimiento del puesto.

Cada una de las fases tiene una razón de ser, tiene unas preguntas a las que hay que responder y dar respuesta y tiene sus beneficios para su aplicación. La metodología de las 5S no tiene el sentido que se le pretende dar si no se da cumplimiento a cada una de sus fases. Metodología.

El tipo de estudio que se toma para el proyecto de investigación es cualitativo, ya que las variables no se definen con el propósito de manipularse ni de controlarse experimentalmente. Grinnell y Creswell (1997). Emplea el método correlacional, ya que se pretende medir la variación de productividad entre variables (herramientas 5'S y los efectos de éstas.)

El diseño será no experimental ya que, al implementar la herramienta se pretende que en un periodo de 8 meses se pueda hacer la comparación con la productividad para poder indicar si la herramienta permitió el crecimiento.

Se considera un proyecto teórico-práctico, ya que implicara el trabajo continuo de todo el personal.

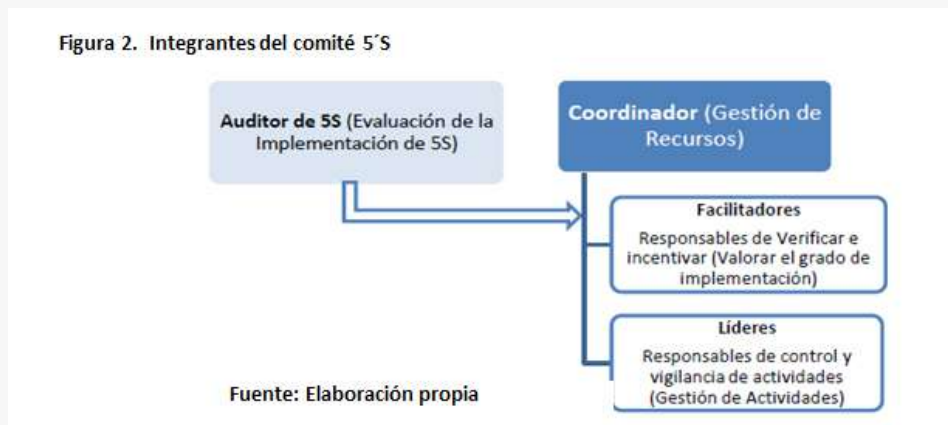
Procedimiento para implementación de 5's

1.Planeación y organización del proyecto

•Sarmiento Castillo, Luis (2008), explica que en esta sección se va a determinar las etapas y actividades a realizar, su duración, los responsables de cada actividad y los recursos necesarios.

Se deberá realizar una junta previa con el personal de ambas planta y definir a los integrantes del comité 5'S.

Figura 2. Integrantes del comité 5'S



2. Elaborar un calendario de actividades, siguiendo el orden metodológico de las 5 S's y la secuencia de implementación por áreas. El formato para calendario de actividades corresponde

Tabla 1. Plan de Actividades para cada S

| Logo de la planta | | Implementación del Sistema 5S | | | | | | | |
|-------------------|--|--|---------------|------------------------|---------------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------|
| | | Plan de actividades para la implementación de cada S | | | | | | | |
| | | Nombre de la Planta | | | | | | | |
| S A IMPLEMENTAR | | SEMANAS PROGRAMADAS PARA IMPLEMENTACIÓN: ____ | | | | FECHA DE INICIO | | FECHA DE FINALIZACIÓN | |
| AREAS | GRUPOS DE TRABAJO (Personal que realizará) | LIBERES | FACILITADORES | ACTIVIDADES A REALIZAR | PERIODO PARA CONCRETAR CADA ACTIVIDAD | FECHA PRIMERA REVISIÓN | FECHA SEGUNDA REVISIÓN | FECHA TERCERA REVISIÓN | FECHA EVALUACIÓN (1a revisión) |
| Área general | Áreas específicas | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

3. Método para la implementación de la 1° s, Seiri (Seleccionar, Clasificar)

En este punto, ya se definen las categorías en que se van a clasificar todos los elementos, por ello se definen 4 categorías para su clasificación:

- Elementos necesarios: Son aquellos que se emplean a diario, de manera constante y/o en un plazo no mayor a 48 horas
- Elementos no necesarios: Son aquellos que no se emplean muy a menudo y deberán re-ubicarse para mayor comodidad del área de trabajo.
- Elementos rotos o descompuestos: Si es necesaria y viable económicamente su reparación, se conservan y se les da seguimiento a su compostura, de lo contrario se desecharán.
- Elementos obsoletos: Se desecharán.

Nota: Cabe mencionar que si se cuenta con documentos con mucho tiempo en área de trabajo sin usar o en archiveros, si tienen más de 15 días en el área de trabajo se archivarán, si tienen más de un año y hasta 5 años se almacenarán en el archivo muerto, pero si tienen más de 5 años se desecharán, generando previo registro.

Los objetos personales deberán ubicarse en lugares propios, nunca se dejarán al terminar la jornada.

4. Método para la implementación de la 2° s: Seiton (Organizar u Ordenar)

"Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar."

Después de haber clasificado y eliminado los elementos innecesarios, el siguiente paso es ordenar los elementos de trabajo que sí se utilizan. El propósito es mantener los elementos de trabajo necesarios en forma ordenada, identificada y en sitios de fácil acceso para su uso.

Ordenar el área donde están o estarán los elementos necesarios

En esta etapa se va a ocupar de la manera más eficiente cada uno de los espacios, el mobiliario, los equipos, estantes, gavetas, materiales, las máquinas y todo aquello que es útil para el trabajo que se realiza en cada departamento.

Determinar el lugar donde quedará cada elemento

Habiendo llegado a esta etapa, habrá que definir en qué lugar quedará cada elemento, esto en razón de la frecuencia de uso, necesidad de cercanía, volumen, peso, cantidad, secuencia en el proceso, riesgo, etc.

Criterios para la ubicación de los elementos (documentos, mobiliario, equipo, materiales, herramienta, etc.)

Tabla 2. Criterios para ubicación de artículos

| FRECUENCIA DE USO | CRITERIO DE UBICACIÓN |
|--------------------------|---------------------------------------|
| A cada momento | Colocararlo junto a la persona |
| Varias veces al día | Colocararlo cerca de la persona |
| Varias veces a la semana | Colocararlo cerca del área de trabajo |
| Algunas veces al mes | Colocararlo en áreas comunes |
| Algunas veces al año | Colocararlo en bodega o archivo |
| Posiblemente no se use | Colocararlo en archivo muerto |

Fuente: Samiento Castillo, Luis. Instructor, Julio 15, 2008, CURSO – TALLER: "Metodología para la Implementación de las 5'S"

5. Método para la implementación de la 3° s: Seiso (limpiar)

Para esta etapa, se debe enfocar a todo el personal a realizar limpieza, y no solo la limpieza casual o matutina de todos los días, sino más bien, consiste en realizar una limpieza a fondo, pero no solo eso, sino ir más allá, todo con la finalidad de obtener y/o generar:

-Realizar una campaña de limpieza

-Identificar problemas y fallas reales o potenciales

-Se deben determinar las causas de suciedad:

-Establecer planes de acción para cada situación: Para evitar o reducir las fuentes de suciedad.

Establecer un programa de limpieza, ya sea semanal o mensual con la finalidad de evitar volver a caer en la acumulación de suciedad. Se debe definir qué áreas le corresponden a cada departamento y trabajar

6. Método para la implementación de la 4ª s : Seiketsu (estandarización)

En esta etapa el personal operativo debe conservar lo que se ha logrado, aplicando estándares a la práctica de las tres primeras S's. Se debe determinar las responsabilidades a cada departamento para poder contribuir todos al mantenimiento de la planta.

7. Método para la implementación de la 5ªs: Shituke (disciplina)

En esta etapa debemos ya de trabajar bajo el nuevo orden de vida en el trabajo, cumpliendo cotidianamente con las normas o estándares de trabajo que se han ido generando en los últimos meses. Debemos asegurarnos de que están definidas claramente las responsabilidades y que éstas las conoce y comprende el personal.

Resultados

Actualmente se está implementando la 2da S, y se sigue trabajando con el personal operativo para que pongan de su parte y de su interés para continuar con dicha implementación. Además, se trabaja en conjunto con la gerencia para que las cosas mejoren y se otorgue la facilidad de adquirir el material y/o inmueble que sea necesario para mejorar las condiciones en planta. Hasta el momento, se han observado las áreas de trabajo con mayor orden y solo con el material necesario para el trabajo diario. La productividad ha mejorado y se nota considerablemente el cambio.

Conclusiones

Los avances con la Implementación de las 5'S son notorios y persistentes, ya que se pretende terminar la implementación en un lapso no mayor a 8 meses a partir de la auditoría inicial y se sigue trabajando en ello. Se debe trabajar en equipo para lograr el éxito y estar abiertos a nuevas propuestas que ayuden a la planta a alcanzar un mayor nivel de competitividad y eficiencia, y porque no, una mejora en la calidad de vida de todos y cada uno de los trabajadores de Plantas de Alimentos SRS.

Autorización y Renuncia

Como autor del presente, autorizo al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D=Dinámica del saber edición 2015. El Instituto, ni los editores son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresó en el escrito.

Referencias

Hernández Sampieri Roberto, Fernández Collado Carlos, Baptista Lucio Pilar, "Metodología de la Investigación", 4ª edición, (pág. 10) Mc. Graw Hill

"Historia del método de las 5'S" recuperado Mayo 30, 2015, de <http://www.gestion.org/rsc/30816/principios-del-metodo-de-las-5s/>

Rodríguez Cardoza, José Roberto. Marzo 2010.

"Manual estrategia de las 5S, Gestión para la mejora continua"

Recuperado Junio 26, 2015, de https://www.scribd.com/fullscreen/151762171?access_key=key-2e132776f4wwrtuxut2&allow_share=true&escape=false&show_recommendations=false&view_mode=scroll

Rosas D. Justo. "Las 5 herramientas básicas de mejora de la calidad de vida", recuperado Junio 02, 2015, de http://www.paritarios.cl/especial_las_5s.htm

Sacristán, Francisco Rey (2005). "Las 5'S: Orden y Limpieza en el puesto de trabajo", (pág. 2-30) Editorial: FC Editorial

Sarmiento Castillo, Luis, instructor, Julio 15, 2008, CURSO – TALLER:
"Metodología para la Implementación de las 5'S"

Venegas Sosa, Rolando Alfredo. (2005, Noviembre 13).

"Las 5S, manual teórico y de implantación". Recuperado Junio 15, 2015, de <http://www.gestiopolis.com/las-5s-manual-teorico-y-de-implantacion/>

ANÁLISIS Y VALIDACIÓN CINEMÁTICA DE LOS COMPONENTES DE UNA TRANSMISIÓN MANUAL APLICANDO UN SOFTWARE CAD/CAE

Ingeniería y Tecnología

* Alfredo Gómez Méndez¹
Irvin Yael Eduardo Álvarez²
Juan Carlos Vásquez Jiménez³
Serafín Reyes García⁴
María de Jesús Oregán Silva ⁵

Resumen

Con aplicación de ingeniería inversa en elementos mecánicos para entender y conocer detalles de su diseño, construcción y operación con el fin de reducir fallas en los mecanismos. En el proyecto se realiza un análisis cinemático de los componentes mecánicos de una caja de cambios manual de cuatro velocidades considerando la caracterización, el funcionamiento y los comportamientos de los elementos - componentes que la integran mediante la generación de un modelo virtual que posea las mismas características y propiedades que el dispositivo real con un software CAD/CAE, se aplican cálculos basados en las características del motor de combustión interna en que se acopla, para el análisis de movimiento que permitan demostrar el correcto funcionamiento dinámico del conjunto mediante una validación comparativa entre los datos obtenidos teóricamente y los correspondientes del modelo virtual.

Palabras clave: Movimientos, caja de cambios, CAD, CAE.

Introducción

El constante avance tecnológico ha ocasionado que la aplicación de la ingeniería inversa sea cada vez más común puesto que su objetivo es obtener información o un diseño a partir de un producto, con el fin de determinar de qué está hecho, qué lo hace funcionar y cómo fue fabricado. El uso de CAD (Computer Aided Design, Diseño Asistido por Computadora) en la ingeniería inversa simplifica el estudio de piezas en forma virtual, con su modelado para su fácil modificación en caso de ser necesario, es una herramienta que hace más fácil el trabajo. Con el uso de CAE (Computer Aided Engineering, Ingeniería Asistida por Computadora) se pueden realizar operaciones de ensamble y simulación movimientos entre otros; esto ofrece grandes ventajas y flexibilidad, mediante que es una aplicación intuitiva con la que el ingeniero podrá desarrollar estudios más exactos, pues permite a su equipo de diseño trabajar de una manera más rápida y productiva; así como cientos de mejoras derivadas de un mismo prototipo. Para este proyecto se busca obtener un modelo virtual de los elementos a analizar que contengan las mismas características y propiedades que el modelo físico, aplicando estudios de movimiento que permitirán demostrar el correcto funcionamiento dinámico del conjunto, incluyendo: planos, explosiones y ensamblajes del conjunto.

Justificación

Este proyecto está encaminado al estudio cinemático, implementando las nuevas herramientas tecnológicas disponibles, de tal forma que los resultados de los análisis expuestos sean más precisos y confiables.

¹Pasante de Ingeniería Mecatrónica, Instituto Tecnológico de Tehuacán, goma_2209@hotmail.com

²Pasante de Ingeniería Mecatrónica, Instituto Tecnológico de Tehuacán, iyea_@hotmail.com

³Candidato al Grado de Doctor en Sistemas Integrados de Manufactura y Estrategias de Calidad, Instituto Tecnológico de Tehuacán, jvazquezj@hotmail.com

⁴Candidato al Grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería Mecánica, Instituto Tecnológico de Tehuacán, sreyes100@hotmail.com

⁵Maestra en Educación, Instituto Tecnológico de Tehuacán, maoregansilva@hotmail.com

La aplicación de la ingeniería inversa en elementos mecánicos tiene como objetivo entender y conocer detalles de su diseño, construcción y operación para optimizar modelos ya existentes, con el fin de reducir fallas en los mecanismos, con esto se reducen los daños ambientales por la fabricación de piezas para reemplazos, análisis y pruebas físicas.

Al utilizar software CAD/CAE, los archivos (de las piezas, de los ensambles, y de movimientos) quedan disponibles, para la obtención de información posterior, como una herramienta con la capacidad de analizar y probar elementos en diferentes situaciones posibles de uso, de manera virtual, proporcionando ahorros en tiempos y costos para el estudio; el software cuenta con una interfaz gráfica lo cual permite que usuarios con conocimientos básicos en mecánica sean capaces de realizar estudios útiles en la vida cotidiana.

Una vez diseccionada la caja de velocidades se procede primeramente a la detección y corrección de la falla motivo de la aplicación de ingeniería inversa, que consistió en la sustitución de unos resortes que se encuentran en la tapa de cambios los cuales sirven para que el usuario sepa si la palanca ya está en una velocidad y que también actúan como un retén para la velocidad, ya que de no ser así puede que se salga de su lugar a causa de las vibraciones. Se realizó el montaje total del mecanismo y el dispositivo físico queda disponible en el Laboratorio de Ingeniería Mecatrónica en el Área de Sistemas Automotrices, como material didáctico (de apoyo para el análisis teórico y práctico) para su aplicación en el módulo de especialidad.

Objetivo general.

Realizar un análisis cinemático de los componentes de una caja de cuatro velocidades de transmisión manual Tremec® 190-F utilizando los principios teóricos del diseño de elementos mecánicos, considerando la caracterización, el funcionamiento y los movimientos de los elementos - componentes que la integran y validar los valores obtenidos mediante la simulación en un software CAD/CAE.

Ingeniería inversa

La ingeniería inversa es una metodología sistemática para analizar el diseño de un dispositivo o sistema existente, ya sea como una aproximación para estudiar el diseño o bien como un prerrequisito para diseñarlo. Es en esencia un proceso que se utiliza para adquirir información acerca de la funcionalidad y de los tamaños de componentes de diseño existentes. Para tener una idea o un concepto con respecto a un producto o sistema existente. Tendría sentido que primero se analizaran los productos o sistemas existentes en el mercado para ver cómo funcionan y que características tienen que pudieran emplear o mejorar en un nuevo diseño. Una disección y un estudio cuidadoso de varios diseños similares podrían contribuir mucho en el proceso o nuevo diseño (Charry, 2010, 50).

Proyecto de ingeniería inversa

El desarrollo de un proyecto de ingeniería consiste de las siguientes etapas:

- Definir con claridad los factores y parámetros relevantes. Una planeación cuidadosa se inicia con la evaluación de las necesidades del cliente y de las especificaciones ingenieriles.
- Definir la funcionalidad global del sistema, como las relaciones de entrada y salida.
- Estimar y destacar los subsistemas y los componentes individuales, tal vez mediante el uso de un enfoque de disección del producto.
- Resumir los resultados en un enunciado del problema de modo que se tenga una imagen clara del proyecto de ingeniería inversa, o sea lo que espera descubrir y lo que se espera mostrar. Si su objetivo es mejorar el producto, debe incluirse este en el enunciado del problema.

Para la aplicación del proceso de ingeniería inversa es necesario:

1. Obtención de tamaños de partes

- 2.Desarrollo de un modelo CAD 3D
- 3.Consideraciones de rediseño potencial.
4. Análisis de las propiedades geométricas.
5. Medidas dimensionales
6. Propiedades de masa
- 7.Elemento finito (CAE)

Caja de cambios

En los vehículos automotores, la caja de cambios o caja de velocidades es el elemento encargado de obtener en las ruedas el par-motor suficiente para poner en movimiento el vehículo desde posición de parado, y una vez en marcha obtener un par suficiente en ellas para vencer las resistencias al avance, fundamentalmente las derivadas del perfil aerodinámico, de rozamiento con la rodadura y de pendiente en ascenso (Meganeboy, 2014).

El motor de combustión interna alternativo, al revés de lo que ocurre con la máquina de vapor o el motor eléctrico, necesita un régimen de giro suficiente (entre un 30% y un 40% de las rpm máximas) para proporcionar la capacidad de iniciar el movimiento del vehículo y mantenerlo posteriormente. Aun así, hay que reducir las revoluciones del motor en una medida suficiente para tener el par suficiente; es decir si el par requerido en las ruedas es 10 veces el que proporciona el motor, hay que reducir 10 veces el régimen. Esto se logra mediante las diferentes relaciones de reducción o desmultiplicación obtenidas en el cambio, más la del grupo de salida en el diferencial. El sistema de transmisión proporciona las diferentes relaciones de engranes o engranajes, de tal forma que la misma velocidad de giro del cigüeñal puede convertirse en distintas velocidades de giro en las ruedas. El resultado en la ruedas de tracción es la disminución de velocidad de giro con respecto al motor, y el aumento en la misma medida del par-motor. Esto se entenderá mejor con la expresión de la potencia P en un eje motor:

$$P = M \omega$$

Dónde:

P = Potencia

M = Par – motor

ω = Velocidad angular

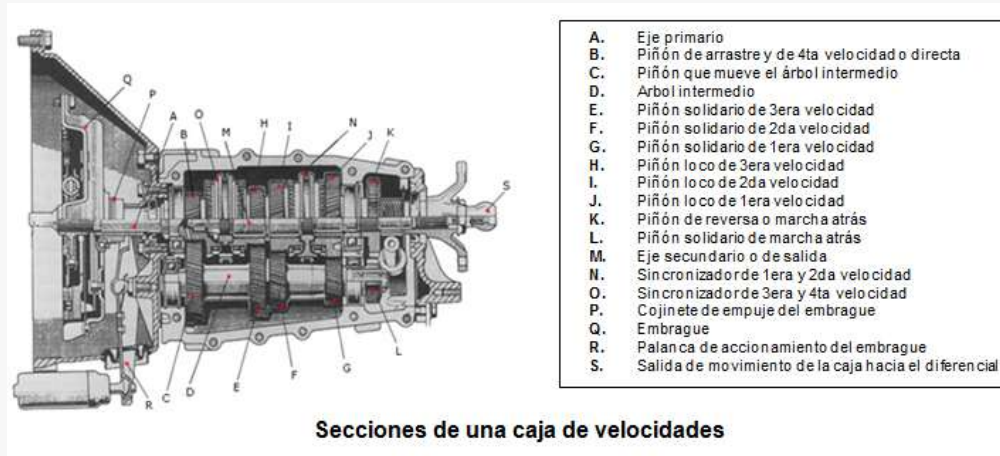
En función de esto, si la velocidad de giro (velocidad angular) transmitida a las ruedas es menor, el par motor aumenta, suponiendo que el motor entrega una potencia constante.

La caja de cambios tiene pues la misión de reducir el número de revoluciones del motor, según el par necesario en cada instante. Además de invertir el sentido de giro en las ruedas, cuando las necesidades de la marcha así lo requieren. Va acoplada al volante de inercia del motor, del cual recibe movimiento a través del embrague, en transmisiones manuales; o a través del convertidor de par, en transmisiones automáticas. Acoplado a ella va el resto del sistema de transmisión.

Cajas manuales o mecánicas

Se denominan cajas mecánicas a aquellas que se componen de elementos estructurales (y funcionales), rodamientos, etc. de tipo mecánico. En este tipo de cajas de cambio, la selección de las diferentes velocidades se realiza mediante mando mecánico, aunque éste puede estar automatizado. Los elementos sometidos a rozamiento ejes, engranajes, sincronizadores o selectores están lubricados mediante baño de aceite (específico para engranajes) en el cárter aislados del exterior mediante juntas que garantizan la estanqueidad. Los acoplamientos en el interior se realizan mediante mecanismos compuestos de balancines y ejes guiados por cojinetes.

El accionamiento de los mecanismos internos desde el exterior de la caja -y que debería accionar un eventual conductor- se realizan mediante varillas rígidas.



Las distintas velocidades de que consta la caja están sincronizadas. Esto quiere decir que disponen de mecanismos de sincronización que permiten igualar las velocidades de los distintos ejes de que consta la caja durante el cambio de una a otra.

La conexión cinemática entre el motor y la caja de cambios se realiza mediante el embrague.

Desarrollo del proyecto

Para conseguir el objetivo primordial es necesario tener en consideración todas las actividades que en conjunto darán forma al proyecto tales como:

- Inspeccionar visualmente el producto. Analizar la estructura y funcionamiento de los componentes y estudiar cada uno de los componentes para comprender su función.
- Desmontar y lavar caja. Este primer paso es indispensable ya que nos dará la oportunidad de extraer las piezas para su estudio. La actividad se realizó utilizando herramientas mecánicas tales como desarmadores, pinzas, dados, matraca, llaves españolas, martillo de golpe; siguiendo una secuencia lógica en la extracción de las piezas y una vez desarmada en su totalidad se prosiguió a lavar dichos elementos empleando diesel como agente desengrasante y catalogar las piezas en una lista de materiales.
- Determinar los materiales. Determinar materiales aplicando pruebas de dureza a los componentes.
- Medir y analizar piezas. Una vez terminada la disección y limpieza de las piezas es tiempo de empezar con el análisis, empezando con la medición individual utilizando instrumentos de medición directa.
 - Modelar y visualizar las piezas en 3D.
 - Realizar ensamble.
 - Realizar el análisis dinámico mediante CAD.

Determinación de los materiales

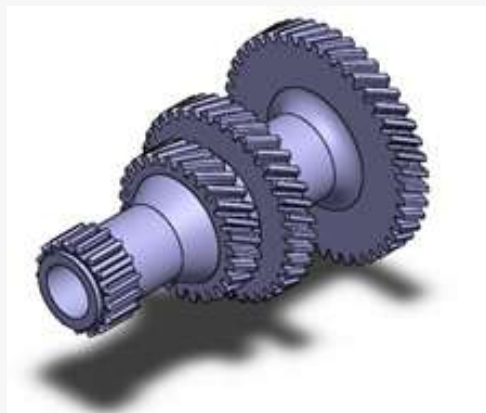
Para verificar los materiales de los componentes se aplicó la prueba de dureza Brinell a las piezas. Principalmente, las de mayor esfuerzo con esos datos se determinaron el tipo de materiales a partir de comparaciones en tablas de aceros comerciales y su disponibilidad en la biblioteca del CAD.

Tabla 1. Dureza de componentes

| Elemento | Dureza medida(Brinell) | Material correspondiente |
|----------------------|------------------------|--------------------------|
| Contra barra | 95 | AISI 1035 |
| Sincronizador | 60.5 | Bronce fosfórico |
| Collarín | 97.5 | AISI1035 |
| Seguro | 97 | AISI 1035 |
| Buje | 83.5 | AISI 1015 |
| Flecha de mando | 97.5 | AISI 1035 |
| Rodillo | 110 | ASI 52100 |
| Separador | 89 | AISI 1015 |
| Hórquilla | 94 | AISI 1035 |
| Tren loco de reversa | 97.5 | AISI 1035 |

Modelación y visualización las piezas en 3D

Todas las piezas de la caja de velocidades fueron dimensionadas de manera individual para posteriormente modelarlas en el CAD como se muestra en la figura y posteriormente realizar subensambles de dos grupos y finalmente mecanismo general (Gómez, 2008).

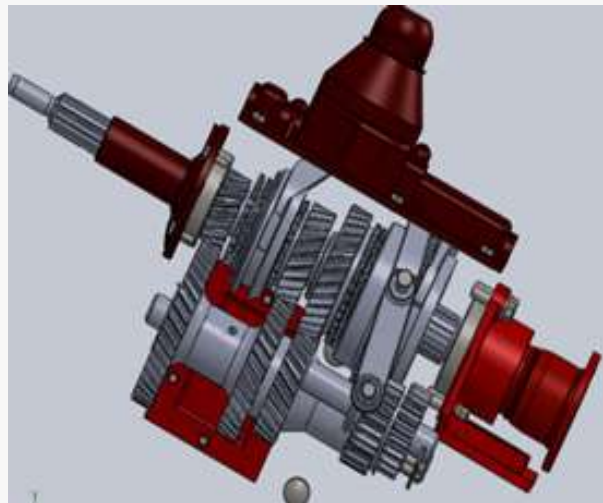


a) Virtual



b) Real

Figura 1. Modelo virtual y real del tren de engranes



Funcionamiento de 1era velocidad.

En la figura 2 se muestran los elementos que interactúan y a través de los cuales se transmite la fuerza que proviene del motor desde la flecha de mando hasta el la flecha principal y continuación se explica: la fuerza que proviene del motor a través del embrague

(clutch) continua por la flecha de mando que a su vez engrana con el tren de engranes, en la imagen se muestra en el rectángulo rojo del lado derecho, el tren de engranes la pieza más grande en la figura, también engrana con el collarín de primera como se muestra en el rectángulo rojo de la izquierda, transmitiéndole la fuerza, el collarín y la masa están fijas de manera que giran juntos pero en el caso del collarín puede desplazarse a lo largo de la masa para las otras velocidades, la flecha principal y la masa están completamente fijas entre ellas, por lo cual giran juntas. La flecha principal y la flecha de mando esta acopladas internamente mediante un rodamiento lo que les permite girar a diferente

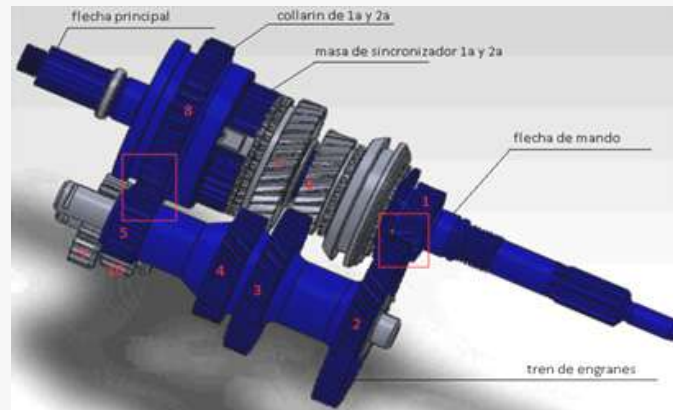


Figura 2. Funcionamiento con la primera velocidad.

También se describe el acoplamiento que tiene la caja de velocidades en 1ª iniciando por la flecha de mando (#1) que es la que proporciona el torque producido por el motor del vehículo, acoplado a ella se encuentra el engrane helicoidal (#2) de la flecha de mando del tren fijo, el cual continua con la transmisión del par hacia el collarín de 1era, 2da y reversa (#8) por medio del engrane recto de 1era y reversa (#5) del tren fijo, y el collarín de 1era, 2da y reversa (#8) transmite la fuerza a la flecha principal por medio de un momento con una fuerza proveniente del tren fijo y el radio del círculo primitivo del engrane recto del collarín de 1era para obtener así una velocidad de salida máxima igual a 562.68 rpm en 1era velocidad.

Análisis y cálculos de relaciones de velocidades

Para el análisis de este proyecto se considera que la caja de cambios manual de cuatro velocidades Tremec 190-F, en figura 3 se muestran el modelo virtual y el dispositivo físico, se encontraba montada sobre un vehículo marca Ford® F-350 modelo 1980, el cual posee las siguientes características:

- *Motor V8, 2 válvulas por cilindro.
- *Potencia máxima 328.35 HP
- *Par máximo de 370 lb - ft a 3600 RPM



a) Modelo virtual b) Dispositivo físico
Figura 3. Caja de velocidades virtual y real.

La caja de velocidades de transmisión manual tiene en su estructura 6 engranes helicoidales y 4 engranes rectos, cuyas características de diseño se describen en la tabla 2.

Tabla 2. Características de los engranes de la caja de velocidades

| N° del engrane | Nombre del engrane | Paso diametral | Diámetro primitivo (in) | Angulo de presión | Angulo de la hélice | Espesor del diente (in) | Altura del diente (in) | Numero de dientes |
|----------------|---|----------------|-------------------------|-------------------|---------------------|-------------------------|------------------------|-------------------|
| 1 | Engrane de la flecha de mando | 7 | 2.4285 | 20 | 30 | 0.255 | 0.315 | 17 |
| 2 | Engrane de entrada del tren de engranes | 7 | 6.1428 | 20 | 30 | 0.325 | 0.278 | 43 |
| 3 | Engrane para tercera del tren de engranes | 7 | 5.1428 | 20 | 30 | 0.318 | 0.286 | 36 |
| 4 | Engrane para segunda del tren de engranes | 7 | 3.8571 | 20 | 30 | 0.303 | 0.303 | 27 |
| 5 | Engrane para primera del tren de engranes | 7 | 2.4285 | 20 | | 0.250 | 0.178 | 17 |
| 6 | Engrane de tercera | 7 | 3.2857 | 20 | 30 | 0.289 | 0.304 | 23 |
| 7 | Engrane de segunda | 7 | 4.5714 | 20 | 30 | 0.297 | 0.292 | 32 |
| 8 | Engrane del collarín de primera | 7 | 6.1428 | 20 | | 0.330 | 0.289 | 43 |
| 9 | Engrane de entrada del engrane loco | 7 | 3 | 20 | | 0.283 | 0.258 | 21 |
| 10 | Engrane de reversa del engrane loco | 7 | 2.4285 | 20 | | 0.313 | 0.277 | 17 |

La relación de velocidad entre la flecha de mando y el tren de engranes está dada por la siguiente ecuación y en la tabla 3 se presentan las relaciones de velocidades calculadas para todo el mecanismo.

$$v_1 * n_1 = v_2 * n_2 \quad (1)$$

Tabla 3. Relaciones de velocidades calculadas con ecuación 1

| Relaciones | Velocidad 1 (RPM) | Velocidad 2 (RPM) | T (Relación de engranes) |
|--|-------------------|-------------------|--------------------------|
| Flecha e mando y tren de engranes | 3600 | 1423 | 43:17 |
| Velocidad de salida de primera | 1423 | 562 | 43:17 |
| Velocidad de salida de segunda | 1423 | 1200 | 32:27 |
| Velocidad de salida de tercera | 1423 | 2228 | 23:36 |
| Velocidad de salida de cuarta | 3600 | 3600 | |
| Velocidad de salida de reversa | 1423 | 1152 | 21:17 |
| Velocidad de salida de engrane loco y collarín | 1152 | 455 | 43:17 |

Validación de resultados

Activación de complementos Motion y Simulation (animación). Para el estudio de las velocidades es necesario activar el complemento la opción Motion, para ello se da clic en el menú desplegable del botón ubicado en la barra de título denominado opciones y elegimos la opción complementos; de despliega una ventana la cual contiene todos los complementos y se señala el correspondiente a Motion.

Para el análisis de los movimientos se utilizaron 20 rpm por motivos de que el software, ya que no proporciona los requerimientos suficientes para hacer un estudio a las 3600 rpm que brinda el motor utilizado.

Estudio de la primera velocidad. En la figura 4 se muestra el comportamiento del funcionamiento de la caja de transmisión para la velocidad de primera. Los elementos que interactúan en esta velocidad se muestran en color azul y las rpm de entrada (Vi) y salida (Vs) junto con su respectiva ubicación. En las figuras 5 y 6 se generan del sistema CAD las gráficas de comportamiento de la velocidad de la flecha de mando y del engrane de primera.

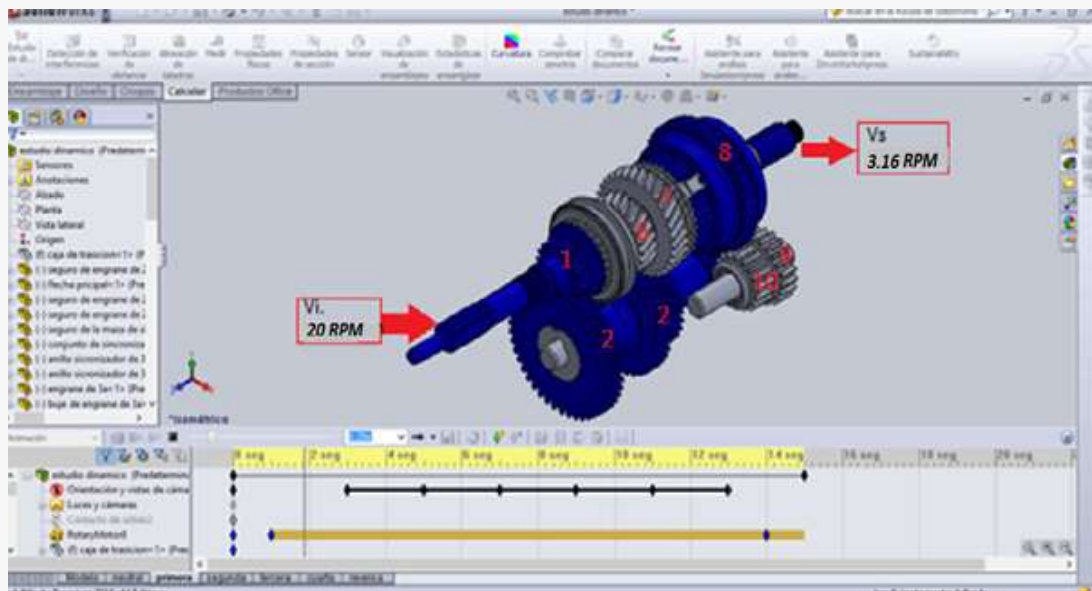


Figura 4. Estudio de primera.

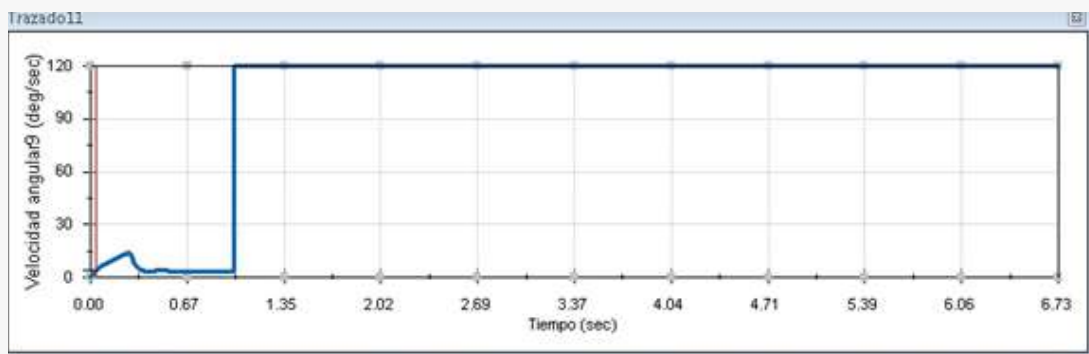


Figura 5. Velocidad angular de flecha de mando.

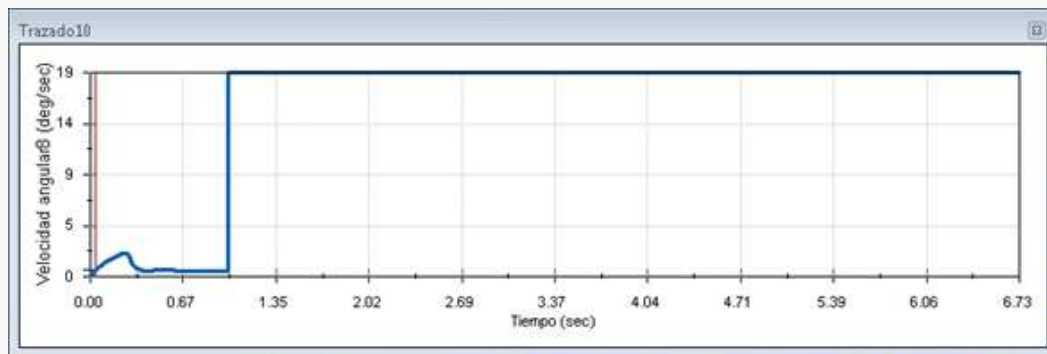


Figura 6. Velocidad angular de primera.

De acuerdo con la segunda ley de Newton la aceleración es directamente proporcional a la fuerza neta que actúa sobre él e inversamente proporcional a su masa, (Mott, 2006). Considerando a los engranes que interactúan para esta velocidad deducimos lo siguiente.

$$\frac{w_2}{w_1} = \frac{n_1}{n_2} \quad (2)$$

$$w_2 = \frac{n_1}{n_2} w_1$$

$$w_2 = w_5 \quad (3)$$

$$\frac{w_8}{w_5} = \frac{n_5}{n_8} \quad (4)$$

$$w_8 = \frac{n_5}{n_8} w_5$$

$$w_8 = \frac{n_5}{n_8} \left(\frac{n_1}{n_2} w_1 \right)$$

$$w_8 = \frac{n_5 * n_1}{n_8 * n_2} w_1$$

$$w_8 = \frac{17 * 17}{43 * 43} * 3600 \text{ rpm} = 562.68 \text{ rpm}$$

Comparación de resultados

De acuerdo al análisis que realizó el software se obtiene una relación de velocidad de entrada de 120 deg/s contra una velocidad de salida de 19 deg/s dando como resultado:

$$\omega * 1/6 = \text{rpm}$$

$$\omega_i = 120 \text{ deg/s equivale a } 20 \text{ rpm.}$$

$$\omega_s = 19 \text{ deg/s equivale a } 3.166 \text{ rpm.}$$

$$\frac{20}{3.166} = 6.31$$

La relación de velocidad es igual 1/6.31

De acuerdo al cálculo realizado se obtiene una relación de velocidad de entrada de 3600 rpm contra una velocidad de salida de 562.68 rpm dando como resultado:

$$\frac{3600}{562.68} = 6.39$$

La relación de velocidad es igual 1/6.39

Comparando los resultados obtenidos mediante cálculo y software se concluye la validación de velocidad entre engranes.

Resumen de resultados

El trabajo que se realizó el primer propósito es conocer y explicar el funcionamiento de una caja de 4 velocidades así como los elementos que la integran. El segundo propósito es realizar la disección de la caja Tremec® 190F para limpiarla, medir y analizar cada una de sus piezas, para la comprensión de cómo interactúan cada pieza en cada una de las velocidades. Y el último es el análisis cinemático mediante los cálculos de los movimientos basados en los conceptos de diseño de elementos mecánicos y finalmente llevar a cabo una validación de los resultados obtenidos mediante la aplicación del software CAD/CAE, que además permite el modelado y visualización 3D, genera los planos de ingeniería, se puede llevar a cabo la realización de los ensambles, simula y proporciona el estudio dinámico de las partes que forman la caja de cuatro velocidades.

Para el estudio dinámico se hicieron cálculos para determinar las relaciones de velocidad y la relación entre los engranes. Se efectuaron las pruebas de dureza a cada una de las piezas para determinar cada uno de los materiales con el que fueron hechas. Se comprobó que las piezas de la caja estaban bien

maquinadas para tener una interacción apropiada entre ellas para alcanzar una buena transmisión de potencia.

Conclusiones

La validación virtual de los resultados obtenidos de movimientos las partes de la caja de cuatro velocidades de transmisión manual sirve para entender y conocer detalles de su diseño, construcción y operación para optimizar modelos ya existentes, con el fin de reducir fallas en los mecanismos. El poder realizar estudios dinámicos o estáticos a otros mecanismos mediante software facilita la comprensión del comportamiento de estos sin necesidad de hacerlo físicamente.

Recomendaciones

En cuanto al uso de la caja es recomendable darle mantenimiento de tipo preventivo; en específico cambio de aceite al menos cada año, esto es más que nada para evitar un posible daño ocasionado por la corrosión ambiental. Este tipo de cajas está diseñado más que para proporcionarle velocidad al vehículo, transmitir grandes cantidades de torque, es por eso que se recomienda darle los tiempos de cambio ideales, con ello no solo aumentamos la vida útil de la caja de cambios en general sino que además cuidamos de no esforzar de más el motor del vehículo.

Autorización y Renuncia

El o los autores del artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D=Dinámica del Saber Edición 2015. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

Referencias

- Cajas de cambio manuales.(2014). En <http://www.aficionadosalamecanica.net/caja-cambios1.htm>.
Página creada por Dany Meganeboy
- Charry, G. T. (Abril de 2010). Disección de productos: una herramienta para la formación del ingeniero. *Scientia et Technica Año XVI* , 49-54.
- Gómez, S. (2008) *El gran libro de Solidworks (1era Edición)*. España: Alfaomega – Marcombo.
- Lieu, D. K. y Sorby, S. (2011). *Dibujo para Diseño de Ingeniería (1a. Edición)*. México: Cengage Learning.
- Martínez, L. G. (Agosto de 2012). Universidad Pontificia de Comillas España. Obtenido de <http://www.iit.upcomillas.es/pfc/resumenes/50a372d18a4b8.pdf>
- Mitchell, Alva y Giesecke, Frederick E. (2006). *Dibujo y Comunicación Gráfica (Tercera Edición)*. México: Pearson - Prentice Hall.
- Mitutoyo. (Agosto de 2010). Mitutoyo Mexico. Obtenido de <http://www.mitutoyo.com.mx/Descargas/Boletines/BOLETIN%20AGOSTO%202010.pdf>
- Mott, R. L. (2006). *Diseño de Elementos de Máquinas (Cuarta Edición)*. México: Pearson.
- Rodríguez, M. E. (2010). CentOS website. Obtenido de http://olimpia.cuautitlan2.unam.mx/pagina_ingenieria/mecanica/mat/mat_mec/m2/METROLOGIA.pdf
- Torres, G. (2008). *Ingeniería inversa: una herramienta para la iniciación al diseño*. En *Memorias de V Congreso Bolivariano de Ingeniería Mecánica y II Congreso Binacional de Ingeniería Mecánica*, 17-20 junio 2008, Cúcuta, Colombia, 184 – 190.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DIDACTICO DE BANDA TRANSPORTADORA PARA BALANCEO DE LINEAS

Ingeniería y Tecnología

*Ing. Margarito Guerrero Hernández¹
M.I.I. Placido López Merino²
M.I.I. Héctor Santos Alvarado³
M.C. Juan Carlos Vázquez Jiménez⁴

Resumen

El presente documento trata del producto de un trabajo de tesis de Maestría, referido al diseño y construcción de un prototipo didáctico de una banda transportadora enfocada a fortalecer la enseñanza aprendizaje en el área de manufactura, a través de prácticas de laboratorio en el Instituto Tecnológico Superior de Perote (en lo sucesivo ITSPE).

El resultado es un prototipo didáctico de una banda transportadora, en la cual se aplican los principios de balanceo de líneas de producción y diseño de estaciones de trabajo y con el cual se pueden realizar prácticas en diferentes materias del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Industrial del ITSPE.

La banda transportadora tiene un ancho de 90 cm, 9 metros de longitud y una altura de 90 cm. Para esto, se realizó un estudio antropométrico con los alumnos de ingeniería industrial del ITSPE, tomando como referencia la ecuación matemática $P(\%) = \mu \pm \beta \delta$ (Mondelo, 2001).

Se presenta una propuesta de automatización para una operación directa con un controlador lógico programable (en lo sucesivo PLC), cuatro interruptores finales de carrera, cuatro electroválvulas 5/2, cuatro cilindros de doble efecto y cuatro estaciones de trabajo.

El prototipo de la banda transportadora, consiste en el diseño de la parte mecánica del equipo, construcción, arranque, puesta en marcha y operación y dejar indicada la información para su automatización.

Una de las características más importantes de este prototipo didáctico es el económico, presentando la cotización total del costo de diseño, tanto en lo mecánico como en la automatización, además, se comparan costos con equipos similares que se encuentran en el mercado.

Además resuelve, la problemática de la infraestructura en talleres y laboratorios del ITSPE, cumpliendo así, con los requisitos de Programa Institucional de Innovación y Desarrollo PIID 2013-2018 que exige el equipamiento de los mismos.

Palabras clave: Balanceo de líneas, Diseño de equipo, Datos estándares, Optimización de procesos.

¹Ing. Margarito Guerrero Hernández Ingeniero Químico Industrial Instituto Tecnológico de Tehuacán Tel 2313225437

²Ing.guerrerohernandez@yahoo.com

³MII. Placido López Merino Maestro en Ingeniería Industrial Instituto Tecnológico de Tehuacán Tel 2384084531 plassmart@gmail.com

⁴MII. Héctor Santos Alvarado Maestro en Ingeniería Industrial Instituto Tecnológico de Tehuacán Tel 238101770 hsalvarado@hotmail.com

⁵M.C. Juan Carlos Vázquez Jiménez Maestro en Ciencias en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional Instituto Tecnológico de Tehuacán Tel. 2381180160 jcvazquez@hotmail.com

Planteamiento del problema:

En la actualidad, los alumnos del Instituto Tecnológico Superior de Perote ITSPe, carece de la infraestructura adecuada en cuanto a talleres y laboratorios, para la realización de sus prácticas, en lo particular, de la carrera de ingeniería industrial.

Objetivo General

Diseñar y construir un prototipo didáctico de una banda transportadora para la realización de prácticas de balanceo de líneas en procesos de ensamble para el laboratorio de Ingeniería Industrial, del Instituto Tecnológico Superior de Perote.

Objetivos específicos.

Diseñar la estructura mecánica de la banda transportadora

Construir la estructura mecánica de la banda transportadora.

Integrar las diversas etapas del módulo y verificar su funcionamiento.

Implementar una corrida de ensamble con el correspondiente balanceo de líneas.

Evaluar la funcionalidad del prototipo en base a un balanceo de líneas.

Marco teórico.

Banda transportadora.

Una banda transportadora es un equipo fabricado para el transporte de objetos formado por poleas que mueven la banda transportadora en forma continua. Las poleas son movidas por motores haciendo girar la banda transportadora y así lograr transportar el material depositado en la misma. (Cassigna, 2011).

Balanceo de líneas

El problema referente a determinar el número de trabajadores que deben asignarse a una línea de producción es análogo a determinar el número de operarios asignado a una estación de trabajo.

Quizá la situación más elemental del balanceo de líneas, que surge con frecuencia, es aquella en la que varios operarios, cada uno realizando operaciones consecutivas, trabajan como una unidad. En este caso la tasa de producción depende del operario más lento. (Niebel, 2011).

A la línea de producción se le conoce como el principal medio para fabricar a bajo costo grandes cantidades o series de elementos normalizados. . (García, 2006)

Metodología.

La metodología empleada para el diseño y construcción el prototipo didáctico de la banda transportadora, se llevó a cabo en cuatro fases.

Fase I. Diseño.

Fase II. Construcción.

Fase III. Verificación del funcionamiento del equipo.

Fase IV. Presentación de resultados.

Croquis y vistas del diseño mecánico del equipo.

Tratándose de un diseño académico para prácticas de laboratorio, la selección de los materiales empleados para el prototipo didáctico está en función de lo económico y funcional. A continuación se muestra una vista y el boceto para definir el diseño del prototipo.

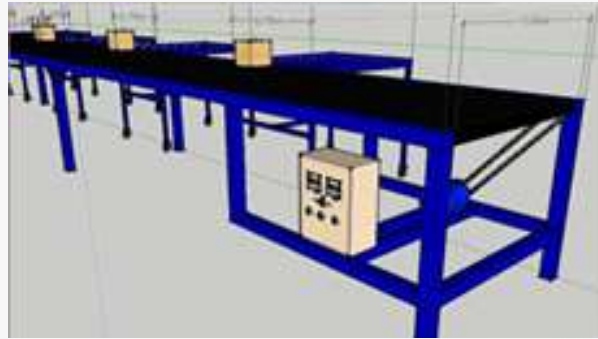


Figura 1. Vista del diseño mecánico del equipo

Cada estación de trabajo deberá estar separada, uno de otra a 1 m de distancia, a lo largo de toda la estructura.

Construcción del prototipo

Al analizar las dimensiones que influyen en el diseño del equipo, se determinó que solo la altura tenía una relevancia e impacto relevante en el diseño final de la banda. Para poder determinar dicha medida se llevó a cabo un estudio antropométrico, el cual determinaría de forma cuantitativa la altura de la banda, consistiendo en los siguientes pasos:

1.- Determinación y listado de las medidas a evaluar.

En base al estudio antropométrico, se determinó que solo la altura denominada antropométricamente como Altura Codo- Suelo (CSp), es la más relevante.

2.- Población y tamaño de la muestra

Se tomó como población los 482 alumnos del ITSPe en la carrera de Ingeniería Industrial. En base a esta población y al nivel de confianza del 95%, se determinó de forma estadística el número de estudiantes a los que se debía de realizar las medidas, obteniendo el siguiente resultado.

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

Dónde:

n = El tamaño de la muestra.

N = Tamaño de la población.

δ = Desviación estándar de la población de 0.5.

Z = Nivel de confianza de 95% equivalente a 1,96.

e = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09).

DATOS:

N = 482 alumnos de ingeniería industrial

Desviación estándar= 0.5

Z = 1.96 para 95 % de confianza

e= 0.09

RESULTADO

$$n = \frac{0.9604}{(481)(0.0081) + (0.25)(3.8416)}$$

n = 95 alumnos

3.- Mediciones, Media, Desviación estándar y Percentil.

Se obtiene una base de datos, para determinar los valores de media, desviación estándar y el percentil, necesarios para la obtención de la medida final.

Tabla No. 1 Datos para determinar altura de los alumnos del ITSpE denominada antropométricamente como Altura Codo- Suelo (CSp).

| | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 94 | 91 | 91 | 92 | 94 | 94 | 91 | 92 | 91 |
| 91 | 94 | 94 | 94 | 92 | 91 | 92 | 92 | 94 |
| 92 | 92 | 94 | 94 | 94 | 92 | 94 | 91 | 94 |
| 92 | 92 | 91 | 92 | 91 | 92 | 91 | 94 | 94 |
| 91 | 92 | 92 | 94 | 94 | 91 | 94 | 94 | 94 |
| 92 | 92 | 91 | 94 | 92 | 94 | 94 | 94 | |
| 94 | 94 | 91 | 93 | 92 | 94 | 94 | 91 | |
| 91 | 94 | 94 | 91 | 94 | 94 | 91 | 94 | |
| 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 91 | 92 | 92 | |
| 91 | 91 | 94 | 92 | 92 | 94 | 92 | 91 | |

Estadísticas descriptivas:

C1 Conteo

Variable total Media Desv.Est. Varianza

C1 95 92.526 1.328 1.763

De acuerdo a la tabla proporcionada por Mondelo, 2001, se considera un valor de $\beta = 1.645$ para un percentil del 95%.

$P (\%) = \mu \pm \beta \delta$.

$P95\% = 92.526 - (1.645) (1.763) = 92.526 - 2.900 = 90 \text{ cm}$

Conclusión: la altura de la estructura metálica del prototipo didáctico de banda transportadora deberá tener una altura de 90 cm para que el 95% de los alumnos de la carrera de ingeniería industrial del ITSpE pueda utilizar el equipo sin dificultad y quedará un 5% en el prototipo didáctico de la población fuera del alcance, o que tendrá que realizar un sobre-esfuerzo para realizar las actividades

Cálculo de la velocidad lineal de la banda.

Parámetros de diseño del prototipo didáctico:

Longitud de la banda transportadora 9 metros, tiempo de cada ciclo de transporte 17.19 segundos, a 60 Hz. La velocidad lineal de la banda, se determina con la siguiente fórmula:

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{distancia metros}}{\text{tiempo seg}}$$

$$\text{Velocidad} = \frac{9 \text{ m}}{17.19 \text{ s}} = 0.5236 \text{ m/s}$$

Calculo del ángulo de inclinación.

De acuerdo con Pirelly William, 1992, el ángulo de inclinación de una banda transportadora se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Angulo} = \text{Inv Tan} \frac{H}{L_p}$$

Donde:

H = Altura en metros Lp = Longitud de la banda en metros

Los parámetros de diseño del prototipo didáctico de la banda transportadora son;

Longitud 9 metros y altura 90 cm. Sustituyendo en la ecuación:

$$\text{Angulo} = \text{Inv Tan} \frac{0.9 \text{ m}}{9 \text{ m}}$$

Angulo = 0.099° Que es prácticamente cero.

Calculo de la tensión de la banda.

La tensión de la banda se puede calcular con la siguiente fórmula (Pirelli William, 1992):

$$\text{Tensión} = \frac{75 \times N}{V} K$$

Donde:

N = Potencia del motor en KW

V = velocidad de la banda en m/seg

K = Constante de fricción

Datos de diseño del prototipo didáctico:

Potencia del motor 1HP = 746 watts = 0.0746

KW

Velocidad de la banda = 0.5236 m/seg

Constante K = 2. (Tomado de Pirelli 1992)

$$\text{Tensión} = \frac{(75)(0.0746)}{(0.5236)} (2)$$

$$\text{Tensión} = 21.36 \text{ N/m}$$

Calculo del ancho de la banda.

El ancho de la banda tiene gran importancia en el tamaño del material a transportar. El ancho de la banda no debe ser menor de tres veces la dimensión más grande del mayor grano de material a transportar. (Pirelli William, 1992).

El criterio anterior se cumple para el diseño del prototipo didáctico propuesto ya que los materiales a ensamblar son piezas LEGO que miden en promedio 20 cm de largo.

Selección de los rodillos.

Para hacer una selección apropiada de los rodillos, se deben consultar los catálogos de los fabricantes, sin embargo y de manera general, se pueden tomar los valores que proporciona Pirelli William, 1992. El diámetro de los rodillos empleados en el prototipo didáctico de la banda transportadora es de 4plg (102mm), clasificándose como clase de servicio ligero.

Ensamble de piezas del prototipo

El siguiente paso consiste en la medición, corte y ensamble de piezas para definir las características adecuadas del diseño del equipo. En la figura 2 se indican las piezas y sus dimensiones para tomarlo como referencia en el ensamble.

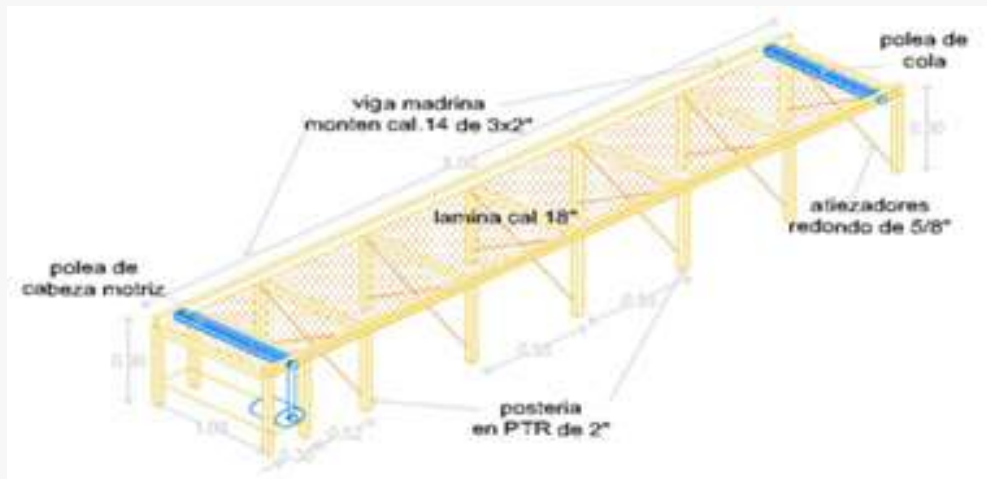


Figura 2. Materiales y accesorios a utilizar en el ensamble del equipo.

Propuesta de automatización del prototipo didáctico

El equipo se entrega trabajando normalmente en su forma mecánica, de acuerdo a como se indica a continuación.

El proceso de trabajo implica representar un proceso de producción en serie, suministrando material a las cuatro estaciones de trabajo por medio de una banda transportadora. El tablero de control proporciona la energía para energizar y poner en marcha el equipo, que esta acoplada a un motor reductor, el cual es enlazado por medio de una cadena giratoria para obtener una velocidad constante de la banda, velocidad que será controlada por un inversor de frecuencia y de esta manera se podrán transportar los materiales a cada estaciones de trabajo.

Se contará con cuatro estaciones de trabajo donde el operario ensamblará la parte del producto que le corresponde, previo un estudio de tiempos y con ello aplicar los principios de un balanceo de líneas de producción.

En lo que respecta a la propuesta de automatización del equipo, la banda continuara su movimiento normalmente, solo que ésta transportara los pallets donde se colocara el material a ensamblar y esta se detendrá por la acción de un final de carrera tipo rodillo y con la acción. Los puestos de trabajo cuentan con elementos de mando llamados pulsadores, que serán accionados por medio de finales de carrera que se encuentran incorporados en cada puesto de trabajo, es así que el operario podrá suministrar la materia prima de acuerdo con sus requerimientos.

Costo del prototipo

La cotización de los materiales que se utilizaron para la construcción del equipo se realizó en casas comerciales de la ciudad de Teziutlán Puebla.

La empresa Ferretez, presento la cotización más accesible a nuestro presupuesto, con una cantidad de \$8,050.00. El resto de los materiales fueron conseguidos a un menor precio con los industriales de la región, por lo que no se presenta cotización.

Tabla 2. Costo de materiales por terceros del prototipo didáctico.

| | | |
|---|--------------------------------|--------------|
| 1 | Caja de control con accesorios | \$ 7,500.00 |
| 2 | Motor Reductor de IHP | \$ 3,500.00 |
| 3 | Rodillos | \$ 2,500.00 |
| 4 | Banda de Hule (Neopreno) | \$ 3,500.00 |
| 5 | TOTAL | \$ 17,000.00 |

Finalmente el costo total del prototipo didáctico es el siguiente:

Tabla 3 Costo total parte mecánica del prototipo didáctico

| | |
|--|--------------|
| Total Cotización <u>Ferretez S.A de C.V.</u> | \$ 8,058.00 |
| Total materiales por terceros | \$ 17,000.00 |
| GRAN TOTAL | \$ 25,058.00 |

Debido a que no se tiene un prototipo similar en el mercado o en alguna institución, no podemos hacer el comparativo del costo, pero podemos hacer un comparativo con el precio del equipo denominado transportador de cadena que lo proporciona el CITT Celaya., el cual tiene un costo de \$160,229.

Tabla 4. Comparativo del costo del prototipo didáctico con el costo del transportador de cadena CITT CELAYA.

| | |
|--|--------------|
| Costo total prototipo didáctico (parte mecánica) | \$25,058.00 |
| Costo total CITT Celaya | \$160,229.00 |
| Diferencia | \$160,229.00 |

Costo de la propuesta de automatización.

El material que se necesita para automatizar el prototipo de la banda transportadora fue cotizado con la empresa FESTO.

El precio de \$72,000.00 es estrictamente lo necesario para automatizar el prototipo de la banda transportadora propuesto en este proyecto.

Finalmente para automatizar el prototipo didáctico tendríamos lo siguiente:

Tabla 5. Comparativo del costo del prototipo didáctico de banda transportadora contra la banda transportadora FESTO.

| | | |
|--|--------------|-------------|
| Costo total prototipo didáctico automatizado | <u>Festo</u> | \$72,000.00 |
| | Prototipo | \$25,058.00 |
| | Total | \$97,058.00 |

Análisis de resultados

El prototipo de la banda transportadora se construyó en un periodo de seis meses, los resultados se expresan en los siguientes apartados:

- 1.Práctica de balanceo de líneas de producción.
- 2.Costo total de la banda transportadora parte mecánica
- 3.Costo total de la banda transportadora parte automatizada
4. Procedimiento de operación de la banda transportadora
- 5.Mantenimiento preventivo de la banda transportadora.

Práctica de balanceo de líneas de producción.

Con el equipo trabajando mecánicamente se realizó una práctica de balanceo de líneas de producción.

Metodología de la práctica:

1. Seleccione un producto a fabricar a fin de determinar la producción óptima.
2. Calcular los tiempos estándares para cada una de las operaciones por medio de la técnica del cronómetro o las técnicas de tiempos predeterminados.
3. Balancear la línea de producción por medio de las técnicas analíticas correspondientes.
4. Grabe las operaciones individuales y el flujo de la línea completo con cámara de video.
5. Obtenga sus conclusiones y observaciones.

Desarrollo de la práctica.

Tabla 6. Toma de Tiempos en segundos para 4 operarios

| Operadores | Operación | 1 | 2 | 3 | 4 | Promedio (seg.) |
|------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| Víctor | Ensamble cabina defensa | 28.54 | 28.47 | 28.70 | 28.60 | 28.54 |
| Guillermo | Ensamble cabina secundaria | 28.96 | 26.88 | 25.19 | 24.47 | 26.37 |
| Noé | Ensamble llantas excavador | 34.20 | 31.34 | 31.26 | 30.25 | 31.76 |
| Mauricio | Ensamble parte excavador | 32.96 | 31.53 | 27.80 | 27.40 | 29.92 |
| Total | | | | | | 116.63 |

Cálculos

Jornada de trabajo de 8 horas= 480 minutos = 28,800 segundos

Tiempo total para armar un vehículo = 116.63 seg. / Pieza = 1.94 minutos/Pieza

$$\text{Capacidad instalada} = \frac{28\,800\text{ s} \times 4\text{ operarios}}{116.63\text{ s}} = 988\text{ piezas} \times 8\text{ hrs} = 2.06\text{ piezas} \times \text{min}$$

Numero de operarios reales:

$$\text{NOR} = \frac{(2.06\text{ piezas} \times \text{min})(1.94\text{ min} \times \text{pieza})}{100\%} = 3.99 \approx 4\text{ operarios}$$

Cálculo de la tarea por operario

$$\text{Tarea 1} = \frac{28\,800\text{ s}}{28.58\text{ s X pieza}} = 1008\text{ piezas/día}$$

$$\text{Tarea 2} = \frac{28\,800\text{ s}}{26.37\text{ s X pieza}} = 1092\text{ piezas/día}$$

$$\text{Tarea 3} = \frac{28\,800\text{ s}}{31.76\text{ s X pieza}} = 907\text{ piezas/día}$$

$$\text{Tarea 4} = \frac{28\,800\text{ s}}{29.92\text{ s / pieza}} = 963\text{ piezas / día}$$

Cálculo de operarios por jornada

$$\text{Operacion 1} = \frac{988\text{ pzas X día}}{1008\text{ piezas / día}} = 0.98 = 1\text{ Operario}$$

$$\text{Operacion 2} = \frac{988\text{ pzas X día}}{1092\text{ piezas / día}} = 0.95 = 1\text{ Operario}$$

$$\text{Operacion 3} = \frac{988\text{ pzas X día}}{907\text{ piezas / día}} = 1.09 = 1\text{ Operario}$$

$$\text{Operacion 4} = \frac{988\text{ pzas / día}}{963\text{ piezas / día}} = 1.07 = 1\text{ Operario}$$

Cálculo de la eficiencia:

$$\text{Eficiencia} = \frac{116.63\text{ s}}{4\text{ operarios X }31.76\text{ s}} = 92\%$$

Conclusión de la práctica

El objetivo principal para lo que fue diseñada la banda transportadora es que represente una línea de ensamble, en donde un producto se pueda armar progresivamente a medida que es transportado, pasando frente a estaciones de trabajo relativamente fijas, y que el proceso de la línea de ensamble pueda ser balanceado correctamente.

El problema del balanceo de línea es encontrar la forma de igualar lo más posible los tiempos trabajo en todas las estaciones de trabajo, lo cual se logró al observar los tiempos promedios obtenidos por cada operario. Para poder lograr un buen balanceo de líneas también fue necesario capacitar al operario y que a su vez, realizara su trabajo en forma repetitiva hasta dominar sus operaciones.

Mantenimiento del equipo.

En el siguiente cuadro se indica el programa de mantenimiento preventivo sugerido.

| | ENERO | FEBRERO | MARZO | ABRIL | MAYO | JUNIO |
|---|-------|---------|------------|---------|-----------|-----------|
| | JULIO | AGOSTO | SEPTIEMBRE | OCTUBRE | NOVIEMBRE | DICIEMBRE |
| 1. Limpieza general: banda, estaciones de trabajo estructura mecánica, parte exterior del motor. | | | | | | |
| 2. Lubricación del motor | | | | | | |
| 3. Lubricación de rodillos | | | | | | |
| 4. Calibración de tensores | | | | | | |
| 5. Tensado de la banda | | | | | | |
| 6. Tablero de control: revisión física, limpieza general interna y externa apriete de conexiones. | | | | | | |

Conclusiones

1. El equipo trabaja correctamente para lo que fue propuesto, prácticas de balanceo de líneas de producción empleando piezas LEGO para su ensamble.
2. El prototipo permitirá aplicar los conocimientos de ingeniería industrial como el cálculo del tiempo estándar, análisis de operaciones, elaboración de diagramas de flujo de proceso, diagrama de operaciones, balanceo de líneas de producción, sistemas de tiempos predeterminados, entre otros.
3. Su diseño permitirá realizar distintas prácticas para la carrera de ingeniería industrial como Kan Ban, Kaizen, Smed, Poka Yoke, entre otras.
4. La automatización del prototipo didáctico, resulta ventajoso para el ITSPe, por su bajo costo de inversión y resuelve la problemática en infraestructura de talleres y laboratorios que se plantea en el programa institucional de innovación y desarrollo 2013 – 2018.
5. El prototipo didáctico podrá emplearse como parte de un programa de capacitación a empresas de la región para supervisores de calidad, supervisores de producción, analistas de tiempos, entre otros, y de esta forma, fortalecer la vinculación académica entre el ITSPe y el sector productivo.

Autorización y Renuncia

Cedo los derechos de autoría al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D=Dinámica del saber edición 2015. El autor no se responsabiliza por los cambios que sufra el contenido ni por las implicaciones que esto conlleve.

Referencias

GARCÍA C., R. (2006) Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo. Segunda Edición. Editorial Mc. Graw Hill. México

GARCIA N., H. (2010). Diseño de un transportador continuo de capacidad de 500 kg/hr. Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Mecánica. Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico.

GROOVER, M., P. (2007). Automation, Production Systems, and Computer- Integrated Manufacturing, 3rd Edition). USA: Prentice.

NIEBEL B. y Freivalds A. (2011) Ingeniería industrial. Métodos, Estándares y diseños de trabajo. 11ava. Edición Editorial Alfa omega. México.

PIRELLI W.. (1992). Manual de fabricación de bandas y rodillos transportadores Editorial Mac Graw Hill- Impreso en Madrid (Argentina).

Programa Institucional de Innovación y Desarrollo PIID 2013- 2018, del Instituto Tecnológico Superior de Perote

Mondelo P. (2011). Ergonomía 3. Diseño de puestos de trabajo. Editorial Alfaomega. Segunda edición. México.

DISEÑO Y SIMULACIÓN DE UN FMS CON SOFTWARE CATIA

Ingeniería y Tecnología

M.C. Iniria Guevara Ramírez¹
Ing. José Antonio Paredes²
Castañeda³
M.I.I. Placido⁴
López Merino⁵

Resumen

Este trabajo se realizó en el Instituto Tecnológico de Tehuacán el cual describe el diseño y simulación de un Sistema Flexible de Manufactura modelo 50, Marca Festo (FMS-50), comúnmente llamada Celda de manufactura, ubicada en el Laboratorio de Ingeniería Industrial en la sección de Manufactura del Departamento de Ingeniería Industrial.

La elaboración de este tema sigue una metodología que consiste en:

1. Análisis del FMS-50 y su funcionamiento
2. Realizar los Diseños sobre los elementos de cada una de las estaciones que conforman la celda FMS-50, Marca Festo.
3. Conocer el proceso del recorrido del producto
4. De acuerdo a las alternativas que se tienen, realizar la simulación de la celda en el software CATIA, para observar de manera gráfica su comportamiento y así realizar pruebas de su funcionamiento.

Los resultados que se esperan obtener es, que los alumnos conozcan el funcionamiento del Sistema Flexible de Manufactura sin la necesidad de verla físicamente y si no se tiene conocimiento de cómo programar el FMS-50.

Palabras Clave: Celda, Diseño, Simulación, CATIA

Planteamiento del problema

El Laboratorio de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Tehuacán, cuenta con un Sistema Flexible de Manufactura, Modelo 50, Marca Festo, el cual se utiliza para la realización de prácticas en las materias de Especialidad, ubicadas en la retícula del área de Ingeniería Industrial después del Sexto Semestre, como son Automatización I y Automatización II, por lo que en ocasiones alumnos de semestre bajos no tienen la oportunidad de manipularla hasta que cursan las materias del módulo de especialidad, pero tienen el interés de saber cómo funciona o que se puede hacer con este equipo, pero su avance curricular restringen el uso de este equipo por diversos factores como falta de compromiso por parte del alumno, conocimientos

M.C. Iniria Guevara Ramírez.- Maestro en Ciencias en Ingeniería Industrial. Labora en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, 238-38-0-33-70, iniriag@hotmail.com.

Ing. José Antonio Paredes Castañeda.- Ingeniero Mecatrónico. Labora en la Universidad Tecnológica de Tehuacán, 238-38-0-31-00, Antonio. paredes@uttehuacan.edu.mx

M.I.I. Placido López Merino.- Maestro en Ingeniería Industrial. Labora en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, Tel: 238-38-0-33-70, splasmart@gmail.com.

Isai Ramos Gerardo.- Estudiante de Técnico Superior Universitario en Procesos Industriales, Área Automotriz. Estudia en la Universidad Tecnológica de Tehuacán, 238-38-0-31-00,

Luis Leonardo Altamirano Castillo.- Estudiante de Técnico Superior Universitario en Procesos Industriales, Área Automotriz. Estudia en la Universidad Tecnológica de Tehuacán, 238-38-0-31-00, luis_100693@outlook.com

adecuados a ese nivel, por ejemplo conocimientos de PLC'S, no tener suficiente tiempo para su uso, ya que está siendo utilizado por alumnos de la especialidad en la realización de sus prácticas, o estar en una distribución separada por estaciones, y a ellos les interesa saber que se hace en conjunto.

Por este motivo se consideró realizar el análisis y programación de cada una de las Estaciones que conforman la celda, (Ensamble, Distribución, Almacenamiento, Proceso) para que los estudiantes, puedan observar la simulación de todo el FMS-50 en una plataforma tridimensional, y poder captar paulatinamente y adecuadamente el funcionamiento de cada una de las estaciones de trabajo (y el funcionamiento de cada uno de sus componentes), así como en conjunto, por lo que el beneficio sea directamente a estos alumnos interesados o para despertar el interés por este tipo de Tecnologías de Vanguardia que aplicado al campo laboral permiten modificar el entorno, mediante la aplicación del conocimiento técnico de estas aéreas, para satisfacer las necesidades humanas.

Este trabajo no solo puede ser utilizado por alumnos de ingeniería Industrial sino puede ser utilizado por alumnos de un nivel medio-superior que pudiera estar interesado en este tipo de Tecnologías.

Figura 1.- Sistema Flexible de Manufactura. Modelo FMS-50, Marca Festo.



Objetivos

Objetivo General

Diseñar y simular en el software CATIA el Sistema de Manufactura Flexible, Modelo 50, Marca Festo del Laboratorio de Ingeniería Industrial ubicado en el Departamento de Ingeniería Industrial, del Instituto Tecnológico de Tehuacán, con la finalidad de que los alumnos puedan conocer el funcionamiento de la celda por estaciones y como un sistema general, con este proyecto se tendrá una idea precisa de su funcionamiento y si posteriormente están interesados o necesitan realizar la programación de la celda para las prácticas de sus materias tengan un recurso disponible. Este ayudaría a optimizar el tiempo de actividades dentro del laboratorio de Manufactura.

Objetivos específicos

- Se conocerá y analizará el FMS-50 que se pretende diseñar y simular.
- Diseñar cada una de las estaciones que integran el FMS-50 de la celda.
- Ensamblar cada uno de sus elementos que conforman el FMS-50 de la celda.
- Simular piezas móviles por estación que forma parte del FMS-50.
- Simular la FMS-50 completa.

Marco Teórico

Software Catia

Catia es un Programa de Diseño Integral, desarrollado por Dassault Systemes y distribuido IBM. El objetivo era crear una solución de Diseño que abarcara el CAD/CAM/CAE/KBE/PDM (Diseño / Mecanizado /Cálculo de Estructuras/Gestión del conocimiento/Gestión del producto). (Fernandez Padrón, Mayo 2013)

Para ello se han basado en Catia V4, líder en los sectores europeos aeroespacial, automóvil y utillaje. El programa está desarrollado para proporcionar apoyo desde la concepción del diseño hasta la producción y el análisis de productos.

Está disponible para Microsoft Windows, Solaris, IRIX y HP-UX. Provee una arquitectura abierta para el desarrollo de aplicaciones o para personalizar el programa. Las interfaces de programación de aplicaciones, CAA2 (o CAAV5), se pueden programar en Visual Basic y C++.

CATIA ofrece la capacidad única no sólo para modelar cualquier producto, pero para hacerlo en el contexto de su comportamiento en la vida real: el diseño en la era de la experiencia. Sistemas de arquitectos, ingenieros, diseñadores y todos los contribuyentes pueden definir, imaginar y dar forma al mundo conectado.(Del Rio Concha, 2007)

Sistema Flexible de Manufactura (FMS)

En un Sistema de Fabricación Flexible hay una cierta cantidad de flexibilidad que permite que el sistema reaccione en caso de cambios, ya sea previsto o imprevistos. Esta flexibilidad generalmente se divide en dos categorías, que ambas contienen numerosas subcategorías.

En la Primera Categoría, la flexibilidad de la máquina, cubre la capacidad del sistema para ser cambiado para producir nuevos tipos de productos, y la capacidad de cambiar el orden de las operaciones ejecutadas en una pieza y en la Segunda Categoría se denomina flexibilidad de enrutamiento, que consiste en la capacidad de utilizar múltiples máquinas para realizar la misma operación en una parte, así como la capacidad del sistema para absorber los cambios a gran escala, como en volumen, capacidad.

La mayoría de los FMS consisten en tres sistemas principales. Las máquinas de trabajo que son máquinas CNC(1) menudo automatizados están conectadas por un sistema de manejo de materiales para optimizar el flujo de partes(2) y el ordenador de control central que controla los movimientos de material y el flujo de máquina(3).

Ventajas:

Las principales ventajas de un FMS es su alta flexibilidad en la gestión de los recursos de fabricación como el tiempo y el esfuerzo con el fin de fabricar un nuevo producto. La mejor aplicación de un FMS se encuentra en la producción de pequeñas series de productos como los de una producción en masa, las siguientes ventajas son las más destacadas:

- Coste de fabricación reducido
- Menor costo por unidad producida,
- Una mayor productividad del trabajo,
- Mayor eficiencia de la máquina,
- Mejora de la calidad,
- El aumento de la fiabilidad del sistema,
- La reducción de los inventarios de piezas,
- Adaptabilidad a las operaciones de CAD / CAM.
- Los plazos de entrega más cortos

Desventajas:

- Costo de implementar
- Sustancial planificación previa
- Requisito de la mano de obra calificada
- Complicado sistema

Simulación

Una definición por R.E. Shannon es: La simulación es el proceso de diseñar el modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o de valorar nuevas estrategias-dentro de los límites impuestos por un mismo criterio o un conjunto de ellos-para el funcionamiento de un mismo sistema". Wikipedia. Simulación. (Citado 20 Ene 2009) Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Simulación>

Metodología

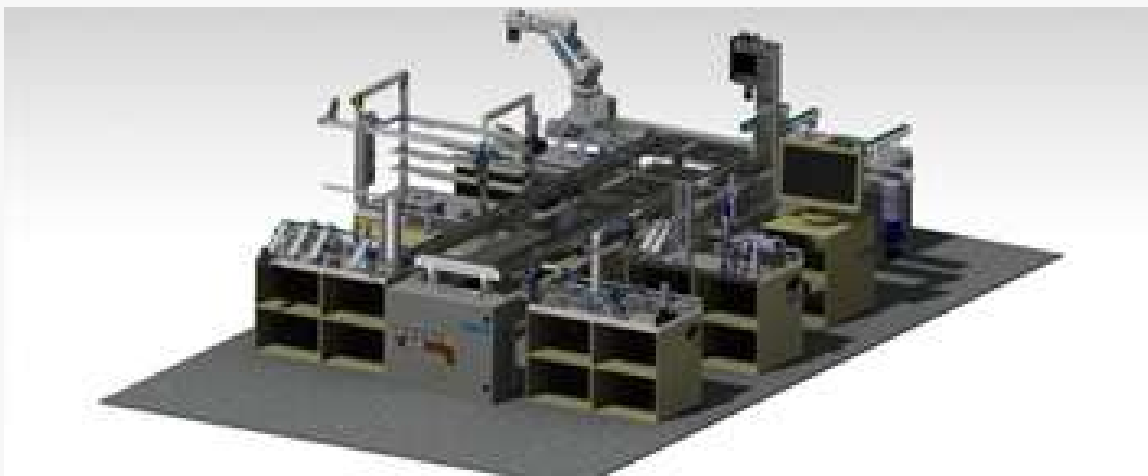
El desarrollo de este trabajo: Diseño y Simulación de una FMS con Software Catia se desarrollara con los siguientes pasos:

1. Análisis del FMS de la celda.- Una vez asignado el proyecto que se va realizar, en el laboratorio de manufactura del departamento de ingeniería industrial del Instituto Tecnológico de Tehuacán, se procedió primero al análisis del FMS de la celda como su instalación, componentes que la conforman, ensamble de piezas que determinan cada una de las estaciones pertenecientes de la celda y por ultimo su funcionamiento.

2 .Diseño de partes.- Una vez ya analizado el FMS de la celda, se procedió a medir el espacio total que ocupa y así tener en cuenta las dimensiones. Los diseños se realizaron en el software CATIA en el apartado Part Desing. Lo primero que se empezó a diseñar en el software CATIA del FMS, fue la pieza más grande en este caso fue la plataforma (suelo), que en la cual se utilizara como base principal para realizar bien su respectiva distribución de cada una de las estaciones que la conforman. Ya obtenida la pieza principal, se empezó a diseñar por estaciones, lo primordial para diseñarlas fue crear las mesas, después se realizaron los diseños de cada elemento que conforman cada una de las estaciones de la celda.

Una vez realizado el diseño de cada elemento que conforma la celda se procedió a ensamblar por estaciones. Los ensambles se hicieron en software CATIA en el apartado Assembly Desing. Las estaciones se fueron ensamblando de acuerdo a su funcionamiento y orden de proceso en la cual el FMS de la celda está conformada de seis estaciones. Después de haber ensamblado los elementos que conforman cada una de las estaciones de trabajo de la celda, se procedió a ensamblar todas las estaciones de la celda con su respectiva distribución y orden de acuerdo a su funcionamiento, el ensamble completo quedo como se muestra en la figura 2.

Figura 2.- Ensamble final del FMS-50 en software CATIA



3.-Conocer el proceso del recorrido del producto.- Era necesario conocer el recorrido del proceso del producto para poder llevar a cabo la simulación de los elementos.

4.-De acuerdo a las alternativas que se tienen realizar la simulación de la celda en el software CATIA, para observar de manera gráfica su comportamiento y así realizar pruebas de su funcionamiento.- Ya ensamblado cada uno de los elementos que forman parte de la celda como sus estaciones de trabajo se pasó a simular los elementos que se moverán, se guardó la simulación en video para tener como evidencia sobre los resultados obtenidos. Las simulaciones y gravado de los videos se hicieron en software CATIA en el apartado DMU Kinematics.

Resultados

- 1.Se conoció el FMS-50 y se analizó su instalación y funcionamiento que es lo primordial para empezar a diseñar, ensamblar, distribuir y simular.
- 2.Se diseñaron en el software CATIA cada una de las estaciones con sus componentes tanto eléctricos como neumáticos que forman parte del FMS.
- 3.Ya realizado todos los diseños, se procedió al ensamble de los componentes de las estaciones que conforman el FMS.
- 4.Una vez ya ensamblado los elementos de cada estación se procedió a simular las piezas móviles por estaciones.
- 5.Al haber hecho las pruebas de simulación de las piezas móviles por estación, se procedió a simular todo el FMS al igual que las estaciones se realizaron pruebas sobre todo el recorrido de la producción en conjunto de todas las estaciones establecidas.
- 6.Se les brindo un curso del manejo de CATIA a docentes y alumnos, esto con el objetivo de estar familiarizados con esta nueva herramienta de diseño, con esto se contribuye a que el alumno tenga una nueva herramienta de dibujo asistido por computadora, y sobre todo pueda observar y realizar simulaciones para la mejor comprensión de la FMS.

Conclusiones

Se comprendieron conceptos acerca de la instalación, ensamble y funcionamiento de sus elementos de un FMS y el proceso de fabricación y producción.

Se conocieron nuevas herramientas de trabajo y apartados que forman parte del software CATIA tanto en el diseño, ensamble de piezas y simulación, además de que se pudo profundizar un poco más en el uso de software. La investigación sobre las diferentes formas que se puede ensamblar y distribuir la celda, fue determinante para comprender el proceso de fabricación, producción e idear de manera tridimensional la mejora en la distribución de las estaciones sin necesidad de estar moviendo en ambiente real las estaciones.

Se tuvieron consideraciones especiales en el diseño del FMS en sus elementos que la conforman ya que se tomaron en cuenta de los materiales que están elaborados sus elementos. Se estableció un nuevo modo de comprender para los alumnos en el tema de sistemas de manufactura flexible, conjunto con una nueva herramienta para sus diseños en todo el ámbito de su ingeniería.

Se logró que los alumnos conocieran cómo es el funcionamiento de todo el FMS instalada en el laboratorio de Ingeniería Industrial del departamento de ingeniería industrial sin la necesidad de tener conocimiento de programación para poder ver el funcionamiento de la celda.

Los alumnos obtendrán la optimización de tiempo en la realización de prácticas sin la necesidad de programar cada estación para poder ver el funcionamiento de cada de estas.

Autorización y Renuncia

Los autores del artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D=Dinámica del saber edición 2015. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

Referencias

Fernandez Padrón Juan Carlos. Curso CATIA V5. Tecnología e diseño. Centro de innovación e servicios. Mayo 2013

Del Rio Cidoncha María Gloria, Martínez Loma María Eugenia (2007). El libro Catia V5. Módulos part desing, wireframe y Surface desing, assembly desing y drafting. EDITORIAL TEBAR, S.L., Madrid

Gillam Scott Robert. (1998). Fundamentos del diseño, Editorial Victor Leru Mexico

B y G. Chrysolouris. (2005). Manufacturing Systems – Theory and Practice. New York, NY: Springer Verlag, 2nd edition.

B y T. Tolio. Berlin: Springer (2009). Design of Flexible Production Systems – Methodologies and Tools., ISBN 978-3-540-85413-5

Wikipedia. Simulación. (Citado 20 Ene 2009) Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Simulación>

SIMULACIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA DESGRANADORA DE MAÍZ AGRÓNICA

Ingeniería y Tecnología

M.C. Islas Torres Héctor¹
* Ing. Peña González Fernando²
M. C. Vásquez Jiménez Juan Carlos³
M. E. Oregán Silva María de Jesús⁴

Resumen

La “Simulación de un prototipo de una desgranadora de maíz agrónica”, se realizó debido a la importancia de industrializar la producción agrícola que es pieza importante en el desarrollo del sector productivo de nuestro país.

La metodología utilizada se basa en determinar los parámetros de funcionamiento de una desgranadora de maíz agrónica por medio de bosquejos y planos para conocer los parámetros técnicos en el prototipo de la máquina.

Para el selección de la maquinaria se ocupa un motor de 5 hp con la fuerza necesaria para desgranar, posee un sistema automatizado de una banda transportadora acoplada a desviadores de manera discontinua que mediante el contacto de la mazorca se alinean con respecto al desgranador, por medio de acción centrifuga y de fricción se separa el grano de la mazorca, la máquina cuenta con un sistema de separación y selección de grano por medio de cribadoras y un ventilador, la tecnología verde alimenta el sistema de control.

Su diseño permite el fácil transporte, un desgrane limpio, eficiente y de bajo costo. El prototipo de desgranadora de maíz agrónica permite mejorar la producción y maximizar la utilidad del maíz, reduciendo la mano de obra y bajando el alto costo del maíz desgranado.

Palabras clave: agrónica, maíz, desgranadora.

Introducción

Desde mediados del siglo pasado, con la aparición de las computadoras, el tratamiento de la información está sufriendo una transformación histórica, tanto a nivel teórico como tecnológico. La agricultura, como todos los sectores que dependen de la disponibilidad y procesamiento oportunos de datos e información, no está al margen del actual proceso general de informatización.

Existe hoy en día un sector agropecuario que avanza por el camino del desarrollo y al que no se puede encerrar en los moldes tradicionales. Los empresarios y profesionales agropecuarios que protagonizan este tipo de agricultura suponen un porcentaje cada vez mayor de la población agraria.

Como señala Gómez Torán P. (1986, pág. 258) “Estos agricultores que, estando orgullosos de trabajar en el sector más antiguo de actividad, se sienten capaces de sintonizar con los avances tecnológicos, son los que dan pie para que hoy pueda hablarse con toda propiedad de informática y agricultura.

M.C. Héctor Islas Torres es Catedrático-Investigador de la División de Estudios de Posgrado e Investigación y de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla, México, hecislata@yahoo.com

Ing. Fernando Peña González, es Ingeniero Mecatrónico y es estudiante de la Maestría de en Ingeniería Industrial de la DEPI del Instituto Tecnológico de Tehuacán, ferdinand_kpex@hotmail.com

M. C. Juan Carlos Vásquez Jiménez, es Profesor-Investigador de la División de Estudios de Posgrado e Investigación y de Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, jcvazquezj@hotmail.com

M. E. María de Jesús Oregán Silva es Profesora-Investigadora del Instituto Tecnológico de Tehuacán, maoregansilva@hotmail.com

La agrónoma es una nueva rama tecnológica que forma parte de una ciencia conocida como agromática, una ciencia donde se modelan los procesos agropecuarios con bases matemáticas para ser usados en su monitoreo y control.

En particular, la agrónoma incluye el uso de las telecomunicaciones, los servicios informáticos, la mecánica y la electrónica, aplicados en conjunto a la agricultura y ganadería, tanto en el sector primario de producción como en el almacenamiento, transformación de productos, envasado, conservación y distribución.

Formulación del problema

Tradicionalmente para obtener el maíz de las mazorcas se viene realizando a mano y a veces con la utilización de maquinaria con un alto costo, lo cual elevaría en demasía el costo del producto. El proceso del maíz es realizado a mano, invirtiendo trabajo, tiempo y dinero para obtener poco producto. Cuando juntan una buena cantidad transcurrido ya varios días, pueden vender el monto acumulado.

El campo está abandonado tecnológicamente y el trabajo físico es desgastante, un nuevo prototipo de desgranadora de maíz agrónoma disminuirá tiempo, trabajo, dinero y se maximizaría la utilización del producto. Si el campo se trabaja al máximo potencial, con la nueva desgranadora de maíz agrónoma hasta triplicaría su ganancia del agricultor, desgranando de tonelada a tonelada y media por hora.

Objetivo

Diseñar, analizar y simular un prototipo de desgranadora de maíz agrónoma mediante un software de diseño CAD-CAE.

Marco teórico

La primera desgranadora fue diseñada en México, en el año de 1948 por Alfonso Contreras González. No obstante, un diseño se introduce al mercado en el año de 1975 después de hacer varias pruebas. Esta máquina es apropiada para pequeñas comunidades agrícolas, principalmente en zonas carentes de comunicación donde no es posible el acceso a tractores, diseñada para trabajar con un motor monofásico de 1 - 1.5 HP, o motor a gasolina de 3 – 4 HP.

Desde mediados del siglo pasado, con la aparición de las computadoras, el tratamiento de la información está sufriendo una transformación histórica, tanto a nivel teórico como tecnológico. La agricultura, como todos los sectores que dependen de la disponibilidad y procesamiento oportunos de datos e información, no está al margen del actual proceso general de informatización.

Existe hoy en día un sector agropecuario que avanza por el camino del desarrollo y al que no se puede encerrar en los moldes tradicionales. Los empresarios y profesionales agropecuarios que protagonizan este tipo de agricultura suponen un porcentaje cada vez mayor de la población agraria.

Desgranado de maíz.

El rendimiento del maíz y en general para todos los cultivos, no puede ser alterado una vez que la planta ha alcanzado su madurez fisiológica, es decir, cuando el grano llega a su máximo contenido de materia seca.

Sin embargo, para mantener la producción hasta su comercialización es necesario sacarla del campo oportunamente. No hacerlo, significa un deterioro en la cantidad y calidad del grano, lo que se traduce en menores utilidades para el agricultor.

El grano llega a su madurez fisiológica cuando su contenido de humedad es alrededor del 37-38%. La cosecha mecanizada se puede comenzar cuando el grano tiene aproximadamente un 28% de humedad, no siendo recomendable que descienda a menos del 15% Arriba o abajo de estos límites, los granos se aplastan, se parten o pulverizan.

Desgranado a mano

Es el método más sencillo de desgrane a la vez el más tradicional, este método consiste en la utilización de los pulgares de las manos, los mismos que ejercen presión sobre los granos para desprender los granos de la mazorca.

Aproximadamente la cantidad de maíz desgranado por una persona equivale aproximadamente a 9 kg por hora.

La ventaja con este método es que el grano no percibe ningún daño, además la precisión es alta y se puede separar los granos dañados que contiene la mazorca, ya sea por su descomposición natural o por presencia de insectos en los mismos.

Desgranado mediante máquinas eléctricas.

Estas desgranadoras son de una alta eficiencia con respecto a cantidad-tiempo, las mismas son activadas o funcionan con un motor eléctrico el cual controla el funcionamiento de la misma.

Normalmente se utilizan motores eléctricos de 1 o 7 HP, pero esta potencia aumenta con la cantidad de la cosecha tiene de 350 a 750 rpm, su capacidad puede ser de 800 a 5000 kg/h.

Utilizan energía de este tipo para lograr su propósito, su construcción puede ser robusta o ligera, pudiéndose usar para cualquier volumen de producción, ya que la gran variación de la velocidad así lo permite, de igual forma se construyen de lámina de acero y estructura de ángulo

Desgranado con máquinas de combustión.

Al igual que las máquinas de desgranado eléctricas, son muy eficientes cuando tenemos grandes cosechas, estas máquinas desgranadoras están activadas o su funcionamiento se da mediante un motor de combustión.

Sus características más comunes son que nos permiten desgranar grandes cantidades de maíz en poco tiempo, se requiere de menor mano de obra, Potencia: 3 a 16 HP.

Deben su nombre al sistema que utilizan para operar, su construcción es robusta, ya que se diseñan para el trabajo rudo, generalmente se construyen de lámina de acero al carbón y su estructura en perfil o ángulo.

Desgranadoras de tractor.

Se acoplan a este vehículo de tal forma que la mazorca recién cosechada ingresa por una tolva que se acopla a la desgranadora y así tener el maíz sin tamo.

Fundamentos de la energía fotovoltaica.

La energía solar fotovoltaica se basa en la utilización de células solares o fotovoltaicas, fabricadas con materiales semiconductores cristalinos que, por efecto fotovoltaico, generan corriente eléctrica cuando sobre los mismos incide la radiación solar. El silicio es la base de la mayoría de los materiales más ampliamente utilizados en el mundo para la construcción de células solares.

La corriente eléctrica generada a partir de la energía solar fotovoltaica tiene actualmente distintas aplicaciones. Por un lado se encuentran las aplicaciones más tradicionales, cuyo objetivo es

proporcionar energía eléctrica a zonas aisladas con deficiencias en el abastecimiento eléctrico convencional (electrificación de viviendas generalmente aisladas, bombes, sistemas de señalización vial, sistemas de comunicaciones, sistemas agroganaderos, etc.).

Un segundo tipo de aplicación consiste en la inyección de energía eléctrica en las redes eléctricas. En un tercer bloque pueden incluirse aquellas aplicaciones específicas, las cuales abarcarían desde el suministro de energía a satélites artificiales.

Desde el punto de vista de su capacidad para conducir la electricidad los materiales se clasifican en conductores y en aislantes.

En los materiales denominados conductores sus átomos disponen de electrones en su capa más externa (electrones de valencia), que no están muy ligados al núcleo y, por tanto, se pueden desplazar fácilmente de un átomo a otro; basta que exista una pequeña diferencia de potencial.

En los materiales aislantes los electrones de valencia están fuertemente atados al núcleo, por tanto, para poder desplazarse requieren de grandes diferencias de potencial.

Entre estas dos clases de materiales se encuentran los denominados semiconductores.

Los electrones de valencia de los materiales semiconductores de una célula solar fotovoltaica presentan una cierta ligazón con el núcleo, pero son arrancados por la energía de los fotones de la radiación solar que incide sobre ellos. Este fenómeno se denomina efecto fotovoltaico.

De forma general, pueden señalarse los siguientes subsistemas componentes empleados en esta tecnología.

- Subsistema de captación.
- Subsistema de almacenamiento.
- Subsistema de regulación.
- Subsistema convertidor de corriente.

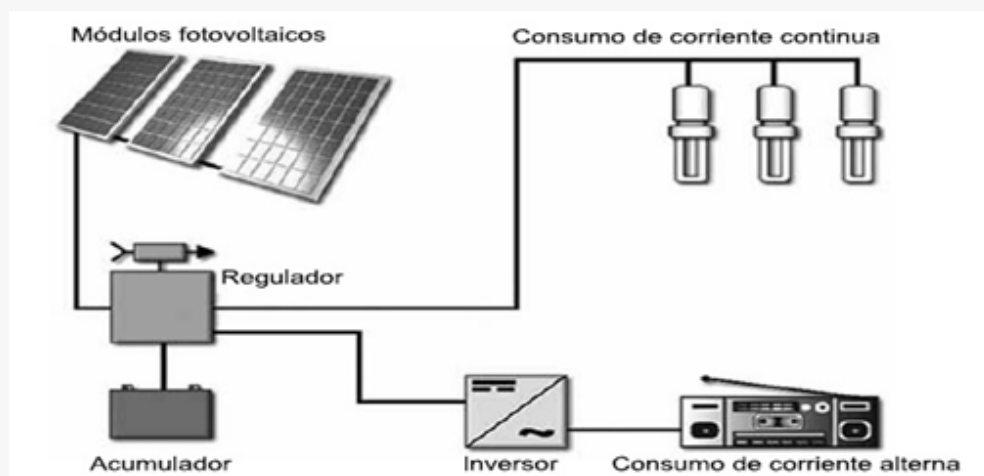


Figura 1 Esquema conceptual de una instalación fotovoltaica.

Fuente: Centrales de energías renovables, José Antonio Carta González, 2009.

Sistemas de Control Automático.

Un sistema de control automático es un conjunto de componentes físicos conectados o relacionados entre sí, de manera que regulen o dirijan su actuación por sí mismos, es decir, sin intervención de agentes exteriores (incluido el factor humano), corrigiendo además las posibles fallas que se presenten durante su funcionamiento. Actualmente cualquier mecanismo, sistema o planta industrial presenta una parte actuadora, que corresponde al sistema físico que realiza la acción, y otra parte de mando o control, que genera las ordenes necesarias para que esa acción se lleve a cabo.

En la actualidad los sistemas automáticos juegan un gran papel en muchos campos:

- En los procesos industriales.
- Aumentando las cantidades y mejorando la calidad del producto, gracias a la producción en serie y a las cadenas de montaje.
- Reducción de los costos de producción.
- Fabricación de artículos que no se pueden obtener por otros medios.
- En los hogares: se puede citar desde una lavadora hasta un control inteligente de edificios (domótica).
- Para los avances científicos: un claro ejemplo lo constituyen las misiones espaciales.
- Para los avances tecnológicos: por ejemplo, los limpiaparabrisas inteligentes, etc.

Proceso del diseño.

Proceso creativo mediante el cual se le da forma a un sistema estructural para que cumpla una función determinada con un grado de seguridad razonable y que en condiciones normales de servicio tenga un comportamiento adecuado. Es importante considerar ciertas restricciones que surgen de la interacción con otros aspectos del proyecto global; las limitaciones globales en cuanto al costo y tiempo de ejecución así como de satisfacer determinadas exigencias estéticas. Entonces, la solución al problema de diseño no puede obtenerse mediante un proceso matemático rígido, donde se aplique rutinariamente un determinado conjunto de reglas y fórmulas.

Diseño Mecánico

En ingeniería el diseño mecánico es el resultado de investigaciones sobre el límite de fluencia de los materiales, valor de esfuerzo aplicado en el que el material comienza a deformarse permanentemente, adquiriendo propiedades diferentes a las que tenía antes de someterlo a una fuerza. Para lograr un diseño adecuado, se debe llegar a un cociente límite de fluencia de fuerza aplicada.

El proceso de diseño inicia con la identificación de la necesidad, para luego plantear el problema concreto, también se realiza de manera iterativa el análisis y síntesis hasta concluir con el diseño final.

Sistemas Mecánicos.

Los sistemas mecánicos son aquellos constituidos fundamentalmente por componentes, dispositivos o elementos que tienen como función específica transformar o transmitir el movimiento desde las fuentes que lo generan, al transformar distintos tipos de energía.

Metodología

Una desgranadora de maíz representaría una gran ayuda a los agricultores dado que soluciona algunas dificultades que se les presentan en torno a la cosecha:

- El desgrane de manera manual requiere mucho tiempo y costo (desgranadores) lo que hace poco eficiente esta actividad.
- La realización de desgranado es propensa a que los trabajadores sufran lesiones en los dedos o muñecas al efectuar el trabajo.

Diseño Mecánico

En ingeniería el diseño mecánico es el resultado de investigaciones sobre el límite de fluencia de los materiales, valor de esfuerzo aplicado en el que el material comienza a deformarse permanentemente,

adquiriendo propiedades diferentes a las que tenía antes de someterlo a una fuerza. Para lograr un diseño adecuado, se debe llegar a un cociente límite de fluencia de fuerza aplicada.

El proceso de diseño inicia con la identificación de la necesidad, para luego plantear el problema concreto, también se realiza de manera iterativa el análisis y síntesis hasta concluir con el diseño final.

Sistemas Mecánicos.

Los sistemas mecánicos son aquellos constituidos fundamentalmente por componentes, dispositivos o elementos que tienen como función específica transformar o transmitir el movimiento desde las fuentes que lo generan, al transformar distintos tipos de energía.

Metodología

Una desgranadora de maíz representaría una gran ayuda a los agricultores dado que soluciona algunas dificultades que se les presentan en torno a la cosecha:

- El desgrane de manera manual requiere mucho tiempo y costo (desgranadores) lo que hace poco eficiente esta actividad.
- La realización de desgranado es propensa a que los trabajadores sufran lesiones en los dedos o muñecas al efectuar el trabajo.

La fabricación de desgranadoras no es algo nuevo y se pueden encontrar muchas empresas que se dedican a este mercado como también se pueden encontrar variedad de modelos, características y utilidades que estas máquinas pueden ofrecer.

Tipo de investigación

Examinamos un tema poco estudiado pero de un gran impacto en el sector agrícola, aportando conocimientos en maquinaria agrónoma y recopilando información de las necesidades en el campo, tomando en cuenta las limitaciones se esperan resultados que satisfagan las necesidades del agricultor.

La investigación a desarrollar en el presente trabajo, es de tipo pre experimental (Sampierí, Fernández, Baptista, 1991). La simulación de este prototipo tiene como finalidad simular el diseño de la desgranadora para analizar el desempeño y la síntesis de los mecanismos más adecuados para la transmisión de potencia y generación de movimientos cinemáticos.

Esta investigación es de tipo pre experimental debido a que se analiza el efecto producido por la acción o manipulación del sistema agrónoma para el desgrane de maíz sobre la maximización de la utilidad del maíz.

Método

El cuerpo de la desgranadora de maíz agrónoma será construido por lámina de acero al carbón y estructura de ángulo, cuenta con un dosificador en la entrada del desgranador, un sensor detecta el material y activa el motor de la banda transportadora, la cual acarrea el material para el desgrane, cuando el material desgranado (maíz) es separado del olote se estrella con una lámina de acero de 3 mm de espesor y el material desgranado es capturado por una malla separadora de material, el tamo del maíz es separado, el tamo cae directamente a un tamiz receptor para posteriormente ser recolectado. El maíz capturado ingresa a tres cribas que están en movimiento para la selección del maíz y retirar la mayor parte de material de desecho con la ayuda de un ventilador y la vibración provocada por el motor, el maíz ya separado en tres diferentes tamaños es depositado en una báscula que opera con un sensor piezoeléctrico y controlada por el PLC, cuando el operador asigne el peso deseado el tamiz cerrará su compuerta hasta que sea retirado el material ya con peso establecido. La alimentación del sistema automatizado está compuesta por una celda fotovoltaica con capacidad de 1000 W. una batería de 24 volts y un regulador de carga. El olote será triturado por un husillo para la maximizar la utilización del material.

Requerimientos.

- 1 motor de c.d. de 24 volts.
- 1 motor de combustión interna de 5 HP.
- Angulo 2x1/8"
- Plancha de acero de 3 mm.
- Tubo de acero.
- Polea para el motor.
- Polea para el desgranador.
- Banda tipo A33.
- Banda tipo A32.
- 3 cribas de seleccionadoras de maíz.
- 1 husillo.
- 3 resbaladillas para cada criba.
- 1 banda transportadora.
- 1 PLC serie 300 SIEMENS.
- 1 panel solar de 1000 W.
- 1 sensor piezoeléctrico.
- 1 sensor inductivo.
- 1 batería de 24 volts.
- 1 regulador de carga.
- Tuercas 9/16".
- Pernos 9/16 x 1/2".
- Pernos 5/16 x 7".
- Pasadores prisioneros.
- Perno 3/8."
- Perno 1/2".
- Pernos hexagonales de 14 mm.
- Chumaceras.
- Engranés.

La metodología empleada para el desarrollo de la "Simulación de un prototipo de desgranadora de maíz agrónica", consiste básicamente en dos puntos.

Diseño conceptual.

El diseño conceptual abarca el inicio de la idea de plasmarla en bocetos como surgimiento de una idea.

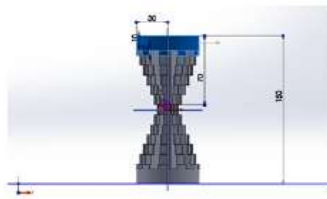


Figura 2. Boceto del desgranador.
Fuente: Elaboración Propia.

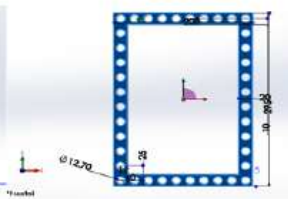


Figura 3. Boceto del bastidor.
Fuente: Elaboración propia.

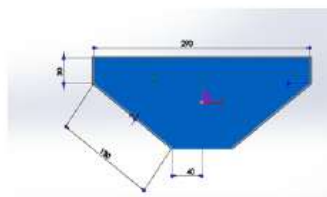


Figura 4. Boceto del tamiz.
Fuente: Elaboración propia.

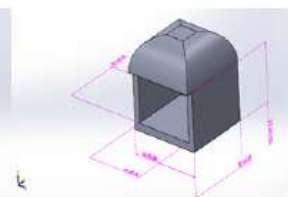


Figura 5. Boceto del dosificador.
Fuente: Elaboración propia.

Diseño a detalle.

Descripción del funcionamiento e importancia de cada una de las partes que conforman la desgranadora.

- Diseño del rotor
- Diseño del eje de transmisión.
- Diseño del desgranador.
- Diseño de la chaveta del eje.
- Diseño del estator de la recámara.
- Diseño de la banda de transmisión.
- Diseño de la polea motriz y conducida.
- Diseño del sistema de limpieza y cribado.
- Diseño de la tolva.
- Diseño de la estructura.
- Diseño de la tecnología verde.
- Diseño del sistema de control.

Análisis y síntesis.

En vista de ser un proceso simulado se someterá a pruebas mecánicas dentro del software de diseño CAD-CAE motion y simulationXpress y así encontrar un funcionamiento óptimo de la desgranadora.

- Aplicación de cargas estáticas y dinámicas.
- Aplicación momentos o torsiones.
- Aplicación de esfuerzos.
- Aplicación tensiones.

Resultados

Los resultados obtenidos esperan que satisfagan las necesidades del agricultor, ya que la desgranadora de maíz agrónica no solo desgrana el maíz, lo separa y lo clasifica en tres diferentes tamaños, obteniendo un maíz libre de tamo e impurezas y al final la trituration del olote para regenerar el campo.

En vista de ser un avance de una investigación aún no se simula el proceso de desgrane de la máquina, aunado a esto, el trabajo debe ser complementado con un estudio de análisis costo-beneficio y de impacto ambiental.

Conclusiones

La agricultura en México carece de tecnología y de información que permiten al agricultor determinar de una manera más sencilla la semilla a emplear, de lo contrario, estaría más al tanto de la cantidad de tierra sembrada en el país con la semilla, los precios locales e internacionales de la semilla a emplear, de esta manera se evitaría la sobreoferta y por lo tanto la quiebra de muchos agricultores. La agrónica una nueva herramienta enfocada al campo nos proporciona una alternativa para facilitar la vida diaria del agricultor. La maquinaria agrícola necesita de las nuevas tecnologías, la electrónica, la mecánica, los sistemas computacionales, la automatización las energías renovables, necesitan trabajar en conjunto, así no es raro que en un tractor se incorporen sensores que midan sus diferentes variables para garantizar el buen estado del mismo, también se usan computadores y redes de comunicación para automatizar el trabajo de la maquinaria agrícola de manera que ésta funcione las 24 horas diarias. El país necesita implementar tecnología en el campo con la intención de activar la actividad económica del sector primario.

En conclusión las aplicaciones de la agrónica son el futuro del campo que actualmente está abandonado, y solo está limitado por la inventiva del hombre, la cual es infinita.

Agradecimientos

A la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPI) del Instituto Tecnológico de Tehuacán por el apoyo recibido.

Autorización y Renuncia

El o los autores del artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D=Dinámica del saber edición 2015. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

Referencias

Depositos de documentos de la FAO. (7 de Diciembre de 2013). Obtenido de <http://www.fao.org/docrep/X5027S/x5027S02.htm>.

Estudiantesaccion. (13 de Octubre de 2013). Obtenido de <http://www.slideshare.net/estudiantesaccion/maiz-presentation>

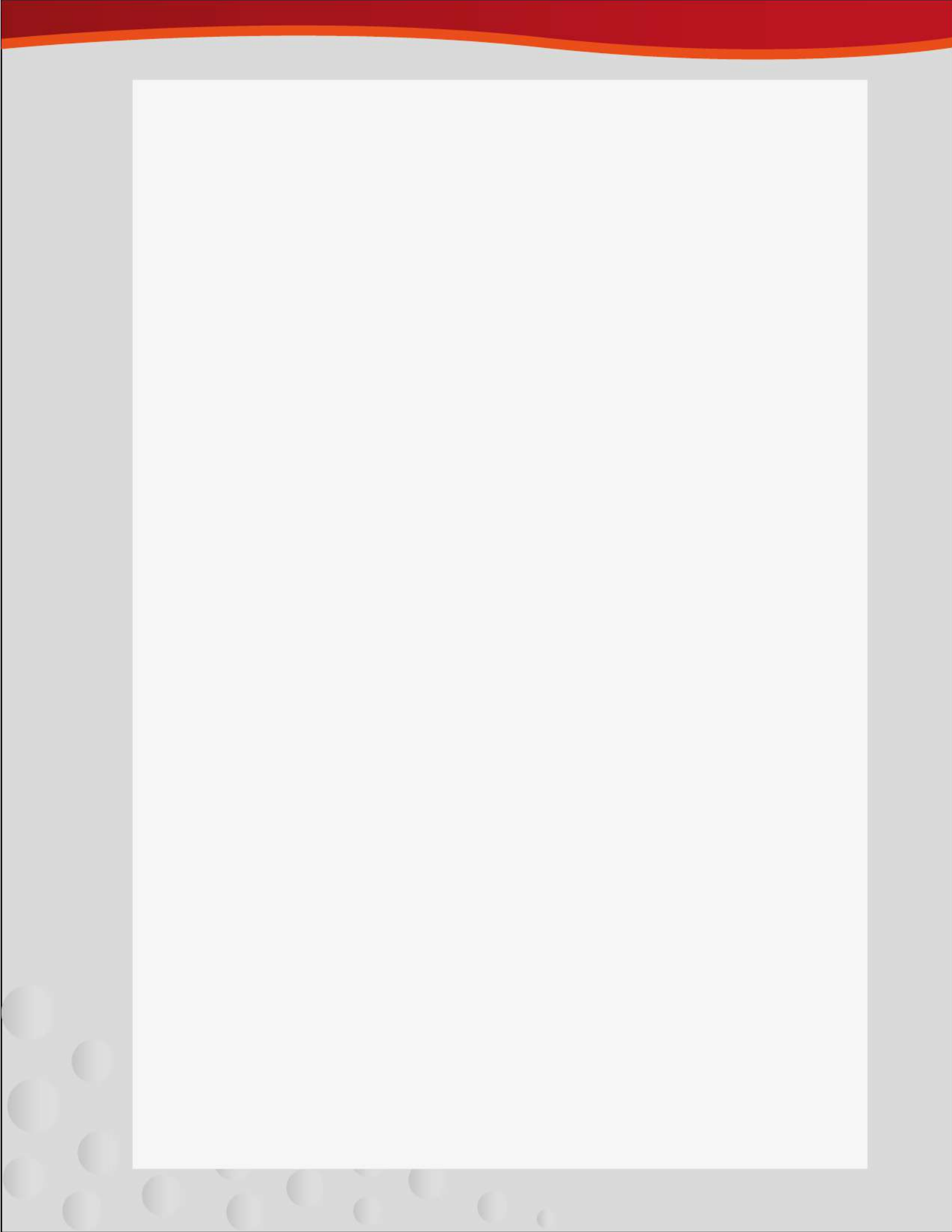
7www.juntadeandalucia.es/.../SISTEMAS%20AUTOMATICOS%20DE%20CONTROL.pdf

Ir. Berlin, J. (1986). Manuales para educación Agropecuaria: "Cosechadora de granos". Moscú: MIR.

Carta González José A; Calero Pérez Roque; Colmenar Santos Antonio; Castro Gil Manuel-Alonso, Centrales de energías renovables: Generación eléctrica con energías renovables. Pearson educación, S.A., Madrid, España, 2009.

Miguel, Y. C. (2011). Estudio del sistema mecánico aplicado al desgranado del maíz suave seco para mejorar tiempos de producción en el cantón San Miguel provincia del bolívar. Ecuador.

Ureña Espin Joel Froilán, V. C. (2012). Diseño y construcción de una máquina para el proceso de desgranado de maíz de la costa. Riobamba Ecuador.



IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ESCALAS DIGITALES A UNA FRESADORA CONVENCIONAL

Ingeniería y Tecnología

*Ramiro Méndez Gómez¹
Dr. Gabriel Antonio Pérez Castañeda²
M. C. Miguel Villano Arellano³
Luis Antonio Leal López⁴

Resumen

Convertir una fresadora vertical convencional a fresadora con un sistema de control numérico digital es viable y factible, puesto que, con una pequeña inversión se le puede implementar escalas digitales ejecutando los pasos siguientes: 1) Diseño del proyecto, 2) Investigación de mercado de los equipos requeridos y su adquisición, 3) Simulación de la operatividad, 4) Diseño de los soportes y de guardas de protección, 5) Instalación de los equipos y elementos, 6) Pruebas de operación adecuadas a la nueva fresa con control digital numérico, 6) Realizar los ajustes requeridos. Los beneficios obtenidos son. a) Mayor precisión dimensional en el maquinado de piezas, b) Se elimina imprecisiones por juego de la máquina, c) Aumenta la productividad, y d) Mayor facilidad de operación. Cuando la conversión se realiza con la participación de alumnos, aumenta su motivación al aprender a realizar proyectos, a enfrentar y resolver los problemas que se les presentan, también aprenden una actividad de autoempleo. Con la conversión, la institución obtiene una máquina de segunda generación.

Palabras clave: fresadora, convencional, control, numérico, digital.

Introducción

El implementar distintas tecnologías en las máquinas, a fin de hacer más eficientes los procesos y de esta forma atender con mayor rapidez las necesidades de producción; conlleva al supuesto de que, con la implementación de estas tecnologías se puede disminuir tiempo de las operaciones, aumentar precisión de las mismas y por tanto, mayor cantidad y calidad en la producción.

En la actualidad, la implementación de escalas digitales se ha ido incrementando, de manera que, ahora se presenta, como una herramienta muy útil en la operación de máquinas convencionales. La fresadora vertical convencional marca Harrison que existen en el Laboratorio de Metal-Mecánica del Instituto Tecnológico de Tehuacán, cuentan con graduación analógica en los tambores transversal, vertical y longitudinal y su precisión es de 0.02 mm.

Ramiro Méndez Gómez es Maestro en Ciencias en Enseñanza de las Ciencias por el CIIDET, y profesor de tiempo completo en el Instituto Tecnológico de Tehuacán. Tel: (238) 152 24 63, correo electrónico: mendezgr@yahoo.com.mx

Gabriel Antonio Pérez Castañeda. Doctorado en Automática y Tratamiento de Señal por el Institut National Polytechnique de Lorraine, France, y profesor de tiempo completo en el Instituto Tecnológico de Tehuacán. Tel: (238) 128 59 00, correo electrónico: gapercas@yahoo.com

Miguel Villano Arellano es Maestro en Ciencias en Ingeniería Mecánica por el Instituto Tecnológico de Veracruz, y profesor de tiempo completo en el Instituto Tecnológico de Tehuacán. Tel: (272)138 05 98 , correo electrónico: villanofavorito52@hotmail.com

Luis Antonio Leal López es Maestro en Ciencias en Ingeniería Electrónica por el Instituto Tecnológico de Orizaba; y catedrático del Instituto tecnológico de Tehuacán: Tel: (272) 1420752, correo electrónico: antonio220181@hotmail.com

Emanuel Ilario López Martínez es alumno del Instituto Tecnológico de Tehuacán. Tel. (238)101 64 90, correo electrónico: promecaind@hotmail.com

El sistema de Escalas Digitales (Arqhys, A. 2004) y Contador KA (Aragónés, de T. 2013) (monitor o display) permite cuantificar el movimiento de los carros al maquinar piezas, con mayor precisión de la que se puede obtener con el equipo convencional.

El operar máquinas convencionales, aparentemente, es más fácil que operarlas con control numérico, sin embargo las primeras requieren de operarios más capacitados y experiencia para fabricar piezas con gran exactitud, pero en máquinas con Escalas Digitales instaladas y su Contador K este requerimiento disminuye considerablemente.

Es por ello que, el proyecto de implementar el Sistema de Escalas Digitales y del Contador K, tiene un enfoque hacia la formación académica y también profesional para los alumnos del área de la Ingeniería en Mecatrónica del Instituto Tecnológico de Tehuacán, quienes serán los beneficiados, al existir continuidad en la enseñanza de la operación de la fresadora convencional, de una fresadora con sistema de control numérico digital (LBA, I. 2012), y continuar su formación con el Sistema CNC. Con el fin de que cuenten con las bases de como se debe operar una máquina de cada tipo e ir con la evolución que la tecnología va desarrollando día a día, y sí el alumno llegara a trabajar en una empresa que cuente con estos tipos de maquinaria, esté capacitado para operarlas y con ello poder contar un plus en su desarrollo de competencias profesionales.

Problemas a resolver

Surge de la necesidad de mejorar la precisión del maquinado de piezas y de aclarar conceptos como el cero pieza y cero máquina, lo que da paso al proyecto de implementación de sistema de escalas digitales, las cuales industrialmente se describen como sistema de lectura digital para maquinaria, que permite realizar desde las funciones más básicas hasta funciones complejas en milésimas de milímetros o en diezmilésimas de pulgadas.

Con la implementación se logra:

- Aumento de la productividad (agilización en el desarrollo de las prácticas que realizan los estudiantes).
- Eliminación de desperdicios de material.
- Disminución de costos de producción al no gastar de más en la compra del material y al disminuir el tiempo de fabricación.
- Formación de una mentalidad tecnológica que brinde a los alumnos seguridad para el manejo futuro del sistema CNC.

Análisis de las características de la fresadora vertical convencional.

Consistió en la determinación de las características mecánicas de la máquina para conocer las longitudes máximas de las carreras de los ejes, considerando el plano cartesiano de la fresa; estos datos definen la longitud de las escalas digitales que a su vez influye en la cotización del sistema. Eje X (recorrido longitudinal = 400 mm), eje Y (recorrido transversal = 165 mm), y eje Z (recorrido vertical = 200 mm), así mismo ubicar los puntos de fijación de las escalas y guardas.

Cotización y compra del equipo

Se analizaron los sistemas existentes en el mercado, de esta manera se pudo comparar varias cotizaciones de diferentes posibles proveedores. Estos debían satisfacer: a) Las características técnicas que se tenían contempladas para la instalación del equipo, b) Que ofrecieran garantía de 10 años, c) Tiempo de entrega máximo de 30 días y, d) El costo (originalmente el presupuesto del proyecto fue de \$ 22,000.00 sin embargo, el presupuesto varió por la paridad del peso-dólar en el momento de la adquisición.

Requerimientos adicionales

Para garantizar la adecuada instalación y operación del equipo se decidió simular la operación de

la fresa con el equipo instalado; por lo que se recurrió al software Solidworks que entre otras cosas ofrece el diseño de modelos 3D y la simulación de la operación de las piezas involucradas en la instalación y funcionamiento del equipo, de los topes de seguridad y de sus guardas protectoras, así mismo se modeló el brazo soporte del Contador K.

Instalación del equipo

Breve descripción de los pasos que se siguieron para la instalación del equipo.

1. Se procedió al montaje de las Escalas Digitales longitudinal, transversal y vertical; en la figura 1 se ilustra montada de una de las escalas, en la parte frontal del carro longitudinal.



Figura 1 Ilustra la Escala Digital ya montada en la parte frontal de la mesa longitudinal.

2. Alineación de cada una de las escalas con respecto a las bancadas respectivas de la fresadora.
3. Montaje de las guardas protectoras de cada una de las escalas, la figura 2 muestra la guarda protectora de la escala del carro longitudinal.
4. Montaje del brazo soporte del Contador K, para lo cual primero se fijó el brazo soporte, y después en él se montó el Contador K. En la figura 3 se muestra la fresa con el Contador K ya instalado.
5. Conexión de las escalas al Contador K. Se procedió a la conexión de sus cables de interface entre las escalas y el Contador K, así como a energizar este último.
6. Pruebas y ajustes. Una vez realizado el montaje de las partes y realizado pruebas, se procedió a realizar los ajustes necesarios y volver a hacer pruebas nuevamente, para verificar que las escalas y el Contador K estuvieran bien montados y funcionaran correctamente.

Comentarios Finales

Considerando el problema expuesto al inicio de este proyecto en el que se plantea la poca precisión de la fresadora convencional de ejes paralelos, así como el problema de juego en la misma, también de la limitante en la comprensión de los conceptos ya mencionados; los resultados de este proyecto muestran la obtención de una máquina a la cual se le implementó un sistema digital de medición compuesto por tres escalas digitales (Codificadores lineales) cuya función principal es la de medir el movimiento que realizan los carros longitudinal, transversal y vertical, así como también, contar con un Contador K que básicamente es un monitor en el que el operario puede observar en forma numérica cuánto se desplaza realmente un sistema digital de medición compuesto por tres escalas digitales (Codificadores lineales) cuya función principal es la de medir el movimiento que realizan los carros longitudinal, transversal y vertical, así como también, contar con un Contador K que básicamente es un monitor en el que el operario puede observar en forma numérica cuánto se



Figura 2 Muestra el montaje y ajuste de la guarda de Protección.



Figura 3 muestra el Contador K montado en el brazo.

desplaza realmente el carro respectivo. De igual forma, el Contador K permite ingresar órdenes para operaciones matemáticas y operacionales para facilitar el cálculo de las medidas que se requieran para la fabricación de piezas.

Resultados obtenidos

Partiendo de una Fresadora convencional (conocida como fresadora de primera generación), al terminar de desarrollar el proyecto, se obtuvo un fresadora convertida a máquina de segunda generación, basado en la implementación de un sistema digital de medición con alto grado de precisión (5 milésimas de mm. o 5 diezmilésimas de pl.) con lo que se puede obtener mayor exactitud que con el sistema de medición analógico, además el sistema implementado desprecia el juego de las perillas de los tres carros, lo que permite maquinarse piezas con gran precisión.

Otro beneficio que trae consigo la implementación del sistema de control digital es que tienden a reducir los errores por parte de los operarios al efectuar la lectura analógica en el tambor de alguno de los carros y ayuda a reducir considerablemente los tiempos de mecanizado contribuyendo con ello al aumento de productividad.

Por lo anterior expuesto, la inversión realizada para la conversión se considera moderada, si se toma en cuenta la relación costo-beneficio. La figura 4 muestra la fresadora convencional con las implementaciones mencionadas.

Tabla 1. Tabla Comparativa

TABLA COMPARATIVA ENTRE FRESADORAS

| Concepto | Fresadora convencional | Fresadora con Sistema Digital |
|---------------------------------|--|--|
| Exactitud | 20 micras. | 5 micras. |
| Facilidad de operación | Fácil. | Más fácil. |
| Tipo de medición | Análogo. | Digital. |
| Mediciones | Requiere tiempo para verificar las cotas. | Ahorro de tiempo en mediciones, ya que el control digital cuenta el avance o la penetración. |
| Productividad | Baja, puesto que se invierte tiempo en medir. | Aumenta la productividad por ahorro de tiempo de las mediciones. |
| Errores de precisión por juegos | Depende del desgaste de las partes de la máquina y de los ajustes en los carros. | Las holguras de los carros no afectan. |
| Posición cero máquina | No se visualiza con claridad. | Se visualiza con claridad. |
| Posición cero pieza | No se visualiza con claridad. | Se visualiza con claridad. |



Figura 4 Muestra el Sistema de Control Digital ya instalado.

Conclusiones

El proyecto es altamente viable ya que resuelve una problemática identificada, consistente en una baja precisión en la fresa convencional; lo que establece la principal diferencia con la fresadora equipada con el Sistema de Escalas Digitales, este sistema tiene la capacidad de resolver el problema de imprecisiones por el desgaste de piezas que se presentan en las máquinas convencionales como tornos y fresadoras y cepillos, por mencionar algunas.

El Sistema de Escalas Digitales de Medición, resultó ser una implementación exitosa que beneficia a los alumnos de las próximas generaciones de la Carrera de Ingeniería Mecatrónica y también es una propuesta de solución viable para fábricas y talleres que cuentan con máquinas convencionales, las cuales se consideran como máquinas de uso prolongado. Mejorar su precisión y aumentar el tiempo de vida de ellas mismas, es básicamente la finalidad de este sistema.

Resulta factible la implementación del sistema, ya que las partes que conforman al sistema completo se pueden adquirir en Empresas Importadoras y comercializadoras de equipos industriales, su instalación, montaje y operación requieren de conocimientos especializados, pero existe personal capacitado para hacerlo, y en cuanto a la operación de la fresadora ya modificada, es muy sencilla, cualquier operario con experiencia en el manejo de fresadoras convencionales puede hacerlo y el uso y la práctica hará más fácil su operación.

Recomendaciones

Aunque este proyecto estuvo dirigido a resolver una problemática identificada en el sector escolar, se piensa que sería de gran beneficio a aquellas empresas o instituciones que cuenten con máquinas herramientas consideradas de primera generación, las cuales por su uso tienden a presentar problemas de precisión, por rebasar el tiempo promedio de vida útil de las mismas. Como se sabe, toda máquina tiene un promedio de tiempo de funcionamiento, y que a la larga va presentando desgaste en sus componentes, tal es el caso de la fresadora referida; al tener el sistema de medición convencional analógico presenta errores de medición por el desgaste en sus partes internas; pero el sistema implementado permitirá aumentar el grado de precisión en la máquinas al omitir los juegos.

Su aplicación en máquinas como cepillos, tornos y fresadoras entre otras, resulta conveniente ya que cuentan con componentes que las hacen viables debido a que el tipo de trabajo que realizan y la estructura de la máquina; permite mejorar su rendimiento con la implementación del Sistema de Escalas digitales y el contador K, resultando la inversión baja si consideramos los beneficios que se obtienen con la incorporación de estos controles en las máquinas. Permite también, entre otras cosas, aprovechar por tiempos más prolongados el uso de las máquinas convencionales.

Autorización y renuncia

Por este conducto, el que suscribe, M.C .Ramiro Méndez Gómez, autor corresponsal del artículo "IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE ESCALAS DIGITALES A UNA FRESADORA CONVENCIONAL" otorga su autorización, al Instituto tecnológico de Tehuacán, para que el mismo se presentado en el foro venidero, así como para su publicación en la revista i+D dinámica del saber edición 2015.

Referencias Bibliográficas

Arqhys Arquitectura. (2004). Decodificadores lineales Revista de Santo Domingo, Republica Dominicana: (en línea). Dirección de internet <http://www.arqhys.com/contenidos/codificadores-lineales.html>. Aragonés de Tecnologías para la Educación. (2013). Sensores, captadores y transductores. Revista Española: (en línea). Dirección de internet <http://educativa.catedu.es/44700165/aula/archivos/repositorio//4750/4928/html/index.html> LBA Industrial Mining. (2012) Tipos de Encóderes Revista de Monterrey, México: (en línea). Dirección de Internet <http://www.lbaindustrial.com.mx/que-es-un-encoder/>

SISTEMA ELECTRÓNICO ELIMINADOR DE SARRO

Ingeniería y Tecnología

María de Jesús Oregán Silva
Sandra Martínez Sánchez
Ramón Matías López
Juan Carlos Vásquez Jiménez
Serafín Reyes García

RESUMEN

El agua dura es uno de los problemas que presentan varias ciudades de México, como son Puebla, Yucatán, Oaxaca, Zacatecas, donde el agua que utilizan para las actividades cotidianas contienen calcio y magnesio, y es la causa por la que tienen que utilizar más jabón para baño, ropa, trastes, etc.; mancha y corroe las llaves del agua. Por otra parte, la concentración de dureza provocando que los calentadores domésticos y las tuberías acumulen calcio y el magnesio causando dureza y ocasionando deficiencias y pérdida total del sistema en periodos cortos de tiempo, en algunas ocasiones hasta de un año. En este trabajo, se diseñan y prueba la posibilidad de utilizar un sistema electrónico que permita por medio de aplicación oportuna de vibración, eliminar o disminuir la dureza, para prolongar la vida útil del sistema de agua de uso doméstico y así contribuir a disminuir el impacto al medio ambiente y a la economía del consumidor.

Palabras clave: Agua dura, eliminación de sarro, vibración electrónica.

INTRODUCCIÓN

La palabra dureza se refiere a la cantidad de compuestos de calcio y magnesio disueltos en el agua, correspondientes al contenido de iones alcalinotérreos. Estos minerales tienen su origen en las formaciones rocosas calcáreas, y pueden ser encontrados, en mayor o menor grado, en la mayoría de las aguas naturales. Las sales más comunes en el agua dura son sulfatos, carbonatos, bicarbonatos y cloruros de calcio, magnesio, hierro y otros, pero por lo general la dureza del agua es causada por la presencia de iones de calcio y de magnesio disueltos en el agua. Otros cationes como el aluminio y el fierro pueden contribuir a la dureza, sin embargo su presencia es menos crítica.

El agua usada para el aseo personal en el cual se utilizan calentadores, debe estar libre de dureza, ya que se forma el sarro en forma de una capa blanca y dura constituida por calcio y magnesio principalmente, originando que se tapen tuberías y conexiones. Haciendo menos eficiente los elementos de calefacción hasta en un 90%.

Esto representa el desafío de eliminar las sales de calcio y magnesio, razón por la cual en este trabajo, se presenta un análisis de los efectos que causa el uso de agua dura en los sistemas hidráulicos domésticos y específicamente en los calentadores y se busca su disminución por medio de un sistema electrónico que produzca vibración, a través de la cual se disminuya la concentración de la dureza y pueda utilizarse en el baño, para lavar los trastos, para evitar que manche o deteriore los utensilios metálicos como las llaves del agua y por otra parte aumentar la vida útil y la eficiencia de los calentadores.

¹Maestra en educación. Profesor de T.C Instituto Tecnológico de Tehuacán, Depto. de Metalmecánica. maoregansilva@hotmail.com

²Estudiante de Ing. Mecatrónica. Instituto Tecnológico de Tehuacán

³Maestro en Educación. Profesor de TC Instituto Tecnológico de Tehuacán. rmatiaslopez@hotmail.com

⁴Candidato al Grado de Doctor en Sistemas Integrados de Manufactura y Estrategias de Calidad, Instituto Tecnológico de Tehuacán, jcvazquezj@hotmail.com

⁵Candidato al Grado de Maestro en Ciencias en Ingeniería Mecánica, Instituto Tecnológico de Tehuacán, sreyes100@hotmail.com

A través del diseño y aplicación de un sistema electrónico se busca eliminar la dureza en el agua que recorre las tuberías creando una perturbación en el agua que produce centros de cristalización sin utilizar químicos o filtros que impacten el medio ambiente.

Se presentan los conceptos teóricos que dan soporte al desarrollo del circuito, las conclusiones y los hallazgos colaterales del mismo.

Planteamiento del problema

La formación de sarro en tuberías y calentadores de agua de uso doméstico causado por las sales incrustantes de calcio y magnesio, generado por el constante calentamiento del agua en el calentador y depositándose en los ductos del sistema y tuberías es un problema serio, ya que disminuye la eficiencia y la vida útil de esos sistemas.

Existen numerosas ciudades en México que presentan problemas de dureza debido a las concentraciones de sales en agua, entre las cuales destacan ciudades como Tehuacán, Puebla, Yucatán, Oaxaca, Zacatecas, etc., en donde se han reportado problemas en los sistemas de calentamiento de agua (calentador), ya que se ha detectado que estos sistemas duran alrededor de un año funcionando correctamente, y a partir de ese momento se inicia un periodo de mantenimiento de forma constante, lo que reduce su vida útil alrededor de dos a dos años y medio, cuando en condiciones normales debería ser de cinco años útiles.

Este es un problema crítico en la ciudad de Tehuacán, Puebla, el cual ocasiona gastos excesivos en mantenimiento y cambio de equipo y accesorios, situación que genera la necesidad de iniciar este proyecto.

Objetivo general

Diseñar un dispositivo electrónico que genere vibración oportuna para eliminar el sarro en tuberías y mejorar la eficiencia en calentadores de agua de uso doméstico.

Objetivos Específicos

- Tipificar los problemas ocasionados en tuberías por el exceso de sales en el agua
- Seleccionar el material más apropiado
- Diseñar el circuito electrónico
- Construir un modelo de prueba
- Realizar pruebas y determinar su eficiencia e impacto.

MARCO TEÓRICO

Se abordan los principales conceptos teóricos prácticos que darán soporte al desarrollo del trabajo en cuestión, a saber:

Circuito integrado LM555

El dispositivo 555 es un circuito integrado muy estable cuya función primordial es producir pulsos de temporización con una gran precisión, además, puede funcionar como oscilador. (Circuitos integrados 555)

Resistencia

Resistencia eléctrica es toda oposición que encuentra la corriente a su paso por un circuito eléctrico cerrado, atenuando o frenando el libre flujo de circulación de las cargas eléctricas o electrones. Cualquier dispositivo o consumidor conectado a un circuito eléctrico representa en sí una carga, resistencia u obstáculo para la circulación de la corriente eléctrica.

Normalmente los electrones tratan de circular por el circuito eléctrico de una forma más o menos organizada, de acuerdo con la resistencia que encuentren a su paso. Mientras menor sea esa

resistencia, mayor será el orden existente en el micromundo de los electrones; pero cuando la resistencia es elevada, comienzan a chocar unos con otros y a liberar energía en forma de calor. Esa situación hace que siempre se eleve algo la temperatura del conductor y que, además, adquiera valores más altos en el punto donde los electrones encuentren una mayor resistencia a su paso. (García 2015)

Ley de Ohm:

Una resistencia real podrá tener diferente comportamiento en función del tipo de corriente que circule por ella.

Las resistencias de carbón prensado están hechas con gránulos de carbón prensado, que ofrecen resistencia al paso de la corriente eléctrica.

Son comunes en aplicaciones de baja disipación. Típicamente se fabrican para soportar disipaciones de $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, 1 y 2 watts. Sin embargo, estas últimas ya no son tan comunes, por su tamaño relativamente grande. Además, son bastante variables con la temperatura y el paso del tiempo. (Alexander, 2002)

Capacitor

El capacitor es un componente que, como su nombre lo indica, almacena energía durante un tiempo, teóricamente infinito, pero que en la realidad depende de la RSE (resistencia serie equivalente), un tipo de resistencia de pérdida que presenta todo capacitor.

El capacitor se comporta como un circuito abierto para la corriente continua, pero en alterna su reactancia disminuye a medida que aumenta la frecuencia. (Alexander, 2002)

Tipos de capacitor:

Cerámicos: Son condensadores muy baratos, pero tienen la desventaja de ser muy variables con el tiempo y la temperatura. Además, su capacidad es baja en relación con su tamaño. Generalmente se utilizan como acopladores en audio.

Poliéster: Son condensadores muy grandes en función de su capacidad, pero son muy estables con el tiempo y la temperatura. Permiten obtener aislaciones muy altas (comercialmente los hay hasta de 630 volts). Generalmente se utilizan como base de tiempo en osciladores que requieran mucha estabilidad. En cuestiones de audio, presentan mejor sonido que los cerámicos.

Electrolíticos

Son capacitores que logran grandes capacidades en tamaños reducidos. Esto se debe a que presenta una construcción con una sustancia química como dieléctrico, en vez de poliéster o cerámica como los anteriores. Eso produce que este tipo de capacitor tenga polaridad. Su desventaja es que son extremadamente variables con el tiempo y la temperatura, y su costo es relativamente alto a altas capacidades o altas aislaciones. Su uso se centra generalmente en filtros de fuente y salida de audio de amplificadores. (Alexander, 2002)

Tantalio

Es parecido al anterior en el hecho de que permite obtener altas capacidades en pequeños tamaños, pero son más estables que los anteriores con respecto a la temperatura y el transcurso del tiempo. También presentan polaridad. Se utilizan sobre todo en audio... (Alexander, 2002)

Variables

Presentan la característica de poder variar su capacidad, modificando la superficie de las placas del condensador, o la distancia entre ellas. (Electrónica general)

Alambre magneto

El alambre magneto FORMACON se fabrica con un esmalte a partir de una resina modificada de polivinil formal. La película de esmalte se aplica sobre el alambre haciéndolo pasar por dados de dimensiones controladas y curándolo en hornos especiales mediante un proceso continuo. Debido al cuidadoso control, se obtiene un producto de excelente calidad. El alambre FORMACON se fabrica en dos espesores de aislamiento: sencillo y doble. (Viakon, 2012)

METODOLOGÍA

Tipo de investigación

Este trabajo "SISTEMA ELECTRÓNICO ELIMINADOR DE SARRO", es un proyecto de desarrollo tecnológico, en el cual se diseña y construye un prototipo de un sistema electrónico para poder suspender las sales que producen dureza en calentadores de agua para servicio doméstico y negocios en regiones que tengan este problema. Es un proceso experimental, ya que podrá manipularse la vibración producida (variable independiente) y observarse la precipitación de sales que forman el sarro (variable dependiente). El proceso consiste en tipificar los problemas ocasionados en tuberías por el exceso de sales en el agua; seleccionar el material más apropiado, diseñar el circuito electrónico para generar vibración; construir un modelo de prueba y finalmente realizar pruebas y determinar su eficiencia e impacto.

Análisis del contexto

Se realizó una investigación documental de las ciudades del país que presentan problemas graves de acumulación de sarro ocasionados por el uso de agua dura. Las ciudades que según este análisis, tienen el problema que el agua que utiliza la comunidad en general, presenta una elevada dureza con valores que oscilan entre 300 y 600 PPM de sales en el agua, entre ellas se encuentran ciudades mexicanas como: Yucatán, Oaxaca, Puebla; Tlaxcala, Campeche, Quintana Roo y La Comarca Lagunera entre otras.

En la Ciudad de México, zonas como Iztapalapa y la Basílica de Guadalupe han presentado problemas graves de formación de un tipo de sarro muy característico de color blanco-amarillo-naranja, el cual provoca que el reemplazo de piezas de baño sea muy alto y en consecuencia tenga un fuerte impacto en la economía familiar.

Zonas con poco sarro: Hay otras zonas donde el agua tiene valores menores a 200 PPM, por ejemplo: Tulancingo, Xalapa y la zona de Reforma en la Ciudad de México, aquí el problema es diferente, pues aunque el valor de PPM es bajo, el sarro se forma dejando una mancha oscura, casi negra, principalmente en las tazas del w.c. La causa del sarro es el estancamiento del agua y los pocos minerales que hay en el agua son suficientes para fijarse en la taza del baño que específicamente en aquellas que casi no se usan. Esto quiere decir que aún una casa con bajo consumo de agua en una zona con bajo nivel de PPM tendrá problemas de sarro mientras que una casa en la misma zona pero con medio y alto consumo de agua no tendrá problemas.

Diseño

Una vez analizada la situación problemática, partiendo específicamente de los que se presentan en la región de Tehuacán, Pué. y tomando en cuenta los presentados en las ciudades antes mencionadas, surge la idea de buscar soluciones alternativas sustentables y sostenibles para contrarrestar este problema, por lo tanto la propuesta es realizar un sistema vibratorio electrónico que evite la suspensión y acumulación de sales en el interior de las tuberías y en el interior de los calentadores de agua, sin dejar de mencionar que pueden adicionarse, además de este circuito, sistemas de filtrado para elevar la eficiencia del sistema para evitar la formación de sarro producido por las sales del agua.

CIRCUITO ELECTRÓNICO

El primer paso fue seleccionar el material necesario para desarrollar el sistema que habrá de producir las vibraciones en las tuberías, cotizar los costos del material y así estimar el costo del sistema, el cual se presenta en la figura 1 y tabla 1.

Material

- 1 Circuito Integrado LM555
- 1 Resistencia 10 k Ω
- 1 Resistencia 100 k Ω
- 1 Resistencia de 220 Ω
- 1 Capacitor de 0.1 μ F
- 1 Capacitor de 0.001 μ F
- Alambre magneto



Figura 1. Parte del material utilizado en la construcción del sistema.

Tabla 1. Costo del circuito eléctrico

| MATERIAL | UNIDAD | CANTIDAD | COSTO UNITARIO | COSTO TOTAL |
|-----------------------------|--------|----------|----------------|-----------------|
| Circuito Integrado LM555 | PIEZA | 1 | \$10.00 | \$10.00 |
| Resistencia 10 k Ω | PIEZA | 1 | \$2.00 | \$2.00 |
| Resistencia 100 k Ω | PIEZA | 1 | \$2.00 | \$2.00 |
| Resistencia de 220 Ω | PIEZA | 1 | \$2.00 | \$2.00 |
| Capacitor de 0.001 μ F | PIEZA | 1 | \$4.00 | \$4.00 |
| Capacitor de 0.1 μ F | PIEZA | 1 | \$4.00 | \$4.00 |
| Alambre magneto | METRO | | \$40.00 | \$80.00 |
| Mano de obra | | | | \$250.00 |
| COSTO TOTAL | | | | \$354.00 |

Para evitar la precipitación de las sales del agua que recorre la tubería y así evitar la formación de sarro, se busca crear una perturbación en el agua que produce centros de cristalización. Así que se crea un campo magnético que interfiere con el campo iónico o eléctrico e impide a los minerales disueltos en el agua adherirse y formar el sarro. Todo esto se logra sin usar químicos, o filtros dañen la naturaleza, por lo tanto es un método sustentable y sostenible.

La solución propuesta es la utilización del siguiente circuito que además de prevenir la formación

de nuevas incrustaciones, va eliminando poco a poco las ya existentes, teniendo entre otras las siguientes ventajas:

Ventajas:

Fácil de instalar

No usa químicos o ácidos, ni ningún elemento contaminante

Mínimo costo de operación (sólo consume de 5 a 10 watts)

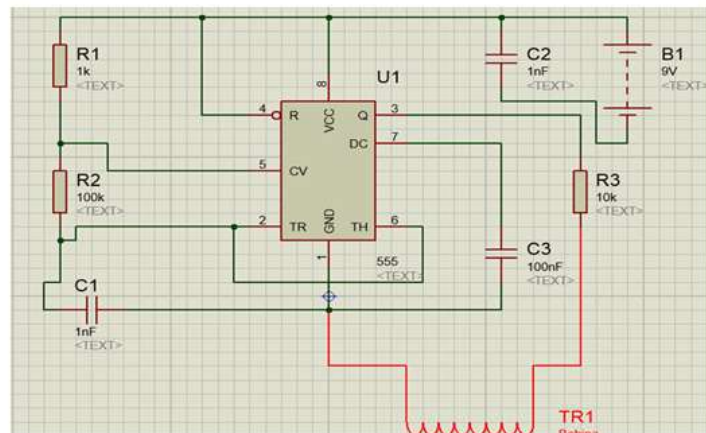
Gran durabilidad al no tener partes móviles

Precio accesible

Efectividad comprobada

El circuito eléctrico (Ver fig. 2) a utilizar no cambia la composición química del agua, no añade químicos al agua, no es un filtro, no es un suavizador o ablandador de agua, no tiene efectos secundarios por lo tanto es un dispositivo ecológico, ya que solo utiliza magnetismo en el proceso.

Para simular el proceso se realizó un modelo que permitió analizar y estudiar el sistema con la finalidad de verificar la factibilidad y viabilidad de este, buscando la forma más económica como también el material más práctico y fácil de encontrar, y así poder ponerlo en práctica para su funcionamiento en ambientes domésticos.



**Figura 2. Diseño del circuito eléctrico.
(Fuente elaboración propia)**

Características:

El principal funcionamiento del IC (Circuito Integrado) es producir pulsos de temporización con precisión entre sus funciones secundarias están la de oscilador, divisor de frecuencias, modulador o generador.

El IC incorpora dentro en su interior, dos comparadores de voltaje, un Flip Flop, una etapa de salida de corriente, un divisor de voltaje por resistor y un transistor de descarga. Dependiendo de cómo se interconecten estas funciones utilizando componentes externos es posible conseguir que dicho circuito realiza un gran número de funciones tales como:

- Multivibrador estable
- Circuito monoestable.

Funcionamiento

El cable de señal del circuito o más bien el alambre magneto crea un campo electromagnético, que genera una singular y compleja onda de frecuencia modulada, que produce un impulso sónico

inaudible, cambiando las propiedades adhesivas de los cristales de carbonato de calcio y otros minerales.

Estos cristales son repelidos en lugar de adherirse a las tuberías, depósitos o equipos y permanecen suspendidos en el agua.

Esta acción detiene cualquier futura formación de sarro y dado que la solubilidad del agua se incrementa, el sarro existente es removido gradualmente.

El circuito eliminador de sales se alimenta de una fuente externa entre sus terminales 8 (+VCC) y 1 (GND) tierra; el voltaje de la fuente va desde los 5V hasta los 15V de corriente continua. Para su mejor funcionamiento y protección del IC como multivibrador se utilizan las resistencias de dicho valor como también los capacitores.

El circuito eliminador de sales está compuesta por una unidad electrónica de poder la cual contiene un sistema computarizado de control y un cable de señal que se enrolla un número específico de veces (Esto lo determina el diámetro de la tubería) alrededor de la tubería conductora de agua. La unidad de poder envía una compleja corriente dinámica de frecuencia, amplitud y forma específica que produce campos magnéticos de tiempo variable y extremadamente pequeños.

El sarro se acumula lentamente en la tubería de cualquier tipo, aún en el PVC. La tubería de cobre tiene más tendencia a acumular sarro.

El problema es mayor conforme pasa el tiempo y la temperatura del agua es elevada, es decir, la tubería del agua caliente tiene la tendencia a tener más sarro que la tubería de agua fría y en el clima cálido se fija más. Otro fenómeno importante a considerar es que una tubería que se usa poco tendrá más sarro.

Este fenómeno sucede porque el calcio reposa tranquilamente y se forman las cadenas de sarro sin interrupción (solo pensemos que si el sarro se forma en agua en movimiento, será mucho más fácil que se forme en agua en reposo).

Hay localidades en el país, por ejemplo Puebla, Querétaro, Coahuila, etc., que tienen graves problemas con sus calentadores de agua, los cambian o reparan muy seguido y observan que los habitantes de la península de Yucatán, quienes tienen un problema mucho mayor de sarro en el agua, no sufren tanto.

La elevada temperatura en la tubería para calentar el agua acelera la solidificación de sarro, elevando los costos de mantenimiento y ocasionando pérdidas enormes por reemplazar los equipos. Por otro lado, los habitantes de zonas cálidas casi no usan calentadores.

En el caso de su calentador de agua con sarro tiene como consecuencias una disminución del flujo de agua y un mayor consumo de gas, electricidad o energía, por lo cual le aconsejamos lo siguiente:

- Limpiar el interior de la tubería de su calentador con ácido no es recomendable pues puede dañarlo.
- El uso de vinagre es el más indicado, pero debe usarse el llamado ácido acético o vinagre blanco en su estado puro, el cual es muy caro pero es más efectivo.

Instalación

Instalar el circuito eléctrico en la tubería del calentador, como se podrá notar será instalada en el tubo de agua caliente (fig. 3), y notará una disminución dramática del problema de sarro en su calentador.

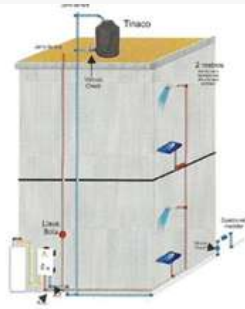


Figura 3. Instalación de las tuberías en el calentador para una casa habitación.

Las personas que instalen el circuito eléctrico y al mismo tiempo un calentador de agua nuevo, notarán que al drenar el calentador cada dos meses habrá muy poco sarro en la tubería y que el calentador dura mucho más tiempo que antes. Lo mejor es que el sarro que se encuentre en el interior de su calentador empezará a deshacerse y usted no tendrá que comprar uno nuevo.

Sin embargo, si usted instala el circuito eléctrico y quiere alargar la vida de su calentador, será mejor darle mantenimiento, para acelerar el proceso de destrucción de sarro y ahorrar gas, electricidad o aumentar la eficacia. De todos los tipos de calentadores de agua, el solar no es cualquier inversión. Por lo cual le recomendamos instalar el circuito eléctrico en su tinaco o cisterna.



Figura 4. Instalación de un calentador para una casa y las especificaciones de los tubos de agua caliente y fría.

NOTA: Cada sistema operativo de calentador necesita ser drenado como mínimo cada dos meses, pero con la ayuda del circuito mediante su función de multivibrador hará que los minerales se no se mantengan en la tubería de agua caliente y así al drenar su calentador no tendrá que usar químicos que dañen su salud o como también tener que cambiar sus tuberías o hasta llegar a remplazar el calentador lo cual llevara un costo muy alto (fig. 5).

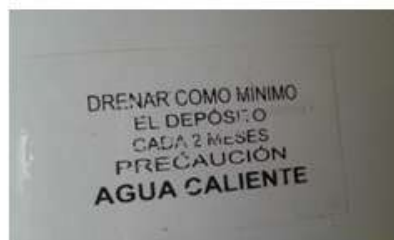


Figura 5. Precauciones de los calentador

Este nuevo sistema del control de las sales se logró grandes beneficios ya que proporciona agua con características de agua blanda sin la adición de sal o productos químicos, ofrece una alternativa ecológica a la sal de los suavizadores de agua basados en sal. Disolverá los contaminantes existentes mejorando el flujo de agua en los sistemas severamente incrustados. Eliminará las calcificaciones antiestéticas en grifos, duchas, lavabos, etc. Prolongará la vida útil de las tuberías de agua.

Además de que el proyecto constituido por un circuito se instalará de forma fácil, logrando un mínimo de mantenimiento, su costo de adquisición es mínimo, consume una mínima cantidad de energía eléctrica, permitirá proteger los aparatos domésticos relacionados con el agua, por lo que proporcionará una larga vida en los sistemas.

CONCLUSIONES

Se diseñó y elaboro un primer prototipo de circuito electrónico para generar vibración con el cual se hicieron pruebas en las cuales se observó una disminución en la precipitación de sales en agua en la salida del calentador, esto debido a la disolución de calcio y magnesio, lo que evitó la acumulación del sarro en tuberías y en el propio sistema del calentador de agua.

La instalación del sistema electrónico es sencilla y fácil de aplicar, el costo del equipo es relativamente bajo, y su vida útil se estima, según la calidad de los componentes, en un promedio de 5 años. Solo requerirá de un chequeo cada año para revisar que su funcionamiento sea el adecuado. No presento daño a las personas que lo usan no tienen contacto directo con los componentes eléctricos y el consumo de energía es muy bajo (15 volts máximo) finalmente no se observó ningún daño al medio ambiente.

Este proyecto podrá ser útil en casas o edificios, piscinas, establecimiento de restauración, hoteles, restaurantes, torres de enfriamiento, máquinas de hielo, contribuyendo en el ahorro del agua, sobre todo se reducirá el daño en tuberías y calentadores lo cual tendrá un impacto en la economía de los usuarios.

Este sistema es versátil ya que se puede utilizar no nada más en el calentador si no también es útil en otros tipos de sistemas (tabla 2.) que generen dureza tales como: torres de enfriamiento, intercambiadores de calor, evaporadores, equipo de filtración, destiladores. Baños, albercas, hospitales, lavanderías, restaurantes, en l industria del aceite, maquiladoras, etc.

Tabla 2. Algunas aplicaciones y beneficios del circuito eléctrico.

| | Aplicaciones | Beneficios |
|------------------------|--------------------------|--|
| Torres de enfriamiento | Industriales | -Previene el aumento de incrustaciones -Mejora el flujo de agua -Alarga la vida útil en los equipos y sistemas hidráulicos |
| Intercambio de calor | | |
| Evaporadores | | |
| Equipos de filtración | | |
| Destilerías | Hoteles, casa residencia | -Agua sedosa -Elimina la acumulación de sarro en las tuberías, regaderas, etc. |
| Baños | | |
| Tuberías | | |
| Boiler | | |
| Albercas | Otras aplicaciones | |
| Hospitales | | |
| Lavanderías | | |
| Restaurantes | | |

Autorización y Renuncia

Los autores del artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D=Dinámica del saber edición 2015. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

REFERENCIAS

- 2015, G. A. (s.f.). Resistencia eléctrica. Obtenido de http://www.asifunciona.com/electrotecnia/ke_resistencia/ke_resistencia_2.htm
- Alexander, C. k. (2002). Capacitores. En C. k. Alexander, Fundamentos de circuitos electricos (págs. 206-209). Mexico D.F.
- Alexander, C. k. (2002). Ley de ohm. En C. k. Alexander, Circuitos electricos (págs. 28-31). Mexico D.F.
- Commons, C. (7 de abril de 2014). Wikilibros. Recuperado el 10 de febrero de 2015, de Resistencia eléctrica: http://es.wikibooks.org/wiki/F%C3%ADsica/Electricidad_y_electr%C3%B3nica/Resistencia_el%C3%A9ctrica
- Electronica general. (s.f.). Recuperado el 20 de Marzo de 2014, de <http://electronicageneralenet1.blogspot.mx/2013/04/tipos-de-capacitores-tecnologia.html>
- Hidroagua. (s.f.). suavizadores de dureza. Recuperado el martes de febrero de 2015, de <http://www.hidroagua.com.mx/suavizadores.htm>
- libre, M. (s.f.). Filtro, anti sarro, suavizador de sales polifosfatos cal. Recuperado el martes de febrero de 2015, de http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-482046380-filtro-anti-sarro-suavisador-de-sales-polifosfatos-cal-mmu-_JM
- Viakon. (2012). Obtenido de <http://www.viakon.com/pdf/categorias/12.pdf>
- Roman, M. (Martes de Octubre de 2012). Facultad de Ingeniería Electrónica. Recuperado el lunes de febrero de 2015, de Circuitos integrados.
- Wikipedia. (lunes de febrero de 2015). Circuitos integrados 555. Recuperado el 10 de febrero de 2015, de http://es.wikipedia.org/wiki/Circuito_integrado_555

APLICACIÓN DE POKA-YOKE EN ESTACIÓN DE TRABAJO DE DISTRIBUCIÓN, EN LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE TEHUACÁN

Ingeniería y Tecnología

*Abraham Pérez Delgado

Resumen

En el laboratorio de automatización de la Universidad Tecnológica de Tehuacán, se desarrolla la aplicación de metodología poka-yoke para la estación de trabajo de distribución; basada en la programación mediante Controladores Lógicos Programables, en ambiente STEP7 e interfaz HMI con WinCC Flexible, para implementar los recursos de la metodología diseñada en las variables del proceso, que no son perceptibles desde el punto de vista del operario, integrado desde el programa estructural del controlador y de los apoyos visuales para la interfaz entre en el proceso y el sistema interno a automatizar.

El proyecto de investigación, se desarrolla en la programación de tecnología aplicada en el entorno industrial, para enfoque en detección de posibles errores mediante algoritmos de programación para el controlador y la interfaz gráfica; proponiendo un desarrollo óptimo para las variables del proceso y funcionalidad, a nivel proceso y desarrollador, siguiendo las bases del algoritmo de programación de acuerdo al proceso.

Palabras clave: Poka-yoke, Distribución, PLC, Redes Industriales, HMI.

Antecedentes del Problema

En la programación estructural y modular de los Controladores Lógicos Programables (PLC), comúnmente no se consideran aspectos para la automatización de procesos; mediante apoyos visuales de las variables del sistema, para prevenir errores, advertencias u operaciones innecesarias. El sistema de producción de la estación de trabajo, genera un espacio entre los sistemas industriales en las etapas de interface entre el usuario y el sistema a automatizar; donde son necesarios gráficos para apoyos visuales en el comportamiento de las señales internas del proceso. (Groover, 2007)

Definición del problema

El hecho de interactuar con elementos electro-mecánicos reales a través de su operación y manipulación, da al estudiante una visión general y práctica de sistemas SCADA y con eso dar seguridad al estudiante de abarcar aplicaciones industriales. (Micó & Silvestre, 2008), del mismo modo la estación de distribución del laboratorio de mecatrónica de la Universidad Tecnológica de Tehuacán, no cuenta con la implementación de comunicación de su proceso con la interfaz HMI, para demostrar la interacción con el usuario-proceso, para monitoreo y control del mismo.

En contraste con las investigaciones consultadas no proponen aplicar una metodología en apoyo al buen diseño del algoritmo o programa fuente del proceso a automatizar y del interfaz HMI para la eliminación de errores que se pueden ocasionar desde la concepción del controlador hasta las tomas de decisiones que el usuario-operador-equipos necesiten de acuerdo a normas de configuración y diseño.

¹Ing. Abraham Pérez Delgado, Ingeniero Electrónico egresado del Instituto Tecnológico de Tehuacán, ²estudiante de Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Tehuacán. Contacto: 2381200580, Abraham.perez@uttehuacan.edu.mx

Justificación

El investigador, realiza un proyecto de investigación, para desarrollar apoyo didáctico en la programación de tecnología aplicada en el entorno industrial, para enfoque en detección de posibles errores mediante algoritmos de programación para el controlador y la interfaz gráfica; y con ello aplicar poka-yoke en la automatización con PLC's y redes industriales de comunicación.

Objetivos de la Investigación

Objetivo General

Evaluar la metodología poka-yoke en proceso de automatización de la estación de distribución.

Objetivos Específicos

- Obtener información de las características de operación de la estación de trabajo de distribución y la programación de la HMI.
- Introducirse al entorno de programación del software Win CC.
- Diseñar técnica de la metodología poka-yoke, para el proceso de la estación de trabajo de distribución.
- Aplicar metodología poka-yoke para la visualización y control de variables en el proceso, como sensores y actuadores.

Estado de la cuestión

La aplicación de redes industriales en instituciones e industrias, pueden ser implementados en cualquier proceso de automatización, para realizar la comunicación de señales de entradas y salidas del sistema al controlador, y con ello poder tomar en cuenta bloques funciones, datos y control; necesarios para la comunicación entre PLC-HMI. El enfoque de sistemas de control y adquisición de datos (SCADA), es utilizado de manera importante en la industria para dar una visión al usuario de las variables internas y externas del proceso; para verificar los posibles errores y comportamiento del sistema.

El enfoque de tendencias de aplicación de interfaz HMI en sistemas didácticos, puede ser capaz de extrapolar al mundo real a la gran mayoría de las aplicaciones prácticas desarrolladas sobre los prototipos. Además, el hecho de interactuar con elementos electro-mecánicos reales a través de su operación y manipulación, da al estudiante una visión general y práctica de sistemas SCADA y con eso dar seguridad al estudiante de abarcar aplicaciones industriales.

De acuerdo a la investigación realizada, se muestra que es óptimo el seguimiento de la investigación, pero es conveniente tomar en cuenta el aporte de las problemáticas de conexión del equipo a la red por direcciones IP, configuraciones de la interfaz HMI, y lo interesante de las diferentes topologías de sistemas de control y de normas de diseño industrial que darían un soporte al estudiante y el proceso industrial.

Marco Teórico

El marco teórico según Hernández Sampieri et al (2006), en ciertos campos del conocimiento no se dispone de muchas teorías que expliquen los fenómenos que estudian; a veces sólo se tienen generalizaciones empíricas, es decir, proposiciones que han sido comprobadas en la mayor parte de las investigaciones realizadas. Al revisar la literatura, es muy probable encontrar una situación así.

Estación del sistema modular de producción

De acuerdo a lo presentado por Festo Didactic (2015), las estaciones de la Célula MPS-C fueron diseñadas por ésta empresa, para el ámbito de la formación en automatización industrial.

Los sistemas y estaciones del Sistema Modular de Producción (MPS) facilitan la formación profesional orientada a la industria, y el hardware consiste en componentes de tipo industrial, adecuados para fines didácticos.

Además, la formación puede impartirse por docente para las fases reales de un proyecto, que pueden enseñarse por medio de actividades y contenidos didácticos, tales como:

- Montaje y ajuste mecánico de los componentes de la estación:
- Conexión de componentes electroneumáticos
- Correcto cableado y conexión de señales de entrada y salida al sistema
- Uso correcto de sensores
- Uso y programación de un PLC
- Programación de derivaciones alternativas
- Puesta a punto de un sistema de producción
- Localización sistemática de averías en un sistema de producción

Estación de Distribución

La función de la estación de Distribución de acuerdo al portal de la empresa Festo Didactic (2015), es el separar piezas; hay hasta ocho piezas en el tubo del almacén de apilado. Un cilindro de doble efecto expulsa las piezas individualmente. El módulo Cambiador sujeta la pieza separada por medio de una ventosa. El brazo del cambiador, que es accionado por un actuador giratorio, transporta la pieza al punto de transferencia de la estación de trabajo posterior.

La manipulación del actuador y el semi-giratorio de la estación de Distribución, son importantes para la investigación, ya que son componentes de tipo industrial. El actuador giratorio del brazo basculante puede ajustarse a diversos ángulos entre 0° y 180°, las posiciones finales son detectadas por medio de micro-interruptores; un cilindro lineal de doble efecto empuja la pieza extrayéndola del almacén de apilado. Las posiciones finales son detectadas utilizando sensores de proximidad. Su importante implementación en el Festo Didactic es el proveedor líder internacional de equipamiento y soluciones para la formación industrial. La gama de productos y servicios ofrece soluciones para un aprendizaje y una retentiva rápidos de todo el espectro de tecnologías de automatización: neumática, electroneumática, hidráulica, electrohidráulica, electrónica, ingeniería eléctrica, técnica de sensores, robótica, tecnología CNC, tecnología PLC y de bus de campo, tecnología de fabricación e ingeniería de procesamiento, además de mecatrónica.

El sistema se utilizará además para verificar señales en red de comunicación en configuración maestro esclavo. La aplicación de la pinza de aspiración en el proyecto a investigar; tiene la finalidad de utilizar mandos proporcionales y un sensor de presión, ya que la pinza en el módulo cambiador sujeta la pieza. El vacío es generado en la placa de vacío del terminal de válvulas CP por medio del principio Venturi y es supervisada por un sensor de presión que puede ser ajustable. (Festo-didactic, 2015)

Controlador Lógico Programable

De acuerdo a Bolton W. (2012) los Controladores Lógicos Programables (PLC), conocidos como ordenadores de estado sólido, su corazón de funcionamiento es un microprocesador, y su uso general es implementar funciones de control, en un sistema automático. Son capaces de almacenar instrucciones, como secuenciación, temporización, conteo, aritmética, manipulación de datos y comunicación, para controlar máquinas y procesos industriales. La figura 1 ilustra un diagrama conceptual de una aplicación de PLC. El autómatas programable en la estación de distribución es el encargado de procesar señales provenientes de los sensores del sistema y de las señales de mando de los actuadores, sin embargo el PLC puede ser pensado en términos simples como ordenadores industriales y su interconexión para dispositivos de campo, en conexiones para el mundo real aplicado a la industria, es por esta razón que se aplicará la interfaz gráfica y red de comunicación de datos para los fines de la investigación.



Figura 1. Diagrama conceptual de la aplicación del PLC
Fuente: Programmable Logic Controllers (Bolton, 2009)

Gráfico de Mando Etapa Transición

El introducir en la metodología a desarrollar el Gráfico de Mando Etapa Transición (GRAF CET) , es para desarrollar aportes en la metodología en la que se enfoca el programador de PLC para automatizar procesos, y seguir con esto herramienta para la aplicación de Poka-Yoke en el desarrollo de la ejecución en el controlador.

El efecto Venturi consiste en que un fluido en movimiento dentro de un conducto cerrado disminuye su presión cuando aumenta la velocidad al pasar por una zona de sección menor. GRAFCET surge a mediados de los años 70, debido a la colaboración de algunos fabricantes de autómatas, como Telemecanique y Aper, posteriormente por la Comisión Electrónica Internacional (Norma IEC 848) en el año 1988. Actualmente es una herramienta imprescindible cuando se trata de automatizar procesos secuenciales de cierta complejidad con autómatas programables.

De acuerdo a Romera, Lorite & Montoro (1994), el GRAFCET es un diagrama funcional que describe la evolución del proceso que se quiere automatizar, indicando la acciones que hay tal y como se muestra en la figura 2. El diagrama está definido por unos elementos gráficos y unas reglas de evolución que reflejan la dinámica del comportamiento del sistema. Todo automatismo secuencial o concurrente se puede estructurar en una serie de etapas que representan estados o subestados del sistema, en los cuales se realiza una o más acciones.

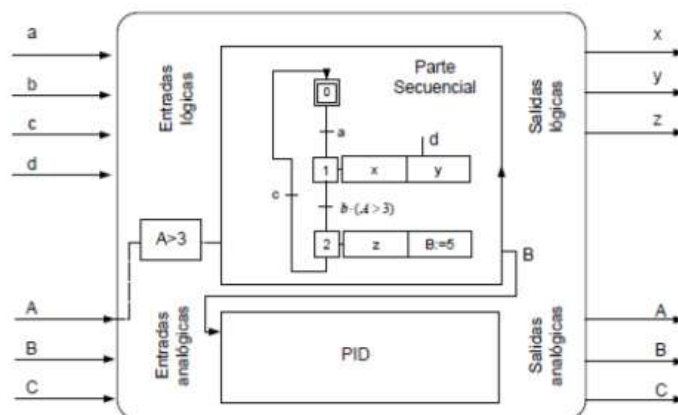


Figura 2. Esquema de la estructura en GRAFCET
Fuente: Automatización, Problemas resueltos con autómatas programables.
(Romera, Lorite & Montoro, 1994)

Niveles de diagramas GRAFCET

Los niveles de programación forman parte de la adecuación del proceso, según sea su dificultad de configuración en la lógica del PLC, normalmente en la realización de un automatismo existen diferentes fases que van desde el análisis económico de viabilidad pasando por su diseño, su implementación, para finalizar con una fase de verificación offline mediante simulación y su puesta en marcha en el proceso real previa fase de pruebas. En función del nivel de abstracción que se represente se pueden distinguir los siguientes tipos de diagramas GRAFCET, ordenados de mayor a menor nivel de detalle cómo se ilustran en la figura 3. (Romera, Lorite & Montoro, 1994)

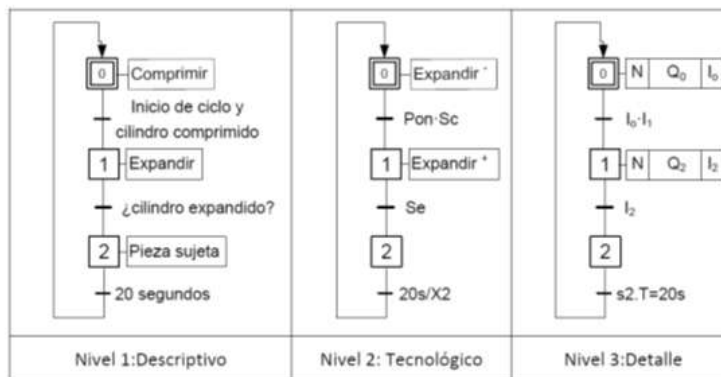


Figura 3. Ejemplo de diagramas de diferentes niveles de abstracción
Fuente: Automatización, Problemas resueltos con autómatas programables (Romera, Lorite & Montoro, 1994)

Los niveles de GRAFCET según Romera, Lorite & Montoro (1994) son los siguientes:

GRAFCET de nivel 1: Descripción global poco detallada del automatismo que permite entender en poco tiempo su funcionamiento general. Es por ejemplo el nivel de detalle que las entidades financieras quieren conocer para decidir la inversión. Los graficets de nivel emplean descripciones en lenguaje natural para describir las acciones y transiciones y no contiene referencias a las tecnologías que se van a utilizar.

GRAFCET de nivel 2: Descripción de la tecnología. El grado de detalles en las descripciones debe ser lo suficientemente operativo para que todas las tecnologías empleadas en el automatismo (relés normales de enclavamiento, válvulas neumáticas normales o biestables, pulsadores, contactares etc.) queden representadas. Para este nivel y el anterior se suelen emplear la especificación GRAFCET de la norma IEC 60848. Las marcas se emplean para describir la evolución de un GRAFCET e indican que la etapa está activa en ese instante, como se muestra en la figura 4. (Bailey & Edwin, 2004)

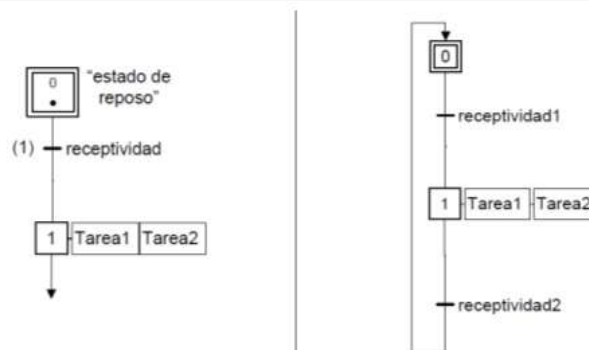


Figura 4. Especificaciones de comentarios en GRAFCET
Fuente: Practical SCADA for industry (Bailey & Edwin, 2004)

Estándar IEC 61131-3

De acuerdo a lo recolectado por Heinz & Tiegelkamp (2001), el estándar internacional IEC 61131 es una colección completa de estándares referentes a controladores programables y sus periféricos asociados. La aplicación de IEC 61131-3 en la investigación es introducir la consideración en programación estructura del PLC y la adaptación a la Interfaz gráfica para estandarizar los lenguajes de programación usados en la automatización industrial, y dar a conocer a los estudiantes las tendencias a los procesos de aplicación industrial.

Mecanismos Poka-Yoke

De acuerdo a Hernández & Vizán (2013), los dispositivos “Poka – Yoke” conocidos también como dispositivos a prueba de errores, están diseñados para prevenir la producción de defectos en la realización de un servicio o fabricación de un producto por medio de la detección y/o bloqueo de las condiciones de error que posteriormente generan el defecto. Para Villaseñor,84 (2009) el poka-yoke es parte de las técnicas Jidoka y es el sistema de autoinspección o inspección “a prueba de errores”. Se trata de unos mecanismos o dispositivos que, una vez instalados, reducen los defectos por un error humano. En otras palabras, se trata de que “los errores no deben producir defectos y mucho menos aún progresar”. Los poka-yoke se caracterizan por su simplicidad (pequeños dispositivos de acción inmediata, muchas veces sencillos y económicos), su eficacia (actúan por sí mismos, en cada acción repetitiva del proceso, con independencia del operario) y tienen tres funciones contra los defectos: pararlos, controlarlos y avisar de ellos.

Process Field Bus

Process Field Bus (PROFIBUS), como recopila Weigmann & Kilian (2003), es un estándar para la comunicación de bus de campo en la tecnología de automatización y. No debe ser confundido con el estándar PROFINET para Industrial Ethernet. PROFIBUS se publica abiertamente como parte de la norma IEC 61158.

Hay dos variantes de PROFIBUS en uso hoy en día; PROFIBUS DP más utilizada, y la lumbreira menor utilizado, aplicación específica, PROFIBUS PA . PROFIBUS DP (Descentralizada Periféricos) se utiliza para operar los sensores y actuadores a través de un controlador centralizado en aplicaciones de automatización de la producción. El DP mucho más rápido actúa como una red troncal para la transmisión de señales de proceso al controlador. Esto significa que DP y PA pueden trabajar bien juntos, especialmente en aplicaciones híbridas donde las redes de automatización de procesos y la fábrica trabajan lado a lado. (Weigmann & Kilian, 2003)

Interfaz Hombre Máquina

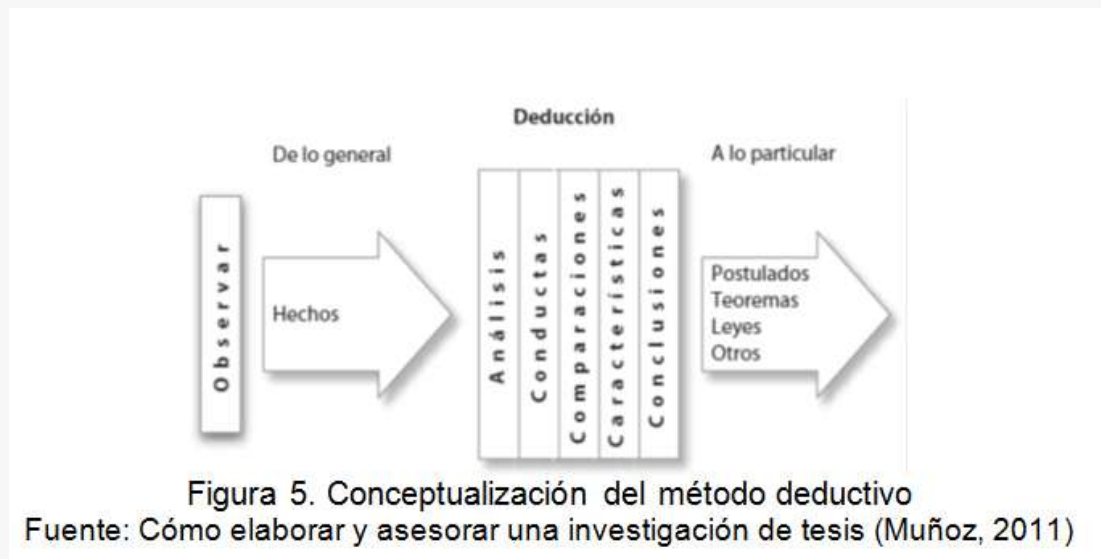
La documentación de Rodríguez (2007) muestra que la Interfaz Hombre Máquina (HMI) es el aparato que presenta los datos a un operador (humano) y a través del cual éste controla el proceso. Manejo y visualización significa dominar el proceso, mantener en perfecto funcionamiento máquinas e instalaciones; significa más disponibilidad y productividad.

Marco Metodológico

En el diseño de la investigación se utilizará un método deductivo-analítico, para alcanzar el objetivo previsto. De acuerdo a Muñoz (2011), el método deductivo es el proceso de razonamiento que parte de un marco general (el cual sirve de referencia), y va hacia lo particular. Es un método que se utiliza para inferir de lo general a lo específico, de lo universal a lo particular. El método de inducción-deducción considera que cuanto mayor sea el número de experimentos realizados, mayor serán las probabilidades de que las leyes sean verídicas. La figura 5 muestra un diagrama de conceptualización del método deductivo.

PROFIBUS PA (Process Automation) se utiliza para controlar el equipo de medición a través de un sistema de control de procesos en aplicaciones de automatización de procesos. El número de

dispositivos conectados a un segmento PA está limitada por esta característica. PA tiene una tasa de transmisión de datos de 31,25 kbit/s.



Para Bernal (2010) el método deductivo es un método de razonamiento consiste en tomar conclusiones generales para obtener explicaciones particulares. El método se inicia con el análisis de los postulados, teoremas, leyes, principios, etcétera, de aplicación universal y de comprobada validez, para aplicarlos a soluciones o hechos particulares.

El método analítico consiste en dividir cada una de las dificultades que encontramos en tantas partes como se pueda hasta llegar a los elementos más simples, elementos cuya verdad es posible establecer mediante un acto de intuición. De esta forma, es posible llegar a las naturalezas simples. (Muñoz, 2011)

Tipo y enfoque de la investigación

El tipo de la investigación a desarrollar será no experimental, ya que de acuerdo a Kerlinger (1979), la investigación no experimental es aquella que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, es la investigación donde no se hace variar intencionalmente las variables independientes. Lo que se realiza en la investigación no experimental es observar fenómenos tal y como se dan en su contexto natural, para después analizarlos. “La investigación no experimental o ex-post-facto es cualquier investigación en la que resulta imposible manipular variables o asignar aleatoriamente a los sujetos o a las condiciones”. (p.116). De hecho, no hay condiciones o estímulos a los cuales se expongan los sujetos del estudio.

En la investigación a desarrollar se empleará la muestra de estudios de expertos en el tema de “Una empresa especialista armadora de autos”; para que en el estudio sea necesaria la opinión de individuos expertos en un tema; de acuerdo a Tamayo (1995), éstas muestras son frecuentes en estudios cualitativos y exploratorios para generar hipótesis más precisas o la materia prima del diseño de cuestionarios. Miles y Huberman (1994), además de Creswell (2009) y Henderson (2009), nos dan pie a otras muestras no probabilísticas que, además de las ya señaladas, suelen utilizarse en estudios cualitativos. Éstas se comentan brevemente a continuación:

Muestras homogéneas

Las unidades a seleccionar en las muestras homogéneas según Fidias (2012), poseen un mismo perfil o características, o bien, comparten rasgos similares. Su propósito es centrarse en el tema a

investigar o resaltar situaciones, procesos o episodios en un grupo social, es por esto en la investigación a desarrollar se empleará un análisis a grupo participantes en curso externo a la UT Tehuacán de automatización para PLC's y redes industriales.

Muestras por oportunidad

Compartiendo lo descrito con Fidias (2012), los casos que de manera ocasional se presentan ante el investigador, justo cuando éste los necesita. O bien, individuos que se requieren y que se reúnen por algún motivo ajeno a la investigación, lo que proporciona una oportunidad extraordinaria para reclutarlos; para el fin de la investigación se implementarán cuestionarios a los alumnos en seguimientos con asignaturas afines didácticos a la orientación del proyecto de investigación, como son Controladores Lógicos Programables, Control de Procesos de Manufactura y Sistemas de Manufactura Flexible, para el programa educativo de T.S.U. en mecánica

Se determina el tamaño total de la muestra (el cual se estima de la misma forma que para el muestreo aleatorio simple) estimando la desviación estándar de la población mediante una muestra piloto; asignando el respectivo nivel de confianza Z que se va a utilizar (niveles de confianza iguales o superiores a 90% que en valores tipificados Z son valores iguales o superiores a 1,64 y el error de estimación E), valores menores o iguales a 10% en relación inversa con los valores de Z y S . Se estratifica la población según la variable correlacionada con la variable objeto de la medición y que hace que los sujetos sean heterogéneos entre sí.

El Procedimiento para estimar el tamaño de la muestra representativa para una población finita, mostrada por Fidias (2012), se muestra en la fórmula, así:

$$n = \frac{Z^2 \times P \times Q \times N}{E^2(N - 1) + Z^2 \times P \times Q}$$

Donde:

n : Tamaño de muestra por estimar (número de alumnos-especialistas).

Z : Nivel de confianza o margen de confiabilidad.

P : Proporción de los alumnos-especialistas con los instrumentos empleados.

$Q = 1 - P$: Proporción de los alumnos-especialistas con los instrumentos no empleados.

N : Número total de los alumnos-especialistas.

E : Error de estimación (diferencia máxima entre la proporción muestral y la proporción proporcional que se está dispuesto aceptar en función del nivel de confianza definido para el estudio).

Validez y fiabilidad

Toda investigación que se realice, ya sea de carácter cuantitativo o cualitativo, debe poseer dos cualidades esenciales, ser válida y fiable. Estas cualidades le imprimen mayor credibilidad a los resultados, se relacionan básicamente con los instrumentos de recolección de datos, y se evidencian en las explicaciones de los fenómenos estudiados. (McMillan y Schumacher, 2005) La validez se refiere a la exactitud de los estudios, de acuerdo a McMillan y Schumacher (2005), es el grado en el que las interpretaciones y los conceptos poseen significados recíprocos entre los participantes y el investigador. El investigador y los participantes están de acuerdo en la descripción o la constitución de los acontecimientos, especialmente en los significados de estos acontecimientos.

En cuanto a la fiabilidad, ésta se entiende como “el grado en que las respuestas son independientes de las circunstancias accidentales de la investigación”. Pérez (1994). El principio fundamental para lograr la fiabilidad es normalizar el proceso de recolección de datos (instrumentos, registros) tomando como base las categorías establecidas por el marco teórico. Para Kirk y Miller (1986), analizan tres formas de especificar el sentido de la fiabilidad como criterio para evaluar la investigación cualitativa. Ven la fiabilidad como el intento de especificar hasta dónde un método particular puede llevar continuamente a las mismas medidas o resultados.

Confiabilidad

El procedimiento a utilizar en la investigación para determinar la confiabilidad de los instrumentos, de acuerdo a Hernández, Fernández & Baptista (2010) mediante un coeficiente va a ser “coeficiente alfa-Cronbach:

Su interpretación con la medida de consistencia interna denominada “coeficiente alfa Cronbach”, que tal vez es la más utilizada.

Bibliografía

- Ávila Baray, H. L. (2006). Introducción a la metodología de la investigación. Chihuahua, México: UDG Línea.
- Bailey, D., & Edwin, W. (2004). Practical SCADA for industry. Mumbai India: Elsevier.
- Behar Rivero, D. S. (2008). Metodología de la Investigación. Shalom.
- Berger, H. (2013). Automatic with Simatic, Controllers, software, programming, data communication, operator control and process monitoring. Berlin Germany: Siemens Aktiengesellschaft.
- Bernal Torres, C. A. (2010). Metodología de la investigación administración, economía, humanidades. Colombia: Prentice Hall.
- Bolton, W. (2009). Programmable Logic Controllers. Burlington USA: Newnes British.
- Festo-didactic. (2015). Célula de Fabricación Flexible, MPS-C. Obtenido de <http://www.festo-didactic.com/es-es/productos/mps-sistema-de-produccion-modular/estaciones/estacion-de-distribucion-mps-para-empezar.htm>
- Fidias G., A. (2012). El proyectode investigación, introducción a la metodología científica. Caracas, Venezuela: Editorial Episteme.
- Flick, U. (2007). Introducción a la investigación cualitativa. Madrid, España: Ediciones Morata, S. L.
- García Cordoba, F. (2007). La Investigacion Tecnológica 2ed. Limusa.
- Giraldo, M. (2013). Poka-Yoke, Herramienta de control. Obtenido de Un análisis de la Herramienta y sus implicaciones dentro de la Industria: <http://poka-yoke0020unal.blogspot.mx/2013/11/paso-paso-de-la-implimentacion.html>
- Groover, M. P. (2007). Fundamentos de Manufactura Moderna. McGraw-Hill.
- Guerrero, V., & Yuste, R. L. (2010). Comunicaciones industriales. Berlin Germany: Alfaomega.
- Gurdián Fernández, A. (2007). El paradigma cualitativo en la investigación socio-educativa. San José, Costa Rica: Educativo Regional IDER.
- Heinz John, K., & Tiegelkamp, M. (2001). IEC 61131–3: Programming Industrial Automation Systems: Concepts And Programming Languages, Requirements for Programming Systems, AIDS to Decision-making Tools. Springer Science & Business Media.
- Hernández Salazar, P. (2008). Métodos cualitativos para estudiar a los usuarios de la información. México: UNAM, Centro Universitario de Investigaciones.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2010). Metodología de la investigación. México D.F.: McGRAW-HILL.
- Hirano, H. (1990). Poka-Yoke. S.A. TGP. Tecnología de gerencia y producción.
- Jiménez Macías, E. (2004). Técnicas de automatización avanzadas en procesos industriales. Universidad de La Rioja, Tesis doctoral.

- Linacre House, J. H. (2003). Programmable Controllers An engineer's guide. London, England: British Library Cataloguing.
- Maldonado, V. G. (2008). Herramientas y técnicas Lean Manufacturing en sistemas de producción y calidad. Hidalgo: Universidad Autónoma del estado de Hidalgo.
- Mengual Pitarch, P. (2009). STEP 7: Una manera fácil de programar PLC de Siemens. MARCOMBO BOIXAREU EDITORES.
- Micó, P., & Silvestre, J. (2008). Enfoque práctico de la informática en un entorno industrial. Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria.
- Muñoz Razo, C. (2011). Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis. México: Prentice Hall.
- Park, J., & Mackay, S. (2003). Practical Data Acquisition for Instrumentation and Control Systems. Perth, Australia: Elsevier Linacre House.
- Sabina, C. (1992). El Proceso de Investigación. Caracas, Venezuela: PANAPO.
- Salazar Serna, C. A., & Correa Ortiz, L. C. (2011). Buses de campo y protocolos en redes industriales. Ventana Informatica No.25.
- Siemens. (2015). Control. Obtenido de www.siemens.com
- Strauss, A., & Corbin, J. (2002). Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada. Medellín, Colombia: Universidad de Antioquia.
- Tamayo Tamayo, M. (2003). El proceso de la investigación científica. México, D.F.: Limusa.
- Tamayo, M. (1995). Metodología Formal de la Investigación Científica. Mexico: Limusa.
- Taylor, S., & Bogdan, R. (1987). Introducción a los métodos cualitativos de investigación. Barcelona, España: Paidós Ibérica S.A.
- UTTehuacán. (2015). UTTehuacán. Obtenido de www.uttehuacan.edu.mx
- Vargas Beal, X. (2010). ¿CÓMO HACER INVESTIGACIÓN CUALITATIVA? Guadalajara, México: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente.
- Villaseñor, A. (2009). Manual de Lean Manufacturing, guía básica. México: Editorial Limusa.

EVALUACIÓN TÉCNICA DE UN SISTEMA DE BOMBEO EOLICO PARA IRRIGACION AGRICOLA

Ingeniería y Tecnología

Dra. Miriam Silvia López Vigil
* I.I. Juan Carlos Reyes Rodríguez
Dr. Armando Heredia González
M.I.E. Bertha Leticia Franco Salazar

Resumen

Los sistemas de bombeo eólico (aerobombas) permiten extraer la energía cinética del viento a través de un rotor y convertir su movimiento rotacional en acción mecánica con algún mecanismo que permite mover un pistón y así producir la acción de bombeo.

El sitio de estudio de la evaluación técnica de un sistema de bombeo eólico presentado en este trabajo, se localiza en el municipio de Miltepec, Huajuapán, Oaxaca; zona que presenta características de vientos favorables para el desarrollo del sistema, por lo que se levantaron datos topográficos, meteorológicos y de recursos hidroenergéticos, que permiten establecer la realidad del sector para proceder posteriormente a la elección del tipo de sistema de bombeo eólico.

Para la elección del tipo de sistema de bombeo eólico se consideraron situaciones tales como: la Aerobomba, el sistema de almacenaje, la altura de bombeo y la distancia de transporte del fluido. Por otra parte se instaló una estación meteorológica para monitorear la velocidad y dirección del viento, factores importantes para el desarrollo de este estudio.

Palabras clave: Potencial eólico, Aerobomba, evaluación técnica

Introducción

La energía eólica, la cual no contamina al medio ambiente con gases, ni agrava el efecto invernadero, es una valiosa alternativa frente a los combustibles no renovables como el petróleo, el consumo de este en el mundo no descende y las energías renovables mucho más compasivas siguen desempeñando un papel simbólico en la generación y consumo energético en nuestro planeta, ya que estas llevan siglos transformando la energía del viento (energía eólica), en energía mecánica eléctrica para moler granos, sal, azúcar, bombear agua, etc. (Mijares D. & Corona N. 2006).

La Dra. Miriam Silvia López Vigil es Profesora-Investigadora de la División de Estudios de Posgrado e Investigación y de Ingeniería Bioquímica del Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla, México, Miriam@ittehuacan.edu.mx

El I.I. Juan Carlos Reyes Rodríguez, es Ingeniero Industrial y estudiante de la Maestría de en Ingeniería Industrial de la DEPI del Instituto Tecnológico de Tehuacán, jackolin@hotmail.com

El Dr. Armando Heredia González es Profesor-Investigador de la División de Estudios de Posgrado e Investigación y en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, aheredia2001@yahoo.com.mx

La M.I.E. Bertha Leticia Franco Salazar es Profesora-Investigadora de la División de Estudios de Posgrado e Investigación y de Ingeniería Bioquímica del Instituto Tecnológico de Tehuacán, francosl@hotmail.com

Con respecto a los equipos de bombeo convencionales ofrece la siguiente ventaja: Las aerobombas utilizan la energía del viento, las cuales son gratis y limpias, evitando el uso de combustibles no renovables que son de acceso restringido en la mayoría de zonas rurales y su costo se eleva progresivamente a medida que se agotan las reservas. Además, el hecho de no consumir combustible reduce los costos de mantenimiento haciendo que el equipo amortice su costo inicial rápidamente y hace que el costo del metro cúbico bombeado sea más barato (JOBBER, 2007, p. 4). Los avances en el campo de la energía eólica son muy grandes sobretudo en Europa, sin embargo en nuestro país no ha sido así, debido a que se le ha dado prioridad a otras técnicas de generación de energía, como los son las hidroeléctricas o mediante la quema de hidrocarburos (Medina, 2011, p. VIII).

El propósito del presente trabajo establecer los criterios técnicos para la ubicación, elección y tamaño del sistema de bombeo eólico para irrigación agrícola en el municipio de Miltepec, Huajuapán, Oaxaca. Dichos criterios, cubren conceptos técnicos y teóricos que son de utilidad para comprender el funcionamiento y las características del sistema a implementar.

Formulación del problema

La utilización de energía eléctrica para el bombeo y riego en cultivos implica altos costos para los usuarios, además del impacto ambiental negativo que por otra parte genera la quema de combustibles fósiles para la producción de dicha energía. Por lo anterior, es importante utilizar fuentes alternativas de energía como lo es la eólica que ofrecen amplias oportunidades de ahorro energético. La problemática se atiende a través del desarrollo de un estudio para la implementación de un sistema bombeo de agua eólico, que tiene gran potencial para el riego agrícola, que permite ahorros considerables en el consumo de energía eléctrica, particularmente aplicable en las zonas rurales de México.

Objetivo

Establecer los criterios técnicos para la utilización de un sistema de bombeo eólico para irrigación agrícola en el municipio de Miltepec, Huajuapán, Oaxaca.

Marco teórico

Un molino de viento es una máquina que transforma la energía cinética del viento en energía mecánica aprovechable, mediante la acción de la fuerza del viento sobre unas aspas oblicuas unidas a un eje común. El eje giratorio puede conectarse a varios tipos de maquinaria para moler grano, bombear agua o generar electricidad. Cuando el eje se conecta a una carga, como una bomba, recibe el nombre de molino de viento. Si se usa para producir electricidad se le denomina generador de turbina de viento. Los molinos tienen un origen remoto (Medina, 2011, p.1).

Panorama en México de la industria eólica

En los últimos años México ha tomado un papel relevante en el tema eólico y el protagonista ha sido el Estado de Oaxaca. Sin embargo, no existía una ley de fomento o de promoción de la energía eólica; de igual manera existían pocos datos aunque muy confiables, del potencial eólico. Sólo algunas empresas mostraban interés, pero había la verdadera voluntad política para impulsar esta industria por parte del gobierno estatal, lo que representa una lección muy importante para México y el mundo (USAID, 2009).

Funcionamientos del molino de viento

El giro del rotor se acciona a través de la biela y por medio de los vástagos instalados en el interior de los tubos, la bomba de pistón (situada en el fondo del pozo) dispone de un pistón y un sistema de válvulas que de forma coordinada con el movimiento transmitido por los vástagos van impulsando el agua por el interior de los tubos hasta la superficie para desembocar en un depósito (Guananga, 2013, p. 8).

El viento

Se define como aire en movimiento, es un elemento meteorológico que consta de dos parámetros: Dirección e intensidad. La dirección se mide por un instrumento llamado "Veleta" y la intensidad con un "Anemómetro".

Elementos de un sistema de Aero bombeo multipala americano

Una bomba multipala, básicamente consta de los siguientes elementos: rotor, torre, veleta, caja de transmisión, bomba, tanque de almacenamiento y sistema de tuberías.



Figura 1. Aerobomba Multipala Americano
Fuente: Garza Motor, 2015

Torre: Es la estructura que soporta todos los componentes del sistema, está diseñada de forma que resista las condiciones de viento más desfavorables, construida con perfiles de ángulo de acero estructural sobre bases de hormigón. La altura de la torre puede variar entre los seis y quince metros, esto va en relación al viento y los obstáculos que existan en la zona.

Rotor: Es el equipo encargado de captar la energía del viento, y transmitirla al reductor de velocidad, consta de varias palas debido a que trabajan a bajas velocidades y suministran gran fuerza para realizar la función de bombeo, estas pueden tener entre 12 a 36 palas, dependiendo de la velocidad de viento en la zona.

Veleta: Esta pieza es la encargada de orientar y alinear el rotor para un mejor aprovechamiento de las corrientes del viento.

Transmisión: Es la parte que toma el movimiento giratorio del rotor y lo convierte en movimiento lineal de ascenso y descenso para el funcionamiento de la bomba.

Tanque de almacenamiento: En el tanque se procede a almacenar y suministrar el agua para el funcionamiento de la bomba.

Bomba: Es el elemento de que aprovecha la fuerza mecánica suministrada por el vástago para mover agua a una altura determinada, aumentando la presión y velocidad del líquido (Álvarez S. F. & Togra C. G., 2014, p. 21).

Metodología

Tipo de investigación

La investigación a desarrollar en el presente trabajo, es de tipo aplicada, ya que busca conocer para así hacer, actuar, construir y modificar (Sampieri, Fernández, Baptista, 1991). La realización de este estudio de viabilidad tiene como finalidad evaluar el sitio de instalación ubicado en la ciudad de Miltepec, Huajuapán, Oaxaca; con el propósito de decidir si se lleva a cabo la implementación de un sistema de bombeo eólico para irrigación agrícola.

El enfoque de esta investigación es compuesta, ya que refleja cierta mezcla entre variables cuantitativas y cualitativas. Las variables cuantitativas es en base al análisis del potencial de vientos de la zona de estudio, la altura de bombeo y capacidad de bombeo entre otros, es decir son numéricas; cuya medición en algunos casos requerirá la realización de análisis estadísticos; mientras que otras variables como; el tipo y características de molino de viento a implementar, el enfoque será cualitativo, ya que no se miden numéricamente.

“El enfoque cuantitativo usa la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías” Sampieri (2006).

“El enfoque cualitativo utiliza la recolección de datos sin medición numérica para describir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación.” Sampieri (2006).

El tipo de investigación es descriptiva, debido a que permite la descripción del fenómeno de estudio, mide variables o conceptos con el fin de especificar las propiedades importantes del tema de análisis además hace énfasis en el estudio independiente de cada característica, es posible que de alguna manera se integren las mediciones de dos o más características con el fin de determinar cómo es o como se manifiesta el fenómeno.

Población y muestra

El universo de estudio para el presente proyecto está constituido por las mediciones de las velocidades del viento y de los parámetros físicos y/o ambientales relacionados directa o indirectamente con estudio de este tipo de sistemas conversores de energía. Las magnitudes a medir serán las siguientes: temperatura, dirección, velocidad de viento.

La muestra es la parte representativa de la población o universo, que permite generalizar los resultados obtenidos a partir de ella a todo el conjunto. El tipo de muestra que se ajusta al estudio propuesto es Muestreo de Campo.

La toma de los datos se hará mediante mediciones de campo durante un lapso necesario para determinar las variables en cuestión (Guananga, 2013, ps. 35-36).

Estudio técnico

La primera fuente de información para iniciar el análisis es la recopilación de datos técnicos preliminares del sistema de bombeo eólico para su instalación, a través de informes técnicos, manuales de diseño, operación y mantenimiento de los equipos de bombeo eólicos, entre otros, en los cuales se describe la cantidad y características técnicas de cada uno de los equipos instalados. La recopilación de datos meteorológicos se hizo mediante una estación anemométrica Digital Wireless Weather Station & Wind Sensor de la marca Taylor, con número de modelo 2752.

Resultados

Localización del área de estudio

En la tabla 1 se muestran las coordenadas y colindancias del municipio de Miltepec, Huajuapán, Oaxaca, de acuerdo con datos registrados en el INEGI.

Tabla 1. Ubicación geográfica de Miltepec, Huajuapán, Oaxaca

| | |
|--------------|--|
| Coordenadas | Entre los paralelos 17°56' y 18°02' de latitud norte; los meridianos 97°40' y 97°47' de longitud oeste; altitud entre 1 600 y 2 400 m. |
| Colindancias | Colinda al norte con el Estado de Puebla y los municipios de San Pedro y San Pablo Tequixtepec y San Juan Bautista Suchitepec; al este con el municipio de San Juan Bautista Suchitepec; al sur con los municipios de Asunción Cuyotepeji y Heroica Ciudad de Huajuapán de León; al oeste con el municipio de Heroica Ciudad de Huajuapán de León y el estado de Puebla. |

Fuente: Prontuario de información geográfica municipal de México, INEGI, 2008

La ubicación geográfica del municipio con respecto al estado de Oaxaca se visualiza en la figura 2.

La ubicación geográfica del municipio con respecto al estado de Oaxaca se visualiza en la figura 2.

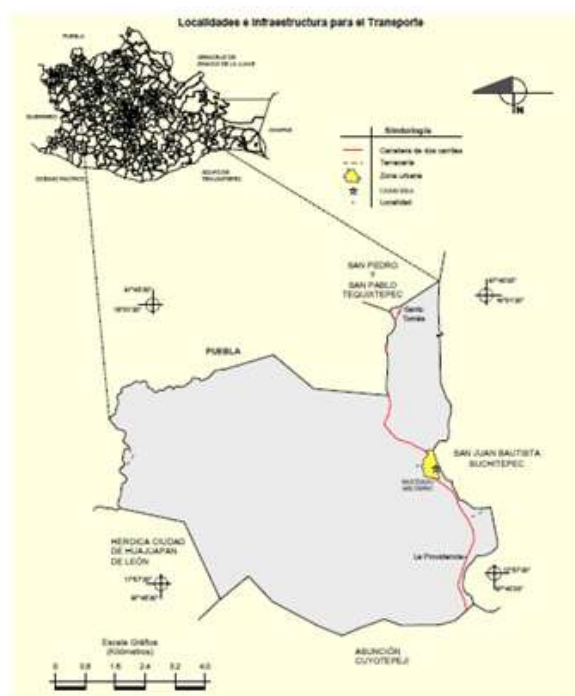


Figura 2. Ubicación Geográfica del Municipio de Miltepec, Huajuapán, Oaxaca
Fuente: INEGI, 2008

Determinación y localización de los componentes para la implementación del sistema de bombeo eólico

Para la determinación del tipo y componentes del sistema de bombeo eólico se requieren datos tales como la ubicación del tanque de almacenamiento, la cual está en la parte noreste del terreno a una distancia de 77 m. del pozo de agua; las dimensiones del terreno son de 112 m de largo por 26 m de ancho con lo cual tenemos una superficie total de 2912 m²; la altura de bombeo es de 6.8 m en relación al espejo de agua y la altura del tanque de almacenamiento.

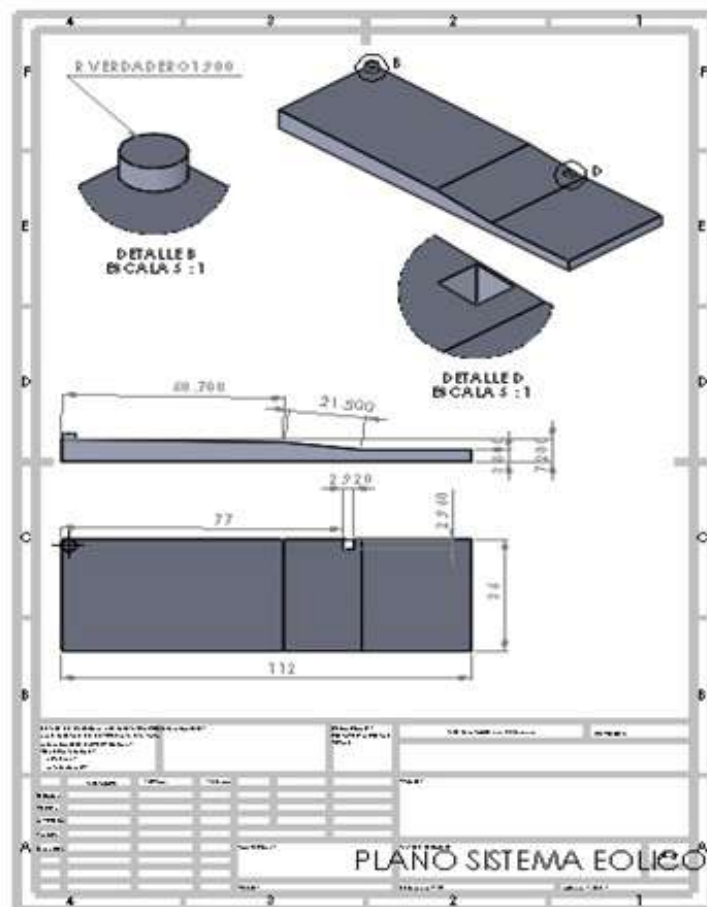


Figura 3. Croquis de la ubicación de los componentes y sitio de instalación
Fuente: Elaboración propia

Definición de elementos de la instalación del sistema de bombeo eólico propuesto

En base a la disponibilidad local de los componentes, como son la altura de bombeo y la distancia a bombear horizontalmente hasta la ubicación del tanque de almacenamiento, se concluye que el tipo de situación práctica es la de Aero bombeo directo, ya que la fuente de agua es un pozo, en el cual el molino de viento se coloca directamente sobre la fuente de agua.

Evaluación del sitio de instalación

Al implementar un sistema de bombeo eólico, se realizaron medidas durante un periodo comprendido del 24 de mayo al 14 de junio de 2015, a fin de asegurar un conocimiento de las condiciones del lugar escogido; dichas medidas se hicieron en un periodo en que las

condiciones climáticas eran favorables ya que el equipo meteorológico no debe exponerse a tormentas eléctricas. Las mediciones de datos meteorológicos del sitio de instalación, se compararon con los datos históricos disponible de la estación meteorológica más cercana la cual está ubicada en la ciudad de Huajuapán de León a una distancia de 29.6 km.

Para llevar a cabo una medición en sitio de un emplazamiento previamente identificado se consideraron los siguientes aspectos:

- Ubicación en zona representativa, la estación meteorológica se situó en un sitio que pueda ofrecer la mayor medición del viento del emplazamiento.
- Buena exposición al viento, el sitio de instalación de la estación meteorológica deberá estar libre de obstáculos, con una buena exposición al viento.
- Buena orientación al viento.
- Facilidad de acceso.

Tabla 2 Datos obtenidos con la estación meteorológica adquirida.

| Fecha | Hora | Velocidad de viento en m/s | Dirección del viento | Temperatura exterior en °C | Índice de calor °C | Sensación térmica en °C | Temperatura interior en °C | % de Humedad |
|------------|-------|----------------------------|----------------------|----------------------------|--------------------|-------------------------|----------------------------|--------------|
| 24/05/2015 | 15:00 | 2.0 | N | 27.8 | 27.1 | 27.0 | 35.4 | 32 |
| 24/05/2015 | 16:00 | 3.2 | NW | 27.1 | 26.6 | 27.0 | 34.9 | 34 |
| 24/05/2015 | 17:00 | 5.4 | NW | 26.0 | 26.0 | 26.0 | 35.7 | 35 |
| 24/05/2015 | 18:00 | 5.4 | NNE | 27.9 | 27.3 | 27.0 | 34.9 | 36 |
| 24/05/2015 | 19:00 | 4.4 | N | 27.7 | 27.1 | 27.0 | 38.1 | 36 |
| 31/05/2015 | 16:00 | 2.4 | S | 15.6 | 21.7 | 15 | 18.2 | 83 |
| 31/05/2015 | 17:00 | 1.6 | SSE | 15.4 | 22.8 | 15 | 18.1 | 81 |
| 31/05/2015 | 18:00 | 2.8 | SE | 22.8 | 24.9 | 22 | 22.2 | 88 |
| 07/06/2015 | 16:00 | 3.8 | NNW | 29.9 | 28.6 | 29 | 29.7 | 29 |
| 07/06/2015 | 17:00 | 4.6 | W | 29.2 | 28.1 | 29 | 26.6 | 31 |
| 07/06/2015 | 18:00 | 3 | NE | 30.8 | 29.3 | 30 | 25.8 | 28 |
| 14/06/2015 | 17:00 | 2.2 | SW | 31.1 | 29.5 | 31 | 25.8 | 27 |
| 14/06/2015 | 18:00 | 2.4 | NNE | 31.1 | 29.5 | 31 | 25.8 | 27 |
| 14/06/2015 | 19:00 | 3 | W | 30.8 | 30 | 30 | 25.7 | 28 |

Fuente: Elaboración propia.

Con los datos tomados tenemos una media de la velocidad de viento de 3.3 m/s, con una desviación estándar de 1.23 y un rango de 3.4 m/s.

Conclusiones

La metodología implementada para el aprovechamiento del recurso eólico en un sistema aislado aplicado al bombeo de agua para el riego es una herramienta que puede ser usada en cualquier escenario de bombeo, en cualquier punto del país, siempre y cuando se pueda definir una demanda de agua diaria y una altura total de bombeo, con datos de viento conocidos. Dentro de las consideraciones está el análisis de los datos de la muestra tomada donde estudiamos lo que ocurre en el comportamiento del viento registrado por el anemómetro, dichos datos determinan específicamente si el viento genera suficiente energía para poder justificar el uso de la Aerobomba.

Con la ayuda de los datos registrados por la estación meteorológica ubicada a una altura de 6 m se obtuvo datos con mayor exactitud y confiabilidad, llegando a la conclusión de que en el mes de mayo y junio de 2015, fue favorable en cuanto a energía entregada por el viento.

Se utilizara una bomba de pistón de diámetro de 3 pulgadas y una altura de bombeo de 10 m, el sistema permite bombear hasta una altura de 20 m. con lo cual se compensa las pérdidas producidas por el sistema

La utilización de energía eólica es una alternativa para resolver las necesidades de irrigación agrícola en el país ya que utiliza un recurso natural renovable.

Este estudio debe ser complementado con un estudio operativo, socio - económico y de impacto ambiental para obtener mejores resultados en cuanto a su viabilidad.

Agradecimientos

A la División de Estudios de Posgrado e Investigación (DEPI) del Instituto Tecnológico de Tehuacán por el apoyo recibido.

Autorización y Renuncia

Los autores del artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D=Dinámica del saber edición 2015. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

Referencias

- Álvarez S. F. & Togra C. G. (2014). Mantenimiento, monitoreo y mejoras de una aerobomba utilizada para irrigación de agua en la comunidad de Chicán-Paute. Agosto 17, 2015, de Universidad Politécnica Salesiana, sede Cuenca Sitio web: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7096/1/UPS-CT003864.pdf>
- Guananga G., A., D., (2013). Estudio de un sistema de bombeo eólico con el fin de satisfacer las necesidades de irrigación agrícola en la parroquia García Moreno, Pelileo. Agosto 17, 2015, de Universidad Técnica de Ambato Sitio web: repositorio.uta.edu.ec/.../Tesis%20I.%20M.%20159%20-%20Guananga%20Gu...
- JOBBER. (2007). Características técnicas para la implementación de molinos de viento para bombeo de agua jobber. Agosto 18, 2015, de industrias jobber Sitio web: www.molinosjobber.com
- Mijares D. & Corona N. (2006). La energía eólica como vía sostenible del riego por goteo, su utilización en los cultivos varios. Agosto 18, 2015, de ilustrados Sitio web: <http://www.ilustrados.com/tema/10381/energia-eolica-como-sostenible-riego-goteo.html>
- Medina N., R., (2011). Cálculo y diseño de la pala (ehecamani) de un aerogenerador. Agosto 17, 2015, de Instituto Politécnico Nacional Sitio web: <http://www.repositoriodigital.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/13388/TESIS%20EHECAMANI.pdf?sequence=1>
- Sampierí Hernández, R.; Fernández Collado, C.; & Baptista Lucio, P.(1991). Metodología de la Investigación. México. Mc Graw Hill.
- Sampierí Hernández, R.; Fernández Collado, C.; & Baptista Lucio, P.(2006). Metodología de la Investigación. México. Mc Graw Hill.
- USAID. (2009). Elementos para la Promoción de la Energía Eólica en México . Agosto, 19, 2015, de Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional Sitio web: www.amdee.org/_.../Elementos_para_la_Promoción_de_la_Energía_Eól...

INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN DE LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE DE LOS SERVICIOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ

Ingeniería y Tecnología

*Omar Rivera Velázquez1
Héctor Santos Alvarado2
Miriam Silvia López Vigil3
Javier Martín García Mejía4

Resumen

El presente artículo presenta la metodología aplicada para la elaboración de un instrumento de evaluación que permita medir la satisfacción del cliente de los servicios básicos de mantenimiento automotriz en Tehuacán Puebla.

Para llevar a cabo su elaboración se apoyó en el método de incidentes críticos para determinar las dimensiones de calidad de un servicio y el constructo del cuestionario de evaluación.

Incluye los elementos de satisfacción elaborados así como las dimensiones de calidad que se formularon los ítems del cuestionario, además de la validación y confiabilidad del instrumento mediante el análisis correlacional para la aceptación del cuestionario de satisfacción del cliente de los servicios básicos de mantenimiento automotriz de Tehuacán Puebla.

Palabras clave: Cliente, satisfacción, servicio, evaluación

Fundamentos Teóricos

Actualmente conocer satisfacción de los clientes es fundamental para la superveniencia de las empresas sean estas de productos o servicios ya que el cliente es quien elige quien es su proveedor de la amplia gama de empresas existentes.

Las empresas de servicio a diferencia de las de productos, los servicios tienen más interacción con el cliente y este participa en todos los procesos involucrados en la ejecución del servicio.

La satisfacción del cliente está ligada con la calidad del servicio ofrecido y es variable dependiendo de las interacciones entre los empleados y el cliente. Aun cuando se hagan esfuerzos por ejecutar bien el servicio siempre se presenta alguna falla, sin embargo el recuperarse de las fallas presentadas en el servicio convertirá a los clientes insatisfechos en clientes leales; una buena recuperación originaria más compras y lealtad a la empresa por parte de los clientes si todo hubiera salido bien desde el principio. Por lo tanto las empresas deben trabajar no solo para proporcionar un buen servicio cada vez, sino también para recuperarse de los errores en el servicio cuando esto ocurra (Kloter, 2007)

Un problema que presentan las empresas en general es la forma de saber el nivel de aceptación de sus servicios por parte del cliente ya que existe una gama muy amplia de opciones como lo son: los modelos de evaluación, evaluaciones por parte de consumidores sorpresa, buzón de quejas, medición de estándares del servicio y cuestionarios sobre la satisfacción del cliente. Este último es el más recomendable ya que permiten valorar como los clientes perciben las empresas respecto a los productos o servicios que proveen en la actualidad (Horovitz, 2006).

Objetivos

Objetivo general

Elaborar un instrumento de medición de la satisfacción del cliente de los servicios básicos de mantenimiento automotriz en Tehuacán puebla.

Objetivos específicos

- Conocer y clasificar los incidentes críticos obtenidos.
- Elaborar los elementos de satisfacción correspondientes.
- Elaborar el cuestionario.
- Elaborar una prueba piloto.
- Validar el cuestionario.

Metodología: Método de incidentes críticos

El método de incidentes críticos es una técnica para evaluar el desempeño de las empresas mediante la construcción de un cuestionario que evalúa las dimensiones de calidad involucradas en un proceso de servicio.

Consiste en reunir la información de aquellos aspectos del servicio que para el consumidor son más sobresalientes de una manera positiva o negativa a través de entrevistas a los clientes.

Entrevista

Es esencial obtener la información de las personas que han recibido el servicio o producto. Estas personas deben ser clientes reales que hayan tenido varias interacciones con el proveedor del servicio o producto, puesto que deberán proporcionar ejemplos específicos de la calidad del servicio. El entrevistador debe pedir a cada entrevistado que describa de 5 a 10 casos positivos y de 5 a 10 casos negativos del servicio o producto que recibió en el pasado. Estas ocurrencias positivas y negativas constituyen los incidentes críticos que definen si la calidad de los productos o servicios es buena o mala.

Incidentes críticos y elementos de satisfacción

Obtenida la información se procede a convertir las respuestas de los entrevistados en incidentes críticos que es una expresión redactada por las personas responsables del estudio, que describe una característica del desempeño del servicio de forma específica; posteriormente se construyen los elementos de satisfacción que son grupos de incidentes críticos que describen una característica del servicio.

Una vez formados los grupos se procede a redactar una frase que refleje el contenido de los incidentes, esta frase se denomina elemento de satisfacción.

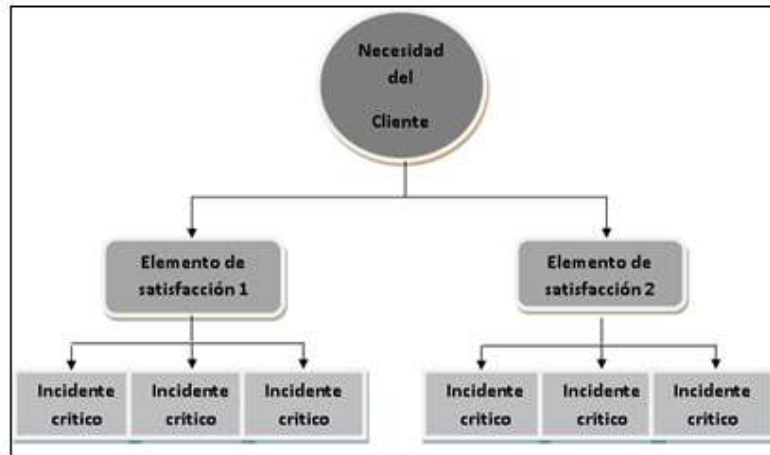
Estas acciones de clasificación de incidentes y construcción de elementos de satisfacción son realizadas por las personas responsables del estudio que se denomina jueces.

La función de ellos es evaluar los incidentes y elementos de satisfacción, para poder llegar a un acuerdo mutuo de la comprensión, clasificación y nombramiento; posteriormente se procede a la obtención de las necesidades específicas de los clientes o dimensiones de calidad. Se rotulan éstas necesidades del cliente con frases o una sola palabra que describa el contenido de los elementos de satisfacción, estos rótulos reflejan las dimensiones específicas de la calidad.

Diseño y evaluación del cuestionario

Es determinante para cualquier instrumento de medición conducir a una aproximación sobre cómo se concibe la realidad. Por lo anterior es indispensable el correcto diseño y evaluación del cuestionario para averiguar cuál es la opinión de los clientes respecto a un servicio para entender mejor que áreas requieren para mejorar y poder tener una mejor satisfacción de los servicios recibidos .

Figura 1 Relación jerárquica entre los incidentes críticos, los elementos de satisfacción y las necesidades del cliente.



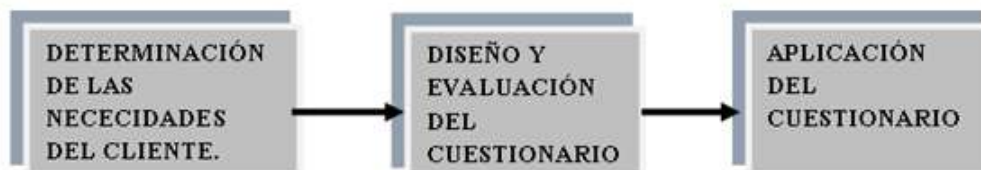
Una encuesta contiene un grupo específico de preguntas que están diseñadas para evaluar un constructo particular. Cuando se elabora esta encuesta de la calidad del servicio, se incluyen varias preguntas específicas para medir la calidad de éste.

Un índice de confiabilidad para evaluar el grado hasta el que las puntuaciones están libres de error asociado con un grupo particular de elementos se denomina confiabilidad de formas paralelas. En esencia, esta forma de confiabilidad indica si las puntuaciones de la encuesta pueden generalizarse más allá de los elementos posibles. Para esta forma de confiabilidad, comparamos dos formas equivalentes de una encuesta diseñada para medir el mismo constructo (Sampieri, 2010).

La validez de constructo es probablemente la más importante, sobre todo desde un concepto teórico (Grinnell, Williams y Unrau, 2009). A esta validez le concierne en particular el significado del instrumento, esto es, qué está midiendo y cómo opera para medirlo. Integra la evidencia que soporta la interpretación del sentido que poseen las puntuaciones del instrumento (Messick, 1995).

Finalmente se aplica la prueba a 10 personas donde las repuestas donde se realizara un correlación entre los ítems y los puntajes obtenidos para validar el cuestionario; si esta prueba logra índices con un coeficiente muy cercano a 1 se procede a aplicarlo a la población de estudio; la figura 3.2. Modelo de formulación y uso de cuestionarios para evaluar la satisfacción del cliente, en esta figura se aprecia el orden para la determinación, diseño y aplicación de un cuestionario, después se procede a aplicarlo a la población.

Figura 2 Modelo para la formulación y uso de cuestionarios para evaluar la satisfacción del cliente.



Resultados

A continuación se muestran los resultados de la aplicación del método de incidentes críticos para la construcción del cuestionario de satisfacción del cliente de los servicios básicos de mantenimiento automotriz de Tehuacán, Puebla presentando los formatos de la entrevista de incidentes críticos, y posteriormente los elementos de satisfacción en conjunto con las dimensiones de calidad obtenidas para finalizar con el cuestionario realizado con su validación mediante el análisis correlacional.

En la tabla número 2 se muestran las dimensiones de calidad obtenidas por el método de incidentes críticos con sus respectivos elementos de satisfacción, variable de estudio e ítems; estas construidas a partir de la información obtenida de las entrevistas de incidentes críticos.

En la tabla número 3 se muestran los ítems con su dimensión de calidad correspondiente que forman parte del cuestionario de medición de la satisfacción de la calidad de los servicios básicos de mantenimiento automotriz.

Finalmente se muestran los resultados de los estadísticos arrojados en la prueba piloto mostrando la media, la desviación estándar y el coeficiente de correlación entre los 2 ítems del cuestionario de satisfacción.

Formato 1. Entrevista de incidentes críticos.

EVALUACIÓN DE LA SATISFACCIÓN DEL CLIENTE DE LOS SERVICIOS BÁSICOS DE MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ EN TEHUACÁN PUEBLA.

Estimado usuario su opinión en este formulario es muy valiosa y será utilizada para fines de investigación académica respaldada por el Instituto Tecnológico de Tehuacán. Sus respuestas serán tratadas de forma confidencial y no serán utilizadas para ningún propósito distinto. Esta encuesta dura aproximadamente 5 minutos. Gracias por su colaboración.

1. ¿Qué año es su automóvil?

2010 _____ 2011 _____ 2012 _____ 2013 _____ OTRO _____

2. ¿Qué marca es?

V.W _____ CHEVROLET _____ FORD _____ CHRYSLER _____ DODGE _____
NISSAN _____ HONDA _____ TOYOTA _____ OTRO _____

3. ¿Utiliza el servicio de?

Agencia automotriz _____ Taller particular _____ Ambos _____

¿Qué le agrada y qué no le agrada de la agencia o taller que le hace el servicio?

| Me gusta | No me gusta |
|----------|-------------|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Si desea poner más póngalo en el reverso de esta hoja

4. ¿Sabe en qué consiste un servicio básico de afinación y frenos?

Si _____ No _____ Más o menos _____

Tabla 1. Resultados de entrevista para la obtención de incidentes críticos

| Entrevistas directas | Comentarios textuales | Incidentes críticos | Comentarios positivos | Comentarios negativos | Elementos de satisfacción | Necesidades del cliente |
|----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------------|-------------------------|
| 80 | 152 | 147 | 65 | 87 | 24 | 11 |

Tabla 2 Dimensiones de calidad obtenidas por el método de incidentes críticos con sus respectivos elementos de satisfacción, variable de estudio e ítems.



| ITEM | INDICADORES | DIMENSION DE CALIDAD | VARIABLE |
|-------|--|--|--|
| 1,12 | Al cliente no se le informa de los costos extra que generan otros servicios diferentes a los básicos. El costo es accesible. | FACTURACION OBJETIVA | SATISFACCION GLOBAL DEL CLIENTE EN LOS SERVICIOS BASICOS DE MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ |
| 2,13 | La empresa cuenta con excelentes instalaciones. La empresa ofrece comodidad en sus instalaciones. La empresa cuenta con instalaciones seguras. | IMAGEN Y CONFORT | |
| 3,14 | El personal de las distintas áreas de la empresa no tiene imagen y presentación. | PRESENTACION DEL PERSONAL | |
| 4,15 | La empresa entrega limpia la unidad. Condiciones de la unidad en la entrega. | CAPACIDAD DE CONFIANZA DE MANO DE OBRA | |
| 5,16 | Hay buena atención hacia el cliente. | PROFESIONALISMO | |
| 6,17 | Comprobantes de piezas. La empresa es honesta en el cambio de refacciones y servicios. | FIABILIDAD | |
| 7,18 | La empresa no es confiable en sus servicios. | CAPACIDAD DE CONFIANZA EMPRESARIAL | |
| 8,19 | Capacidad de respuesta. Tiempo de espera en el área de recepción. La empresa cuenta con el servicio de mantenimiento agendado. | CAPACIDAD DE RESPUESTA | |
| 9,20 | La empresa brinda atenciones en el trato con los clientes al ofrecer refrigerio. | PLUS | |
| 10,21 | La empresa entrega la unidad en el tiempo acordado. | OPORTUNIDAD | |
| 11,22 | Hay conformidad del cliente en el mantenimiento realizado por el personal mecánico. Retrabajos en la unidad. Diagnostico. | CONFIABILIDAD | |

Tabla 3. Ítems con su dimensión de calidad correspondiente:

| DIMENSION DE CALIDAD | No. | ITEM |
|--|-----|--|
| FACTURACIÓN OBJETIVA | 1 | ¿El costo que paga por el servicio de su automóvil es alterado? |
| | 12 | ¿Le consultan si el presupuesto fue modificado? |
| IMAGEN Y CONFORT | 2 | ¿Considera que en la empresa donde acude cuenta con instalaciones limpias, cómodas, amplias y con equipo adecuado? |
| | 13 | ¿La empresa donde acude cuenta con instalaciones adecuadas para el servicio? |
| PRESENTACION DEL PERSONAL | 3 | ¿El personal de la agencia o taller automotriz tiene buena presentación? |
| | 14 | ¿El personal de la empresa es limpio y con aspecto agradable? |
| CAPACIDAD DE CONFIANZA DE MANO DE OBRA | 4 | ¿La empresa entrega limpia la unidad y en buenas condiciones? |
| | 15 | ¿La empresa entrega su unidad sucia y maltratada? |
| PROFESIONALISMO | 5 | ¿Cómo se siente en cuanto a la atención que recibe por parte del personal de la empresa? |
| | 16 | ¿El personal de la empresa no le brinda la atención o trato que usted merece? |
| PLUS | 6 | ¿La empresa donde usted acude le ofrece algún refrigerio durante su estancia? |
| | 17 | Cuándo usted acude a la empresa, a algún servicio de su automóvil, ¿Le ofrecen alguna bebida o botana? |
| FIABILIDAD | 7 | ¿Está conforme con el servicio de mantenimiento realizado por su empresa? |
| | 18 | ¿Considera adecuado el servicio que le realizan a su automóvil? |
| CAPACIDAD DE CONFIANZA EMPRESARIAL | 8 | ¿Confía en los servicios que le ofrece la empresa? |
| | 19 | ¿Desconfía de los servicios ofrecidos por la agencia o taller automotriz? |
| OPORTUNIDAD | 9 | ¿La empresa entrega su automóvil en la hora y tiempo acordado del servicio? |
| | 20 | ¿La empresa se retrasa en la entrega del vehículo? |
| CAPACIDAD DE RESPUESTA | 10 | ¿Espere mucho tiempo para ser atendido? |
| | 21 | ¿Al llegar a la empresa lo atienden rápido? ¿Al llegar a la empresa lo atienden rápido? |
| CONFIABILIDAD | 11 | ¿Regresa a la empresa por fallas después del servicio? |
| | 22 | ¿Acude nuevamente a la empresa para algún re trabajo a su unidad? |

Resultados de la confiabilidad de la prueba piloto

| RESULTADOS | FACTURACION OBJETIVA | | |
|----------------------------|----------------------|---------|----------|
| | ITEM 1 | ITEM 12 | CONJUNTO |
| MEDIA | 1.2 | 1.4 | 1.3 |
| DESV. ESTDR. | 1.14 | 1.07 | 1.06 |
| COEFICIENTE DE CORRELACIÓN | 0.84 | | |

| Resultados | PRESENTACIÓN DEL PERSONAL | | |
|----------------------------|---------------------------|---------|----------|
| | ITEM 2 | ITEM 13 | CONJUNTO |
| MEDIA | 0.5 | 0.7 | 0.6 |
| DESV. ESTDR. | 1.27 | 1.42 | 1.29 |
| COEFICIENTE DE CORRELACIÓN | 0.85 | | |

| Resultados | FIABILIDAD | | |
|----------------------------|------------|---------|----------|
| | ITEM 4 | ITEM 15 | CONJUNTO |
| MEDIA | 1.2 | 1 | 1.1 |
| DESV. ESTDR. | 0.42 | 0.47 | 0.39 |
| COEFICIENTE DE CORRELACIÓN | 0.66 | | |

| Resultados | PROFESIONALISMO | | |
|----------------------------|-----------------|---------|------|
| | ITEM 3 | ITEM 14 | |
| MEDIA | 0.3 | 0.4 | 0.35 |
| DESV. ESTDR. | 0.67 | 0.70 | 0.63 |
| COEFICIENTE DE CORRELACIÓN | 0.66 | | |

| Resultados | OPORTUNIDAD | | |
|----------------------------|-------------|---------|----------|
| | ITEM 5 | ITEM 16 | CONJUNTO |
| MEDIA | 1 | 1.2 | 1.1 |
| DESV. ESTDR. | 1.33 | 1.23 | 1.24 |
| COEFICIENTE DE CORRELACIÓN | 0.88 | | |

| Resultados | CONFIABILIDAD | | |
|----------------------------|---------------|---------|----------|
| | ITEM 6 | ITEM 17 | CONJUNTO |
| MEDIA | 1 | 1 | 0.95 |
| DESV. ESTDR. | 0.94 | 1.05 | 0.73 |
| COEFICIENTE DE CORRELACIÓN | 0.78 | | |

| Resultados | IMAGEN Y CONFORT | | |
|----------------------------|------------------|---------|----------|
| | ITEM 7 | ITEM 18 | CONJUNTO |
| MEDIA | 0.2 | 0.1 | 0.15 |
| DESV. ESTDR. | 1.14 | 1.29 | 1.16 |
| COEFICIENTE DE CORRELACIÓN | 0.86 | | |

| Resultados | CAPACIDAD DE CONFIANZA DE MANO DE OBRA | | |
|----------------------------|--|---------|----------|
| | ITEM 8 | ITEM 19 | CONJUNTO |
| MEDIA | 1.1 | 0.5 | 0.8 |
| DESV. ESTDR. | 1.37 | 1.58 | 1.32 |
| COEFICIENTE DE CORRELACIÓN | 0.59 | | |

| Resultados | PLUS | | |
|----------------------------|--------|---------|----------|
| | ITEM 9 | ITEM 20 | CONJUNTO |
| MEDIA | -1.1 | -1.2 | -1.15 |
| DESV. ESTDR. | 1.10 | 1.40 | 1.23 |
| COEFICIENTE DE CORRELACIÓN | 0.92 | | |

| Resultados | CAPACIDAD DE CONFIANZA EMPRESARIAL | | |
|----------------------------|------------------------------------|---------|-------------|
| | ITEM 10 | ITEM 21 | CONJUNTO |
| MEDIA | -0.2 | -0.3 | 1.136515141 |
| DESV. ESTDR. | 1.23 | 1.16 | 1.14 |
| COEFICIENTE DE CORRELACIÓN | 0.86 | | |

| Resultados | CAPACIDAD DE RESPUESTA | | |
|----------------------------|------------------------|---------|----------|
| | ITEM 11 | ITEM 22 | CONJUNTO |
| MEDIA | 0.5 | 0.4 | 0.45 |
| DESV. ESTDR. | 1.51 | 1.58 | 1.48 |
| COEFICIENTE DE CORRELACIÓN | 0.87 | | |

Conclusiones

El objetivo fue construir y validar un instrumento de medición de la satisfacción del cliente en los servicios básicos de mantenimiento automotriz de Tehuacán Puebla puesto que es necesario para la mejora y preservación de los servicios ofrecidos por las empresas.

Durante la realización del estudio en la construcción se presentaron algunas contratiempos por ejemplo que la población no tenía interés por participar en parte por la falta de experiencia de los aplicadores de las entrevistas que conforme se desarrolló el proyecto de investigación se logró adquirir experiencia para poder aplicar de una mejor manera las entrevista logrando obtener gran información valiosa para el desarrollo de la investigación.

Finalmente se concluye que para el éxito de investigaciones de tipo cualitativas el trabajo en equipo es fundamental ya que partimos de información sobre aspectos de percepción de un servicio recibido del cliente y el traslado de las percepciones a la redacción de incidentes críticos y posteriormente a la construcción del cuestionario requiere del apoyo de todo el equipo de trabajo y el punto de vista de los integrantes fue fundamental para el desarrollo de todo el proyecto de investigación.

Autorización y Renuncia

Los autores, Omar Rivera Velázquez, Héctor Santos Alvarado, Miriam Silvia López Vigil, Javier Martín García Mejía autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su revista digital I+D=Dinámica del saber edición 2015. El instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que sea expresado en el escrito.

Referencias

Álvarez Ibarrola, José María. Introducción a la calidad aproximación a los sistemas de gestión y herramientas de calidad. Editorial Ideas propias. España 2006.

American Customer Satisfaction Index. The Science of Customer Satisfaction ACSI Methodology, [En línea]. Disponible en <http://www.theacsi.org/about-acsi/the-science-of-customer-satisfaction>. Accesado Mayo 2013.

Cantú Delgado Humberto. Desarrollo de una cultura de calidad. Mc Graw Hill, 2001 México.

E. Hayes Bob. Como medir la satisfacción del cliente. Alfaomega, 2006 México.

Frank M. Gryna. Método Juran análisis y planeación de la calidad. Mc. Graw Hill, 2008 México.

Índice mexicano de satisfacción al usuario. Metodología [En línea]. Disponible en: <http://www.imsu.mx/eng/principal.html>. Accesado: Mayo 2013

J. M. Juran. Análisis y planeación de la calidad. Mc. Graw Hill, 1999 México.

Jacques Horovitz. Los secretos del servicio al cliente. Prentice Hall, 2006 México.

Jack Fleitman. Manual para el diagnóstico y solución de problemas de productividad y competitividad, Mc. Graw Hill, 1994 México.

Pacheco Espejel Arturo. Metodología critica de la investigación. CECSA, 2006 México.

Philips Kotler, Gary Armstrong. Marketing versión Para Latinoamérica. Prentice hall, 2007 México.

R. Evans James. Administración y control de la calidad. Cengage Learning Latin America, 2008 México.

Santos Alvarado Héctor (2008). Mejora de la calidad: una propuesta para la microempresa de los servicios de mantenimiento automotriz. Estudio de caso en Tehuacán Puebla. (Tesis de maestría) Departamento de estudios de posgrado e investigación. Instituto Tecnológico de Tehuacán.

Larrea Pedro. Calidad del servicio: del marketing a la estrategia. Ediciones Díaz Santos 1991 España.

Lascarián Gutiérrez Isabel (2012). Diagnostico y propuesta de mejora de calidad en el servicio de una empresa de unidades de energía eléctrica ininterrumpida. (Tesis de maestría) Universidad Iberoamericana.

Shi Bao Juan. Introducing ACSI model to measure customer's satisfaction for banking service. Heibe Polyteching University.

Trujillo Andrea. Servir al cliente con calidad en México. Editorial Mexicana. México 2011

Zeithaml Valerie A. Delivering quality service, balancing customer perceptions and expectations. The Free Press. New York, 1990.

China Yanelys Alfonso. Evaluación de la calidad. Obtenido el 27 de mayo del 2014. Desde <http://www.monografias.com/trabajos100/evaluacion-calidad/evaluacion-calidad.shtml>.

Kelinberrios. Métodos de incidentes críticos definitivos para el buen funcionamiento del personal en la empresa. Obtenido el 30 de Mayo del 2014 desde <http://kelinberrios.wordpress.com/2013/01/20/metodos-de-incidentes-criticos-definitivos-para-el-buen-funcionamiento-del-personal-en-la-empresa/>

UTILIZACIÓN DE LA SEMBRADORA SARILSE EN UN CICLO PRODUCTIVO DE CULTIVO DE JITOMATE

Ingeniería y Tecnología.

Lorena Santos Espinosa¹
*Ana Cristina Pérez González²

Resumen

Se realizó una investigación de tipo agroindustrial para conocer cuáles son los resultados de utilizar la sembradora SARILSE en el proceso de siembra y producción de cultivo de jitomate bajo condiciones de invernadero, para ello el estudio se llevo a cabo en las Instalaciones del Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan (ITSSNA) y el Centro de Atención Múltiple (CAM) "Tlanextli", ubicados en el municipio de Ajalpan, al sureste del estado de Puebla.

Las semillas de jitomate se sembraron con la máquina semiautomática SARILSE utilizando charolas de poliestireno expandido de 200 cavidades, como sustrato peat moss y dos variedades: criolla (riñón) e híbrida (SUN 7705, género indeterminado), colocando 3 semillas por alveolo; la germinación se llevo a cabo en la casa sombra del ITSSNA; y en el CAM se realizó el trasplante en un invernadero de 500 m², llevando a cabo todas las actividades culturales requeridas y riego por goteo. Los frutos cosechados fueron evaluados para conocer sus características internas (sólidos solubles, acidez y pH) efectuados en el laboratorio de Fitotecnia de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y externas (peso, longitud, diámetro) en el Instituto Tecnológico. Por lo tanto, después de sembrar con la máquina SARILSE se recomienda para los productores de la región de la Sierra Negra conducir el cultivo en invernadero con una densidad de plantación de 3 plantas/m², utilizar variedad criolla "riñón" y podar a 2 tallos.

Palabras clave: SARILSE, jitomate, calidad interna y calidad externa.

Introducción

En la parte sureste del estado de Puebla se localiza el municipio de Ajalpan; para contribuir al crecimiento de la población se creó el Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan con la misión de formar ingenieros con actitud humanista y emprendedora, mediante la educación integral y personal capacitado para coadyuvar al desarrollo de su entorno, ya que la Sierra Negra se caracteriza por presentar carencias de muchos tipos: condiciones de pobreza extrema, marginación, represión, entre otros.

En la década de los 80's surge en esta región una nueva forma para optimizar el proceso de producción: los viveros, desde entonces, se establecieron en diferentes poblaciones obteniendo buenos resultados, ya que se mejoró la calidad de las plantas y aumento la producción de los cultivos; sin embargo, todos los procesos que se llevan a cabo funcionan de manera manual por lo que requieren de mucho tiempo para producir, además es un trabajo desgastante por la postura que toman los sembradores y por el cansancio de la vista.

En todo el mundo han ocurrido cambios graduales en los métodos y técnicas para la producción de plántulas: en estos sistemas productivos las operaciones están sistematizadas, integradas y mecanizadas, produciendo plantas altamente uniformes, de gran calidad y a lo largo de todo el año (Byoung, 2003).

Maestra en Ciencias, Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan, Puebla, México; Tel. 01 236 381 21 62; e-mail: lsantos_03@hotmail.com

Maestra en Ciencias, Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan, Puebla, México; Tel. 01 236 381 21 62; e-mail: gonper13@hotmail.com

En México existe una gran cantidad de viveros para la producción de plántulas, que tienen completamente mecanizadas y automatizadas todas las operaciones del proceso tecnológico de siembra en bandejas, empleando lo que se conoce como líneas de siembra; son instalaciones que realizan en forma automática todas las operaciones del proceso y en las que la intervención del hombre se limita a suministrar los insumos (agua, semillas, sustratos, charolas); a retirar las charolas que ya han sido sembradas y a vigilar la calidad del trabajo realizado.

Planteamiento del problema

Es muy importante mencionar que el alto precio de las semillas híbridas, las dificultades del manejo de los semilleros, a veces los altos costos que se tienen en algunas regiones para la obtención de plántulas, la alta profesionalidad y especialización alcanzada por los productores comerciales dejando en manos de estos la producción en masa de la planta; beneficiándose solo algunos (Muñoz, 2003).

Por lo tanto, el corazón del proceso tecnológico de siembra en bandejas en un semillero dedicado a la producción de plántulas, lo constituye la línea de llenado, punzonado y siembra. Lo anterior no significa que el resto de las operaciones no sean importantes o se pueda prescindir de ellas, sino que estas operaciones constituyen cuellos de botella que condicionan o limitan la capacidad de producción, de tal modo que al mecanizar y agilizar estas tres operaciones en particular, se gana productividad en lo general. Sin embargo, para adquirir algún módulo se requiere una inversión económica elevada (mayor a 50 mil pesos) por lo tanto, en el Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan se inventó una máquina sembradora semiautomática llamada SARILSE (Sistemas Automatizados Rentables e Innovadores en Línea de Sembradoras Ergonómicas), tecnifica la siembra de semillas de jitomate utilizando charolas de 200 cavidades y automatiza dos procesos: el moldeado de sustrato a través de un rodillo y la colocación de semillas.

Objetivo

Evaluar el ciclo productivo del cultivo de jitomate con la utilización de la máquina SARILSE para la siembra de semillas e incrementar la productividad a un reducido costo.

Marco de referencia

Actualmente el proceso productivo del cultivo de jitomate es de once meses, el cual está dividido en dos etapas: plántula y producción. En la primera, la plántula se coloca en el semillero, esta área es especial para sembrar la semilla en charolas de unicel en donde éstas germinan y empiezan a crecer, al sembrar se coloca dos o tres semillas en cada cavidad con sustrato especial que ayuda a germinar y proporciona los primeros nutrientes a la planta, las cuales son regadas por aspersión con agua y en esta área permanece un periodo de un mes. En la producción, la plántula es llevada al invernadero, son regadas con solución nutritiva a través de goteo, efectuando todas las labores culturales (podas, fumigación, etc.) para una cosecha de calidad.

1. Poda

En las plantas de jitomate por medio de la poda se suprimen algunas de aquellas hojas que produzcan demasiada sombra sobre los frutos impidiendo su maduración total y regular; sin embargo, su intensidad está en relación con la variedad de jitomate que se cultiva, la frondosidad de la planta, y las condiciones atmosféricas en que ésta se desarrolla (Hernansaez & Pastor Manzano).

2. Semillas

El primer paso para cultivar cualquier plantación es elegir la mejor variedad: híbridos o criollos. La selección se basa en los siguientes criterios: tamaño de la fruta deseada, resistencia a enfermedades, falta de problemas fisiológicos, por ejemplo: ranuras, cara de gato, podredumbre del final de la floración, rendimiento con respecto a la uniformidad del tamaño de la fruta y demanda del mercado (Byoung, 2003).

2.1 Semillas criollas

Las semillas criollas, están adaptadas a nuestro entorno por un proceso de selección natural o manual de parte de los productores. Estas fomentan el retorno a la agricultura tradicional de autoconsumo, evitando el agotamiento de las tierras y las pérdidas de biodiversidad. Tienen la característica de producir descendencia fértil; es decir, de ellas se pueden obtener semillas para la próxima siembra, su precio económico es bajo y contribuyen a mantener un equilibrio en el medio ambiente (Jules, 1985; Brindis, 2007).

2.2 Semillas híbridas

Los híbridos son semillas obtenidas de dos variedades puras diferentes. Son plantas uniformes, de crecimiento más rápido, raíces más fuertes, tallos más robustos, frutos de alta calidad. Amplia adaptación a diferentes climas, mayor productividad. Existen híbridos que son capaces de fructificar bien, aún en condiciones climáticas adversas como ambientes muy calientes, fríos, secos o húmedos y otros que se pueden sembrar antes o después de la época de temporal, para aprovechar mejor los precios en el mercado. Existen actualmente en las presentaciones comerciales de los híbridos: de crecimiento determinado e indeterminado. En los primeros el tallo principal detiene la formación de nudos y por lo tanto su crecimiento en altura, esto sucede poco después de iniciada la floración. Los de crecimiento indeterminado luego de comenzar la floración continúan la producción de nudos sobre el tallo principal y en consecuencia su altura es considerablemente mayor (Raymond, 1988).

3. Calidad de los frutos

Son diversos los factores que afectan la calidad de los frutos, entre los cuales se encuentran: el cultivar, la temperatura, el suelo, los aspectos nutrimentales, el riego, las prácticas de manejo, oportunidad de cosecha, almacenamiento, etc. (Acosta, 1997).

La calidad de un producto es la combinación de atributos o caracteres que éste presenta y es determinada por el grado de aceptación del consumidor. Los consumidores miden la calidad de la fruta de jitomate principalmente por tres factores: la apariencia física (color, tamaño, forma, brillo, ausencia de defectos y pudriciones), textura (firmeza, frescura, jugosidad y dureza) y sabor (dulzura, acidez, astringencia, amargosidad y aroma) (Jones, 1999).

La calidad del fruto depende de la época de cosecha, el contenido de vitamina C y azúcar disminuyen cuando el jitomate se corta en la etapa verde-maduro y su maduración ocurre durante el transporte y almacenamiento; por contrario, los frutos que maduran en la planta, presentan un mejor sabor (Zárate, 2007).

3.1 Calidad interna

a) Acidez titulable

La acidez es una característica sensorial relacionada con los cambios que sufren las frutas durante la maduración y la senescencia. Prácticamente todos los alimentos contienen un ácido o conjunto de ácidos. Estos ácidos pueden ocurrir naturalmente, producidos por una acción de microorganismos o por la adición de productos. Los ácidos orgánicos son importantes no solo por su efecto sobre el sabor del fruto, sino, por los procesos de industrialización (Acosta, 1997).

Maestra en Ciencias, Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan, Puebla, México; Tel. 01 236 381 21 62; e-mail: lsantos_03@hotmail.com

Maestra en Ciencias, Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan, Puebla, México; Tel. 01 236 381 21 62; e-mail: gonper13@hotmail.com

b) pH

El grado de maduración afecta el pH del jugo del fruto, para ser industrializado el jitomate debe tener pH de 4.4 (Hidalgo, 1998) aunque este puede aumentar con el tiempo de conservación. El pH normalmente aumenta a medida que el fruto crece, es más bajo en los estados iniciales de desarrollo (Salgado, 2005).

c) Sólidos solubles totales

El contenido de sólidos solubles totales, es afectado principalmente por las podas y aclareos y se incrementa durante la maduración y senescencia de los frutos (Acosta, 1997). El incremento de los sólidos solubles totales (SST) se presenta conforme la maduración de los frutos avanza, a través de la conversión de almidones en azúcares. Los frutos con altas concentraciones de SST son los de mayor demanda por el consumidor, en forma natural y directa, como por la agroindustria, ya sea para la conservación y/o transformación de los frutos, ya que los requiere con altas concentraciones de SST, para poder reducir los costos de producción; como el costo de procesamiento, así como menos tiempos de evaporación de agua (Acosta, 1997).

3.2 Calidad externa

Para clasificar los frutos según su calidad hay que tomar en cuenta una serie de características como: limpieza de los frutos (deben estar libres de polvo), sanidad (libre de daños de plagas y enfermedades); tamaño de fruto (longitud y diámetro) (Mendoza, 1995).

Metodología

Para conocer el efecto de la siembra de semillas con la máquina SARILSE y la calidad de las plántulas obtenidas, se realizó un estudio en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan, ubicado en Avenida Rafael Ávila Camacho Oriente 3509 de la ciudad de Ajalpan y el Centro de Atención Múltiple (CAM) "Tlanextli" para conducir el cultivo en condiciones de invernadero, localizado en la misma ciudad.

Las semillas de jitomate se sembraron con la máquina semiautomática SARILSE utilizando charolas de poliestireno expandido de 200 cavidades, como sustrato peat moss y dos variedades: criolla (riñón) de uso común entre los productores de la región e híbrida (SUN 7705, género indeterminado) recomendada por las condiciones edafoclimáticas de la zona.

Se colocaron 5 semillas en promedio por alveolo. La germinación y crecimiento de las plántulas se realizó en el vivero del Instituto, llevando a cabo un conteo por charola del total emergido.

El trasplante de las plantas se llevó a cabo en un invernadero tipo túnel de 500 m² perteneciente al CAM, previo acondicionamiento del terreno: arado, formación de surcos y colocación de mangueras para realizar riego por goteo, con un diseño de 3 plantas por m². La nutrición que se proporcionó consistió en una solución nutritiva conformada por: ácido nítrico, nitrato de potasio, nitrato de calcio y micronutrientes. Se efectuaron dos podas: uno y dos tallos en ambas variedades con la finalidad de evaluar la productividad. La polinización se efectuó de forma manual para garantizar el cuajado de frutos. La cosecha se llevó a cabo cuando los jitomates presentaban 3/4 de maduración y se prosiguió a efectuar la evaluación correspondiente, considerando para ello: peso, diámetro, longitud, acidez, sólidos solubles totales y pH.

Maestra en Ciencias, Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan, Puebla, México; Tel. 01 236 381 21 62; e-mail: lsantos_03@hotmail.com

Maestra en Ciencias, Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan, Puebla, México; Tel. 01 236 381 21 62; e-mail: gonper13@hotmail.com

Resultados

Germinación de semillas

El porcentaje de germinación de semillas, se efectuó contando las plántulas, dando como resultado un porcentaje promedio de charolas con 3-5 semillas, lo que representa el 88.71% y el porcentaje de alveolos sin semillas es en promedio de 4.29%, la información se representa en la tabla 1.

Tabla 1. Porcentaje de germinación de semillas utilizando la máquina sembradora SARILSE.

| Alveolos con (3-5) semillas | Alveolos sin semillas (0) | %(3-5) | Alveolos sin semillas (0) | %(0) |
|-----------------------------|---------------------------|--------|---------------------------|-------|
| 177.42 | 22.58 | 88.71% | 8.58 | 4.29% |

Al sembrar en charolas de forma manual se colocan de 3 a 5 semillas por alveolo esperando que alguna de ellas germine. La máquina SARILSE coloca de 1 a 6 semillas en cada uno, pero de acuerdo a pruebas de germinación (Pérez González & Santos Espinosa, 2014) se tiene un porcentaje de 98% sobre los alveolos donde la máquina colocó semillas, por lo que es suficiente que el orificio al menos tenga una semilla. Por lo tanto, el parámetro de calidad es la variación en la colocación o no de semillas en cada uno de los alveolos que va de $\pm 5\%$. Entonces, si las charolas dentro de ese rango se considera como calidad aceptable en otro caso como calidad deficiente.

Calidad externa e interna

El peso de los frutos se obtuvo con una báscula digital L-PCR, la medición de diámetro y longitud se realizó con regla Baco, todos los datos fueron procesados en Microsoft Office Excel 2008, obteniendo las tablas 2, 3 y 4.

Tabla 2. Peso de frutos de jitomate.

| | | Tipo de poda | |
|--|---------|--------------|------------|
| | | Un tallo | Dos tallos |
| | Híbrido | 116 | 114 |

Maestra en Ciencias, Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan, Puebla, México; Tel. 01 236 381 21 62; e-mail: lsantos_03@hotmail.com

Maestra en Ciencias, Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan, Puebla, México; Tel. 01 236 381 21 62; e-mail: gonper13@hotmail.com

| | | | |
|----------|--------|-------|-------|
| Varietal | Cuello | 114.5 | 123.5 |
|----------|--------|-------|-------|

Tabla 3. Diámetro de frutos de jitomate.

| | | Tipo de poda | |
|----------|---------|--------------|-------------|
| | | Un tallo | Doce tallos |
| Varietal | Hilando | 2.7 | 3 |
| | Cuello | 2.85 | 3.3 |

Tabla 4. Longitud de frutos de jitomate.

| | | Tipo de poda | |
|----------|---------|--------------|-------------|
| | | Un tallo | Doce tallos |
| Varietal | Hilando | 5.1 | 5.4 |
| | Cuello | 5.5 | 5.85 |

En cuanto a la calidad interna de los frutos de jitomate, en las tablas 5, 6 y 7 se presentan los resultados de análisis de laboratorio para acidez titulable, pH y sólidos solubles, respectivamente.

Tabla 5. Acidez titulable de frutos de jitomate.

| | | Tipo de poda | |
|----------|---------|--------------|-------------|
| | | Un tallo | Doce tallos |
| Varietal | Hilando | 1.0 | 0.9 |
| | Cuello | 0.8 | 1.0 |

Tabla 6. pH de frutos de jitomate.

| | | Tipo de poda | |
|----------|---------|--------------|-------------|
| | | Un tallo | Doce tallos |
| Varietal | Hilando | 4.4 | 4.3 |
| | Cuello | 4.3 | 4.3 |

Tabla 7. Sólidos solubles de frutos de jitomate.

| | | Tipo de poda | |
|----------|---------|--------------|-------------|
| | | Un tallo | Doce tallos |
| Varietal | Hilando | 5.2 | 4.8 |
| | Cuello | 5.1 | 5.0 |

Para el ciclo productivo del cultivo de jitomate en la región, utilizando la máquina SARILSE para la siembra de semillas, germinando en vivero y conduciéndolo en invernadero, es necesario considerar una densidad de plantación de 3 plantas/m², utilizar variedad criolla "riñón" y podar a 2 tallos, programar el riego y fertilización en dependencia de las condiciones ambientales para incrementar la productividad y mejorar los contenidos de sólidos solubles, acidez y pH que se ven reflejados en la calidad de los frutos: apariencia física (diámetro y longitud), textura y sabor.

Agradecimientos

Gracias a la directora del proyecto M.C. Lorena Santos Espinosa por el trabajo colaborativo con los profesores M.C. Ana Cristina Pérez González e II. Filemón Carreño Reyna, así como a 18 alumnos de cuarto semestre de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales, 5 de Servicio Social de la Carrera de Ingeniería Industrial (agosto-diciembre 2014), y directivos de la Instituciones: Tecnológico de Ajalpan y Centro de Atención Múltiple Tlanextli fue posible lograr los resultados aquí plasmados.

Autorización y Renuncia

Los autores del artículo autorizan al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D=Dinámica del saber edición 2015. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresado en el escrito.

Referencias

- Acosta R., M. (1997). Calidad de tres cultivares de papaya (Carica Papaya L.) Cera, Maradol y Subset, y la susceptibilidad a la antracosis (*Colletotrichum Gloeosporoides* Penz.), en postcosecha. Tesis de Licenciatura. Departamento de Agroindustrias. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- Brindis G., J. (2007). Semillas Hortícolas. Diseña y comunica. Primera edición. México D.F.
- Byoung R., J. (2003). The Use of Plug Transplants in Korea, Division of Plant Resources and the Environment College of Agriculture, Gyeongsang National University, Chinju, Korea.
- Hernansaez, M. y Pastor, M. J. El tomate, su cultivo y sus enfermedades. Murcia, España.
- Hidalgo, G., Alcántar, G., Baca, C., Sánci, Z. y Escalante, J. A. (1998). Efecto de la condición nutrimental de las plantas y de la composición y calidad en tomate. *Terra* 16 (2): 143-148.
- Jones J., B. (1999). Tomato Plant Culture in the field, Greenhouse and Home Garden. Ed. CRC. USA.
- Jules J. (1985). Horticultura científica e Industrial. España 567 pp.
- Mendoza L., U. A. (1995). Evaluación de 15 variedades precoces e intermedias de jitomate. Tesis profesional. Departamento de fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 121 pp.
- Muñoz R., J. J. (2003). Producción de plántulas en semilleros hortícolas bajo invernadero, Memoria del Curso Internacional de Producción de Hortalizas en Invernadero, INIFAP-Unidad de Horticultura Protegida, Celaya, Gto.
- Raymond D. (1988). Cultivo práctico de hortalizas. Editorial Continental, Quinta edición México D.F 229 pp.
- Salgado, P., Méndez, M., Hernández, M., Bruzón, D., Bolumen, S. y Cañet, P. F. (2005). Empaque en la conservación poscosecha en híbridos de tomate (*Lycopersicon esculentum* Milli). *Temas de Ciencia y Tecnología* 9 (25): 18-28.
- Zárate N., B. (2007). Producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) hidropónico con sustratos bajo invernadero. Tesis de Maestría. Centro Interdisciplinario de Investigación para el desarrollo integral regional, Unidad Oaxaca. Instituto Politécnico Nacional. México, D.F.

Maestra en Ciencias, Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan, Puebla, México; Tel. 01 236 381 21 62; e-mail: lsantos_03@hotmail.com

Maestra en Ciencias, Instituto Tecnológico Superior de la Sierra Negra de Ajalpan, Puebla, México; Tel. 01 236 381 21 62; e-mail: gonper13@hotmail.com

MODELO DE SISTEMA INTELIGENTE PARA EL CONTROL DEL FLUJO VIAL MEDIANTE UN AUTÓMATA ESTOCÁSTICO HÍBRIDO

Ingeniería y Tecnología

*M.I.I. Tobón Benítez Saraid¹
M.D.S. López Fortiz Olga²
Dr. Pérez Castañeda Gabriel Antonio³
M.I.I Santos Alvarado Héctor⁴

Resumen

El diseño de un modelo de sistema inteligente para el control vial describe el comportamiento de un flujo con menor afluencia vehicular. Se parte de la teoría del flujo vehicular descrito por Greenshields, analizando el tráfico a nivel macroscópico. Este sistema elimina los tiempos ociosos en un cruce con dos semáforos. El método para llevar a la automatización el algoritmo conjuntamente con los eventos que son determinados por transiciones de cambio, propuesto en esta investigación es modelizado a través de un autómata estocástico híbrido. Utilizando la herramienta informática Scicos se evalúa el comportamiento del autómata en cada uno de sus estados así como también se obtienen los datos correspondientes al ahorro del consumo de combustible con respecto al consumo de combustible del control actual de semáforos.

Palabras clave: Algoritmo, Autómata, Flujo vial.

Introducción

El Instituto Nacional de Estadística y Geografía nos dice que el parque vehicular en México es de 34,717,134 automóviles registrados en circulación (INEGI, 2013), este crecimiento provoca que en zonas urbanas el flujo vial cada vez se complique más, en el sentido de que es más tardado tanto para el conductor como para el peatón trasladarse de un lugar a otro por las calles y avenidas de las ciudades. Sin embargo, existe otro problema que no ha sido considerado por los investigadores y es lo que respecta a las zonas con menor afluencia vehicular, obteniendo un impacto negativo reflejado tanto en los tiempos de los usuarios como en el gasto innecesario de consumo de combustible, entre otros. Ello lleva a tener un control en el flujo vial que cumpla con las demandas actuales de la eficiencia del mismo, lo que requiere de la utilización de herramientas que representen casos reales a menores costos, como lo es la simulación de modelos, la cual es una alternativa para comprender mejor el funcionamiento de fenómenos (Kelton, Sadowski, & T. Sturrock, 2008).

El tráfico vehicular tiene un comportamiento aleatorio en donde el flujo depende de los horarios de las labores que realizan tanto conductores como peatones, por ello existen horarios en los que hay embotellamientos así como horarios en los que la presencia automovilística desciende a un número menor a cinco vehículos por cada cruce. Una de las situaciones que vuelven compleja la sincronización de los semáforos es que quieren sincronizar con tiempos fijos todos los semáforos de una avenida completa, por lo que no se ha considerado que las

¹M.I.I. Saraid Tobón Benítez es Ingeniera en Mecatrónica y recientemente egresada de la Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla, México. zaid.tb8@gmail.com (autor corresponsal)

²M.D.S. Olga López Fortiz es Profesora en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla, México., en el área de Ingeniería en Sistemas computacionales. Ofortiz78@yahoo.com.mx

³Dr. Gabriel Antonio Pérez Castañeda es Profesor en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla, México., en el área de Ingeniería Mecatrónica. gapercas@yahoo.com.mx

⁴M.I.I. Héctor Santos Alvarado es Coordinador de la Maestría en Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Tehuacán, Puebla, México.

condiciones viales en cada cruce sean independientes.

El sistema debe controlar por sí solo las tipologías que se presentan en un cruce con dos semáforos, considerando principalmente la menor afluencia vial y la ausencia vehicular. El comportamiento vehicular se analiza a nivel macroscópico, desarrollando en la primera etapa un algoritmo basado en un Automata Estocástico Híbrido (AEH), el cual va a responder a las condiciones del flujo vehicular que se presentan de forma aleatoria. La herramienta informática Scicos es utilizada para ejecutar el algoritmo, de tal forma que se puede observar como se pasea por cada uno de sus estados.

Planteamiento del Problema

En las zonas urbanas, un primer conflicto son las aglomeraciones, debido al incremento de la población vehicular, un ejemplo de ello es el tiempo perdido en horas hombre anualmente en el D.F. en México, lo cual provoca una pérdida monetaria de \$33,000 millones al año (Crónica.com.mx, 2012) y en la ciudad de Puebla se generan por más de 1.6 millones (El Sol de Puebla, 2014). Esta investigación está enfocada en otra problemática que también existe, estos son los tiempos muertos en cruces con menor afluencia vehicular, en donde el automovilista debe estar en alto total cuando la luz roja del lente en el semáforo se encuentra encendida, aun cuando no circula ningún otro carro en la calle que converge a esta, ocasionando que el transporte genere diversos impactos ambientales adversos, tales como ruido, contaminación del aire, con concentraciones de monóxido de nitrógeno, monóxido de carbono y monóxido de azufre (Lozano, Torres y Antun, 2003). Un automotor es capaz de liberar 2.37kg. de CO₂ por cada litro de gasolina y 2.65Kg por litro de disel (Diariomotor, 2014). También provoca impactos negativos de salud, sociales y económicos como son: estrés en las personas, puntualidad irregular, entre otros se encuentra el aumento de consumo de gasolina, afectando tanto a las empresas como al seno familiar, esto se puede ejemplificar cuando se afecta a la agilización en la atención a accidentes o situaciones de emergencia, como es, el que una ambulancia circule libremente para llegar más rápido a su destino. Otro conflicto que se observa, es la falta de señalamientos en zonas urbanas o rurales alejadas de las áreas céntricas. Por lo antes mencionado el control vial con el que se cuenta actualmente requiere de un autómata capaz de adaptar las condiciones del tráfico vehicular de acuerdo a la demanda de las ciudades de hoy en día.

Objetivo

Diseñar un modelo de sistema inteligente de control para optimizar la afluencia vial vehicular mediante el Automata Estocástico Híbrido, el cual debe adaptar las condiciones de tránsito y a través de un simulador mostrar su operacionalidad.

Marco Teórico

Teoría del flujo vehicular

La teoría del flujo vehicular considera importante el aspecto matemático donde se efectúa el análisis de las variables: densidad, flujo, velocidad y cantidad vehicular. El análisis de la teoría del flujo vehicular del modelo de Greenshields permite estudiar la relación entre la velocidad y la densidad. Su hipótesis dice que la relación que existe entre la densidad y velocidad es lineal, la cual se expresa como:

$$q = k\bar{u}_s \quad (1)$$

Donde q es el flujo, k densidad, \bar{u}_s espacio medio de la velocidad.

Esta teoría se subdivide en dos modelaciones matemáticas:

Modelo Macroscópico. El modelo macroscópico considera el estudio de los vehículos de forma general, ya que solo toma en cuenta el factor densidad de flujo.

Modelo Microscópico. Este modelo estudia el comportamiento de los vehículos de forma específica, por lo que considera características como son: el espaciamiento entre vehículos y su velocidad individual (Garber & Hoel, 2009).

Descripción del Método

La definición del AEH fue por Pérez C., Aubry, & Brinzei (2008) en donde se explica que:

Un autómata está compuesto de un conjunto de estados discretos. Es híbrido porque cada estado discreto está definido por un sistema de ecuaciones continuas y un subconjunto de transiciones de salida definidas por umbrales en términos de estas variables continuas. Es estocástico porque cada estado discreto está definido por un conjunto de variables aleatorias y un subconjunto de transiciones de salida definida por umbrales en término de las variables aleatorias.

El Autómata Estocástico Híbrido se define como:

$$AEH=(X,E,A,X,A,\mathcal{H},F,P,x_0,x_0,P_0)$$

Donde

X : conjunto finito de estados discretos $\{x^1, x^2, \dots, x^m\}$,

E : conjunto finito de eventos deterministas o estocásticos $\{e_1, \dots, e_r\}$,

X : conjunto finito de variables que evolucionan en el tiempo, siendo x el vector de las variables:

$$x = [x_1, \dots, x_m]^T,$$

A : conjunto finito de arcos (x, e, G, R, x') donde:

x y x' son los estados discretos origen y final del arco k ; e_k es el evento asociado al arco k ; G_k la condición de guarda sobre X en el estado discreto x y R_k es la función de reinicio de X en el estado x' ,

A es una función de "actividades", que asocia a un elemento de $X \times X$ una función definida sobre \square^m y a valores en \square ($A: X \times X \rightarrow (\square^m \rightarrow \square)$).

\mathcal{H} : es un conjunto finito de relojes sobre \square ,

$F: \mathcal{H} \rightarrow (\square \rightarrow [0,1])$, es una aplicación que asocia a cada reloj una función de distribución.

$P = [p_{ij}^e]$ es una distribución de probabilidades de transición de estado $p(x^j | x^i, e)$ sobre la ocurrencia de un mismo evento hacia dos estados discretos diferentes.

Técnicas e instrumentos para el procesamiento de datos

El AEH es implementado en el ambiente de simulación del software libre Scicos, está constituido de tres componentes: un autómata, un generador aleatorio y un descriptor de modos el cual se presenta en la Figura 1.

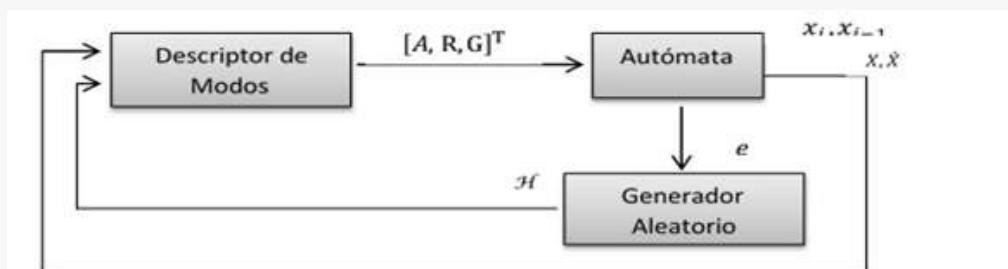


Figura 1. Implementación del Autómata Estocástico Híbrido.

El autómata es un bloque en Scicos (Najafi y Nikoukhah, 2007) que está constituido de i entradas y sólo dos salidas, el cual tiene tantas entradas como estados discretos existen en el sistema, lo cual permite modelar y simular la parte discreta. La salida superior del autómata proporciona el estado discreto actual x_i así como el estado en el que se encontraba x_{i-1} . La salida inferior proporciona los eventos discretos e que son activados cada vez que una transición de cambio se produce.

El descriptor de modos corresponde a diferentes dinámicas continuas del sistema. Tiene dos entradas, la primera está asignada a las variables físicas y a sus derivadas que vienen del autómata, la segunda proporciona los valores aleatorios producidos por el generador aleatorio.

El vector de la entrada i corresponde a $[A,R,G]^T$.

El generador aleatorio corresponde a la estructura temporizada estocástica H y P que es la probabilidad transición de cambio. Cada vez que una transición se produce para cada estado, este generador se activa, de esta forma produce los valores aleatorios que son enviados a los estados del sistema, con el fin de definir las transiciones estocásticas.

Metodología

Descripción del sistema

Para la elaboración de este sistema se requiere de la automatización de los señalamientos actuales del control del tránsito. Por lo tanto, uno de los principales actuadores de estas funciones son los semáforos, los cuales operan con tiempos fijos, se plantea un funcionamiento base para determinar el autómata. En esta etapa del proyecto el AEH debe obedecer a tres situaciones diferentes:

1. Condición inicial. Se hace un reconocimiento del sistema, en el cual se debe observar que todos los dispositivos estén en funcionamiento y subsecuentemente se quedaran en espera hasta que los activadores del caso 1 o el caso 2 se presenten.
2. Caso 1. Cruce con presencia vehicular en ambas calles. Entonces se mantiene el tiempo tradicional del semáforo hasta que una de las calles que convergen quede con ausencia de vehículos o el vehículo se encuentre a una distancia apartada para efectuar el cambio de indicación de verde a rojo, respetando el tiempo del indicador preventivo. Este estado permanecerá hasta que los indicadores de la calle contraria presenten actividad nuevamente.
3. Caso 2. El entorno no presenta ningún dinamismo de vehículos en las calles o avenidas, por lo que todos los actuadores se quedan en un estado de espera hasta que un solo vehículo se presente primero en cualquiera de las dos calles, dándole el paso indicado por el lente de color verde permaneciendo así hasta que no haya nuevamente presencia vehicular o en su defecto cambiara del caso 2 al caso 1.

Definición de las variables

Las variables de la Tabla 1 son obtenidas de los escenarios descritos anteriormente para efectuar el algoritmo. Estas son: el número de vehículos, el color del lente del semáforo (verde, ámbar y rojo) y al no existir un comportamiento uniforme de la presencia vehicular se opta por utilizar una aleatoriedad para el tiempo que está asociada a cada arco en el autómata, basado en el fundamento en que la relación matemática de que la variable tiene un valor de probabilidad de ocurrir en una población.

Tabla 1. Variables obtenidas de la descripción del sistema.

| Variable | Distribución de Probabilidad | Constante |
|---|------------------------------|--------------------------------------|
| Número de Vehículos (nv) | Poisson | |
| Tiempo de la Presencia Vehicular (va) | Exponencial | |
| Consumo de combustible en ralentí | | Sensor MAF ⁵ =0.313m/s |

Comportamiento del sistema

El AEH obtenido es para un cruce sencillo con dos semáforos, observando que si se desea obtener un AEH para un cruce múltiple el modelo será más complejo pero las condiciones sólo tendrán un efecto multiplicador por cada semáforo que se desee agregar al modelo. Para demostrar el comportamiento que se requiere se plantea la siguiente hipótesis:

“La modelación matemática del sistema expresa que el semáforo L1 y L2 debe mantenerse en un estado de espera hasta que se presente un evento que cambie las condiciones de las variables cumpliendo con las condiciones de cada transición propias de cada arco”.

Los AEH obtenidos para cada uno de los semáforos se sincronizan mediante una composición paralela (Cassandras, 2008) los autómatas primarios utilizando el software DESUMA (DESUMA, 2005). El autómata global resultante está constituido por doce estados y veintiocho transiciones observadas en la Figura 3. El autómata obtenido es descrito en la herramienta informática Scicos para su análisis y evaluación.

Cada arco del autómata global está asociado a transiciones de cambio que permiten que cada evento ocurra con el propósito de activar cada uno de los lentes del semáforo, en la tabla del Cuadro 2 podemos notar cuales son los estados que se encuentran activados.

El autómata global indicado en la Figura 2. está seccionado en dos partes importantes; la primera se compone por la automatización de los semáforos para activarse de acuerdo al flujo vehicular, que para este estudio la situación a evaluar es la minoría y ausencia vehicular, esta sección se compone por ocho estados

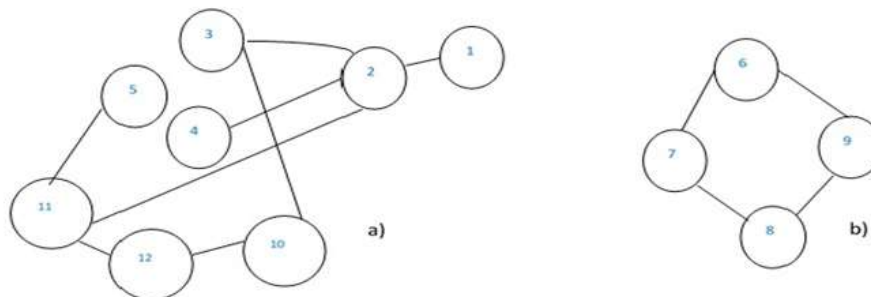
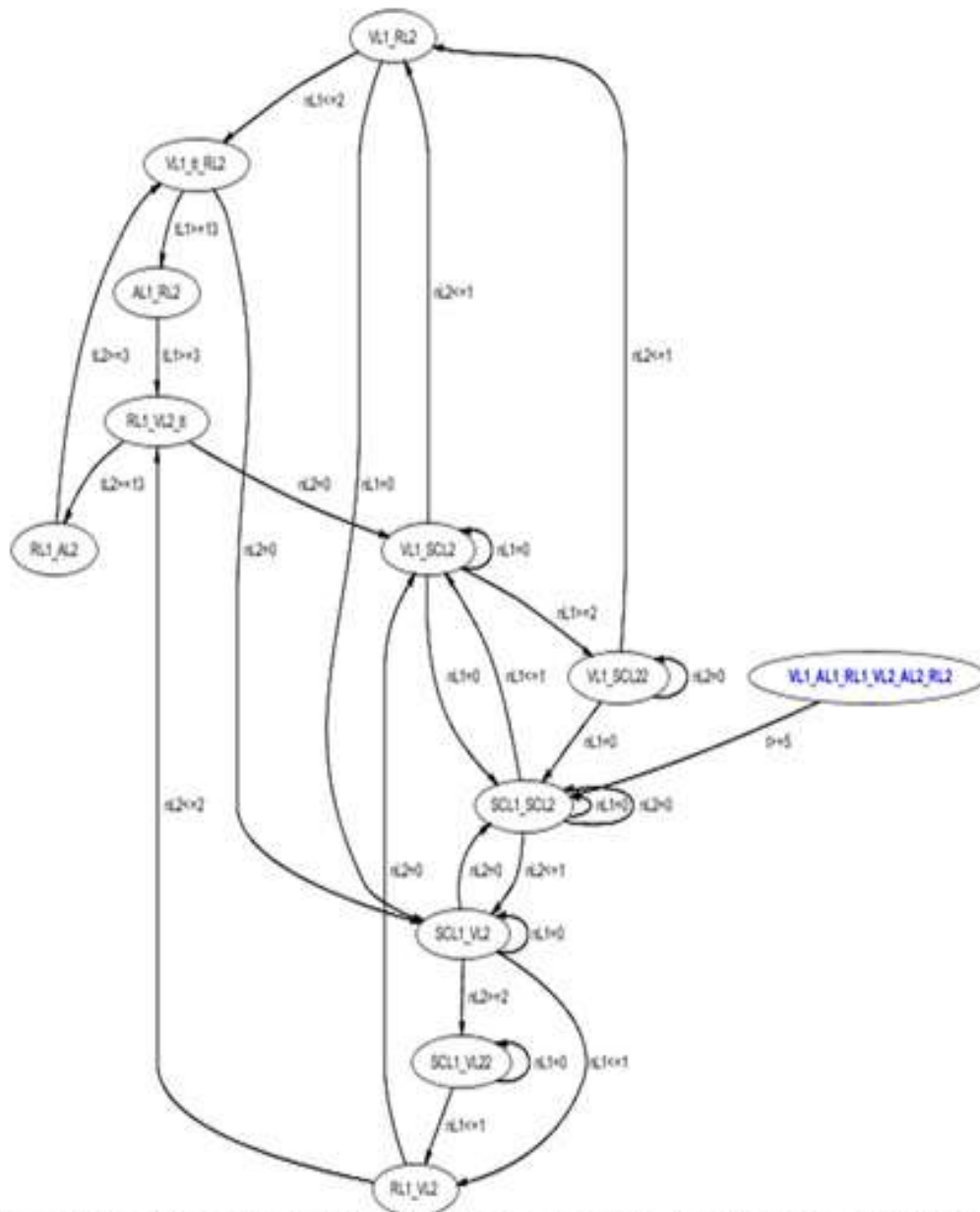


Figura 2. El a) corresponde a sección automatizada del modelo. La b) es la sección del semáforo tradicional.

El sensor MAF está diseñado para medir la relación estequiométrica aire combustible 14.7:1



VL1 _ verde del semáforo, AL1 _ amarillo del semáforo, RL1 _ rojo del semáforo, SCL _sin color del semáforo, nL1 _ número de vehículos en el semáforo 1, nL2 _ número de vehículos en el semáforo 2.

Figura 3. Autómata global para dos semáforos

Las transiciones de cambio corresponden a 28 arcos deterministas, que indican las condiciones de cambio con respecto a la presencia vehicular en cada calle donde se encuentra los dos semáforos para este caso. Ejemplificando, el estado inicial que corresponde a VL1_AL1_RL1_VL2_AL2_RL2 tiene un arco determinado con el valor $t \geq 5$, lo cual significa que al contar 5 unidades de tiempo el estado inicial cambia al estado 2, el cual ahora cuenta con 4 arcos de transición y estará en espera de que una de las condiciones indicadas en cada arco se presente para poder cambiar a un siguiente estado. Una vez que se cumple cada uno de los eventos el algoritmo del autómata estará tomando la decisión de cambio por sí sólo.

Aplicando la definición del AEH al sistema de control para el flujo vial para dos semáforos, se tienen las siguientes expresiones en el Tabla 2.

Tabla 2. Expresiones de cada estado aplicando la definición del Automata Estocástico Híbrido.

| Estado (X) | Salto de un Estado a otro. (x_{i-1}) | Eventos Deterministas (E) | Estados del autómata (A) |
|------------|--|---------------------------------|--|
| 1 | Inicial | $t=5s$ | |
| 2 | 1,2,2,3,4,11 | $nL1 \leq 1, nL2 \leq 1$ | $nL \leq 1, nL2 \leq 1, SCL1_SCL2$ |
| 3 | 2,8,10 | $nL1 \geq 2, nL1=0, nL2 \leq 1$ | $nL \geq 2, nL1=0, nL2 \leq 1, VL1_SCL2$ |
| 4 | 3 | $nL1=0, nL2 \leq 1$ | $nL1=0, nL2 \leq 1, VL1_SCL22$ |
| 5 | 3,5 | $nL1 \leq 2, nL1=0$ | $nL1 \leq 2, nL1=0, VL1_RL2$ |
| 6 | 5,9 | $nL1=0, tL1 \geq 13$ | $nL1=0, tL1 \geq 13, VL1_tt_RL2$ |
| 7 | 6 | $tL1 \geq 3$ | $tL1 \geq 3, AL1_RL2$ |
| 8 | 7,10 | $tL2 \geq 13, nL2=0$ | $tL2 \geq 13, nL2=0, RL1_VL2_tt$ |
| 9 | 8 | $tL2 \geq 3$ | $tL2 \geq 3, RL1_AL2$ |
| 10 | 11,10 | $nL2 \leq 0, nL2=0$ | $nL2 \leq 0, nL2=0, RL1_VL2$ |
| 11 | 2,5,11 | $nL1 \leq 1, nL2 \geq 2, nL2=0$ | $nL1 \leq 1, nL2 \geq 2, nL2=0, SCL1_VL2$ |
| 12 | 10,12 | $nL1 \leq 1$ | $nL1 \leq 1, SCL1_VL22$ |

Resultados

Los resultados son obtenidos mediante la simulación del autómata en la herramienta informática Scicos. La simulación del sistema se realiza para un periodo de 3600 segundos con una presencia vehicular aleatoria con una distribución de probabilidad de Poisson=5 por cuestiones de simular una minoría de presencia automovilística para fines didácticos y de viabilidad de esta investigación. La gráfica de la Figura 4 presenta el funcionamiento del algoritmo planteado. De esta forma se verifica que todos los estados están siendo visitados o afectados al presentarse cada evento por lo menos una vez. Con fines de una buena apreciación del comportamiento del autómata sólo se gráfica hasta el dato 500, en el entendido de que la simulación continua hasta los 3600 segundos.

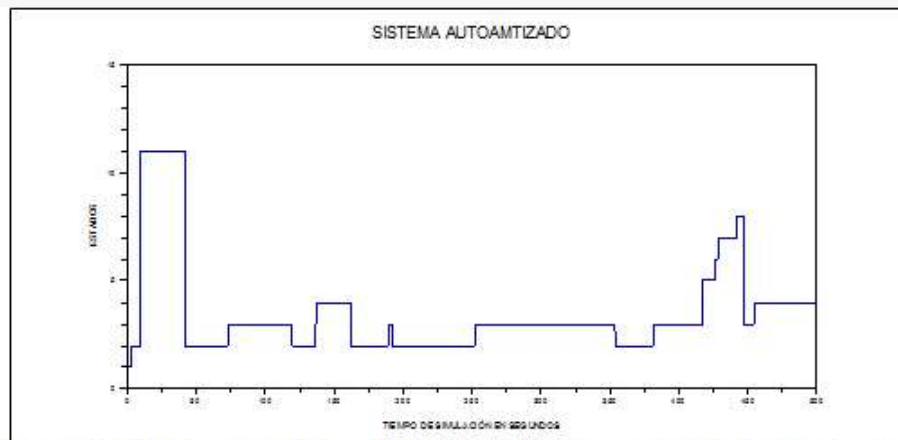


Figura 4. Simulación del comportamiento dinámico híbrido con el autómata estocástico híbrido para 12 estados.

La Tabla 3 muestra los resultados de acuerdo al siguiente orden: la primer columna proporciona el instante de tiempo en el que el autómata entra a cada uno de los estados, la segunda columna son los estados en el que se encuentra el autómata, la tercer columna muestra el número de vehículos acumulados durante el período de tiempo en la simulación, la cuarta columna indica el consumo de combustible y finalmente la quinta columna está asignada al número de vehículos que se fueron presentando en cada uno de los estados correspondientes.

Tabla 3. Resultados obtenidos de la simulación del sistema automatizado.

| Archivo | Edición | Formato | Ver | Ayuda |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 0.35175516E+04 | 0.70000000E+01 | 0.47100000E+03 | 0.78990835E+05 | 0.10000000E+02 |
| 0.35305516E+04 | 0.80000000E+01 | 0.48000000E+03 | 0.82453334E+05 | 0.90000000E+01 |
| 0.35435516E+04 | 0.90000000E+01 | 0.49000000E+03 | 0.86164922E+05 | 0.10000000E+02 |
| 0.35465516E+04 | 0.60000000E+01 | 0.50100000E+03 | 0.88569675E+05 | 0.11000000E+02 |
| 0.35495516E+04 | 0.70000000E+01 | 0.51000000E+03 | 0.90639637E+05 | 0.90000000E+01 |
| 0.35625516E+04 | 0.80000000E+01 | 0.52200000E+03 | 0.94896353E+05 | 0.12000000E+02 |
| 0.35755516E+04 | 0.90000000E+01 | 0.53400000E+03 | 0.99250724E+05 | 0.12000000E+02 |
| 0.35785516E+04 | 0.60000000E+01 | 0.54700000E+03 | 0.10218057E+06 | 0.13000000E+02 |
| 0.35815516E+04 | 0.70000000E+01 | 0.55500000E+03 | 0.10419613E+06 | 0.80000000E+01 |
| 0.35945516E+04 | 0.80000000E+01 | 0.56600000E+03 | 0.10856434E+06 | 0.11000000E+02 |

De acuerdo a los datos obtenidos, nótese que si los automóviles no entran al sistema tradicional de semáforos no existe un consumo de combustible en marcha mínima o ralenti, sin embargo, este algoritmo permite obtener los resultados de consumo de combustible que se desperdician en 3600 segundos, es decir en una hora, de acuerdo a lo ya antes explicado.

La gráfica de la Figura 5 y los datos de la Tabla 4 corresponden al sistema tradicional de control vial, es decir, al sistema actual de semáforos.

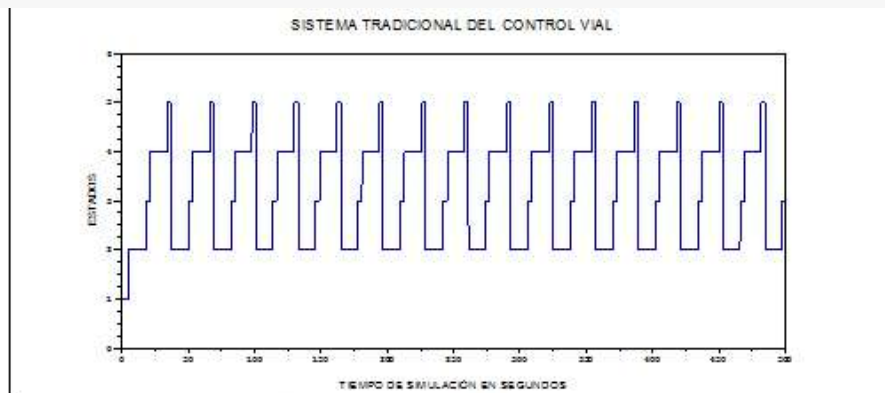


Figura 5. Simulación del comportamiento dinámico del sistema tradicional.

Tabla 4. Resultados obtenidos de la simulación del sistema tradicional.

| Archivo | Edición | Formato | Ver | Ayuda |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 0.35380000E+04 | 0.30000000E+01 | 0.86800000E+03 | 0.95988674E+06 | 0.10000000E+01 |
| 0.35410000E+04 | 0.40000000E+01 | 0.87200000E+03 | 0.96512899E+06 | 0.40000000E+01 |
| 0.35540000E+04 | 0.50000000E+01 | 0.87300000E+03 | 0.96978803E+06 | 0.10000000E+01 |
| 0.35570000E+04 | 0.20000000E+01 | 0.87400000E+03 | 0.97171958E+06 | 0.10000000E+01 |
| 0.35700000E+04 | 0.30000000E+01 | 0.87600000E+03 | 0.97750764E+06 | 0.20000000E+01 |
| 0.35730000E+04 | 0.40000000E+01 | 0.87800000E+03 | 0.98056383E+06 | 0.20000000E+01 |
| 0.35860000E+04 | 0.50000000E+01 | 0.87900000E+03 | 0.98525730E+06 | 0.10000000E+01 |
| 0.35890000E+04 | 0.20000000E+01 | 0.88000000E+03 | 0.98720450E+06 | 0.10000000E+01 |

Tomando en cuenta la información proporcionada por un artículo publicado por TECMOVIA (2014) el cual informa que un litro de Gasolina quemado es capaz de liberar 2,37 kg de CO₂ por los 2,65 kg generados por el mismo litro de Diésel. En la Tabla 5 se aprecia qué pérdidas provoca el sistema usual de control de tráfico. Es importante mencionar que los valores presentados son significativos para una sola corrida del tiempo de simulación, en el entendido de que al aumentar el tiempo de simulación los datos también incrementan.

Tabla 5. Rendimiento en ambos sistemas.

| Sistema de control | Ahorro % | Tiempo de Simulación (Seg.) | Número de autos (nv) | Consumo de combustible (litros) | Costo Combustible (variable) | Cant. de CO ₂ liberad (kg) |
|--------------------|----------|-----------------------------|----------------------|---------------------------------|------------------------------|---------------------------------------|
| Tradicional | 4% | 3600 | 893.8 | 968.9 | \$13565.9 | 2296.6 |
| Automatizado | 93% | 3600 | 196.8 | 71.9 | \$1006.3 | 170.4 |

Conclusiones

El comparativo de la tabla 5 se obtiene de la simulación basada en la operación del AEH, la cual ésta en función del algoritmo desarrollado, donde los resultados, mostrados en la simulación de las figuras de las gráficas 4 y 5 y resultados de las tablas 3 y 4, indican que el sistema actual de semáforos no es eficiente para la demanda que se presenta en un cruce vehicular simple. Implementar este sistema reduce los tiempos muertos y disminuyen el tiempo de espera para el cambio de luces indicadoras, en una vía sin dinamismo vehicular. Y por obvias razones una disminución de emisión de gases contaminantes por paros innecesarios, lo cual mejora la calidad de vida y la conservación del medio ambiente.

El alcance de este estudio llega hasta la validación del sistema, así como el correcto funcionamiento del algoritmo de un cruce vehicular simple. El avance de la investigación se proyecta en el incremento de las variables del AEH para un cruce múltiple con más de tres semáforos incluyendo la presencia peatonal.

Recomendaciones

La investigación que corresponde a la teoría del flujo vehicular tiene un amplio campo de estudio por lo que se puede recomendar el desarrollar un prototipo físico sustentable y alternativo con tecnologías inteligentes para el transporte, capaz de emitirle al conductor una respuesta en tiempo real de las condiciones del flujo vehicular, así como también detectar la presencia peatonal. También se pueden impulsar áreas como en el desarrollo del software, ingeniería ambiental, ingeniería industrial, ingeniería en mecatrónica, ingeniería de tránsito, tecnologías de comunicación e información, por mencionar algunas.

Agradecimientos

Le agradezco a mis colaboradores, quienes me apoyaron en la elaboración de esta investigación con sus observaciones y propuestas, las cuales hicieron posible este escrito.

Autorización y Renuncia

Los autores del artículo autorizan al instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D=Dinámica del saber edición 2015. El Instituto o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que se expresa en el escrito.

Referencias

CASSANDRAS, C. G., LAFORTUNE, S. (2008). Introduction to discrete event systems. Kluwer Academic Publishers. Definición. Recuperado el 2014 de <http://definicion.de/simulacion/>

Crónica.com.mx. (25 de Julio de 2012). Recuperado el 05 Diciembre de 2013 de <http://www.cronica.com.mx/notas/2012/678465.html>

DESUMA. (2005). Recuperado el 2013, de <http://www.eecs.umich.edu/umdes/toolboxes.html>

Diariomotor. (2014). Emisiones, consumos y nuevas leyes: arrojamos un poco de luz a todo este asunto. Recuperado el 08 de Junio de 2014 de <http://www.tecmovia.com/2011/11/16/emisiones-consumos-y-nuevas-leyes-arrojamos-un-poco-de-luz-a-todo-este-asunto/>

El Sol de Puebla. (2014). Generan conflictos viales pérdidas al día por 1.6 mdp. Recuperado el 06 de Mayo de 2014 de <http://www.oem.com.mx/elsoldepuebla/notas/n3287401.htm>

INEGI. (Septiembre de 2009). Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Recuperado el 10 de Julio de 2013. http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/metodologias/registros/economicas/sm_evmrc.pdf

Lozano Angélica, Torres Vicente, Antún Juan Pablo. Junio 2003. Tráfico Vehicular. Instituto de ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado el 29 de Febrero de 2013 de <http://www.ejournal.unam.mx/cns/no70/CNS07004.pdf>

Najafi, M., Nikoukhah, R. Modeling (2007). Hybrid Automata in Scicos, Multiconference on Systems and Control (MSC), Singapore.

Pérez C., G. A., Aubry, J.-F., & Brinzei, N. (2010). Modélisation d'un système par automate stochastique hybride pour l'évaluation de la fiabilité dynamique. Journal européen des systèmes automatisés, (pp. 231-255).

Bibliografía

Garber, N. J., & Hoel, L. A. (2009). Traffic and highway engineering (4ed. ed.). Virginia: CENGAGE Learning.

Kelton, W. D., P. Sadowski, R., & T. Sturrock, D. (2008). Simulación con software Arena. México: Mc Graw Hill.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DIDACTICO DE BANDA TRANSPORTADORA PARA BALANCEO DE LINEAS

Ingeniería y Tecnología

*Ing. Margarito Guerrero Hernández¹
M.I.I. Placido López Merino²
M.I.I. Héctor Santos Alvarado³
M.C. Juan Carlos Vázquez Jiménez⁴

Resumen:

El presente documento trata del producto de un trabajo de tesis de Maestría, referido al diseño y construcción de un prototipo didáctico de una banda transportadora enfocada a fortalecer la enseñanza aprendizaje en el área de manufactura, a través de prácticas de laboratorio en el Instituto Tecnológico Superior de Perote (en lo sucesivo ITSPe).

El resultado es un prototipo didáctico de una banda transportadora, en la cual se aplican los principios de balanceo de líneas de producción y diseño de estaciones de trabajo y con el cual se pueden realizar prácticas en diferentes materias del plan de estudios de la carrera de Ingeniería Industrial del ITSPe.

La banda transportadora tiene un ancho de 90 cm, 9 metros de longitud y una altura de 90 cm. Para esto, se realizó un estudio antropométrico con los alumnos de ingeniería industrial del ITSPe, tomando como referencia la ecuación matemática $P(\%) = \mu \pm \beta \delta$ (Mondelo, 2001).

Se presenta una propuesta de automatización para una operación directa con un controlador lógico programable (en lo sucesivo PLC), cuatro interruptores finales de carrera, cuatro electroválvulas 5/2, cuatro cilindros de doble efecto y cuatro estaciones de trabajo.

El prototipo de la banda transportadora, consiste en el diseño de la parte mecánica del equipo, construcción, arranque, puesta en marcha y operación y dejar indicada la información para su automatización.

¹Ing. Margarito Guerrero Hernández Ingeniero Químico Industrial Instituto Tecnológico de Tehuacán Tel 2313225437
ing.guerrerohernandezyahoo.com

²MII. Placido López Merino Maestro en Ingeniería Industrial Instituto Tecnológico de Tehuacán Tel 2384084531 plasmart@gmail.com

³MII. Héctor Santos Alvarado Maestro en Ingeniería Industrial Instituto Tecnológico de Tehuacán Tel 238101770 hsalvarado@hotmail.com

⁴M.C. Juan Carlos Vázquez Jiménez Maestro en Ciencias en Planificación de Empresas y Desarrollo Regional Instituto Tecnológico de Tehuacán Tel. 2381180160 jcvazquezj@hotmail.com

Una de las características más importantes de este prototipo didáctico es el económico, presentando la cotización total del costo de diseño, tanto en lo mecánico como en la automatización, además, se comparan costos con equipos similares que se encuentran en el mercado.

Además resuelve, la problemática de la infraestructura en talleres y laboratorios del ITSPe, cumpliendo así, con los requisitos de Programa Institucional de Innovación y Desarrollo PIID 2013- 2018 que exige el equipamiento de los mismos.

Palabras clave: Balanceo de líneas, Diseño de equipo, Datos estándares, Optimización de procesos.

Planteamiento del problema:

En la actualidad, los alumnos del Instituto Tecnológico Superior de Perote ITSPe, carece de la infraestructura adecuada en cuanto a talleres y laboratorios, para la realización de sus prácticas, en lo particular, de la carrera de ingeniería industrial.

Objetivo General

Diseñar y construir un prototipo didáctico de una banda transportadora para la realización de prácticas de balanceo de líneas en procesos de ensamble para el laboratorio de Ingeniería Industrial, del Instituto Tecnológico Superior de Perote.

Objetivos específicos.

Diseñar la estructura mecánica de la banda transportadora

Construir la estructura mecánica de la banda transportadora.

Integrar las diversas etapas del módulo y verificar su funcionamiento.

Implementar una corrida de ensamble con el correspondiente balanceo de líneas.

Evaluar la funcionalidad del prototipo en base a un balanceo de líneas.

Marco teórico.

Banda transportadora.

Una banda transportadora es un equipo fabricado para el transporte de objetos formado por poleas que mueven la banda transportadora en forma continua. Las poleas son movidas por motores haciendo girar la banda transportadora y así lograr transportar el material depositado en la misma. (Cassignia, 2011).

Balanceo de líneas

El problema referente a determinar el número de trabajadores que deben asignarse a una línea de producción es análogo a determinar el número de operarios asignado a una estación de trabajo.

Quizá la situación más elemental del balanceo de líneas, que surge con frecuencia, es aquella en la que varios operarios, cada uno realizando operaciones consecutivas, trabajan como una unidad. En este caso la tasa de producción depende del operario más lento. (Niebel, 2011).

A la línea de producción se le conoce como el principal medio para fabricar a bajo costo grandes cantidades o series de elementos normalizados. . (García, 2006)

Metodología.

La metodología empleada para el diseño y construcción el prototipo didáctico de la banda transportadora, se llevó a cabo en cuatro fases.

Fase I. Diseño.

Fase II. Construcción.

Fase III. Verificación del funcionamiento del equipo.

Fase IV. Presentación de resultados.

Croquis y vistas del diseño mecánico del equipo.

Tratándose de un diseño académico para prácticas de laboratorio, la selección de los materiales empleados para el prototipo didáctico está en función de lo económico y funcional.

A continuación se muestra una vista y el boceto para definir el diseño del prototipo.

Figura 1. Vista del diseño mecánico del equipo

Cada estación de trabajo deberá estar separada, uno de otra a 1 m de distancia, a lo largo de toda la estructura.

Construcción del prototipo

Al analizar las dimensiones que influyen en el diseño del equipo, se determinó que solo la altura tenía una relevancia e impacto relevante en el diseño final de la banda. Para poder determinar dicha medida se llevó a cabo un estudio antropométrico, el cual determinaría de forma cuantitativa la altura de la banda, consistiendo en los siguientes pasos:

1.- Determinación y listado de las medidas a evaluar.

En base al estudio antropométrico, se determinó que solo la altura denominada antropométricamente como Altura Codo- Suelo (CSp), es la más relevante.

2.- Población y tamaño de la muestra

Se tomó como población los 482 alumnos del ITSPE en la carrera de Ingeniería Industrial. En base a esta población y al nivel de confianza del 95%, se determinó de forma estadística el número de estudiantes a los que se debía de realizar las medidas, obteniendo el siguiente resultado.

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

Dónde:

n = El tamaño de la muestra.

N = Tamaño de la población.

δ = Desviación estándar de la población de 0.5.

Z = Nivel de confianza de 95% equivalente a 1,96.

e = Límite aceptable de error muestral que, generalmente cuando no se tiene su valor, suele utilizarse un valor que varía entre el 1% (0,01) y 9% (0,09).

DATOS:

N = 482 alumnos de ingeniería industrial

Desviación estándar= 0.5

Z = 1.96 para 95 % de confianza

RESULTADO

$$n = \frac{0.9604}{(481)(0.0081) + (0.25)(3.8416)}$$

e = 0.09

n = 95 alumnos

3.- Mediciones, Media, Desviación estándar y Percentil.

Se obtiene una base de datos, para determinar los valores de media, desviación estándar y el percentil, necesarios para la obtención de la medida final.

Tabla No. 1 Datos para determinar altura de los alumnos del ITSPe denominada antropométricamente como Altura Codo- Suelo (CSp).

| | | | | | | | | |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 94 | 91 | 91 | 92 | 94 | 94 | 91 | 92 | 91 |
| 91 | 94 | 94 | 94 | 92 | 91 | 92 | 92 | 94 |
| 92 | 92 | 94 | 94 | 94 | 92 | 94 | 91 | 94 |
| 92 | 92 | 91 | 92 | 91 | 92 | 91 | 94 | 94 |
| 91 | 92 | 92 | 94 | 94 | 91 | 94 | 94 | 94 |
| 92 | 92 | 91 | 94 | 92 | 94 | 94 | 94 | |
| 94 | 94 | 91 | 93 | 92 | 94 | 94 | 91 | |
| 91 | 94 | 94 | 91 | 94 | 94 | 91 | 94 | |
| 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 91 | 92 | 92 | |
| 91 | 91 | 94 | 92 | 92 | 94 | 92 | 91 | |

Estadísticas descriptivas:

C1 Conteo

Variable total Media Desv.Est. Varianza

C1 95 92.526 1.328 1.763

De acuerdo a la tabla proporcionada por Mondelo, 2001, se considera un valor de $\beta = 1.645$ para un percentil del 95%.

$P(\%) = \mu \pm \beta \delta$.

$P95\% = 92.526 - (1.645)(1.763) = 92.526 - 2.900 = 90 \text{ cm}$

Conclusión: la altura de la estructura metálica del prototipo didáctico de banda transportadora deberá tener una altura de 90 cm para que el 95% de los alumnos de la carrera de ingeniería industrial del ITSPe pueda utilizar el equipo sin dificultad y quedará un 5% en el prototipo didáctico de la población fuera del alcance, o que tendrá que realizar un sobre-esfuerzo para realizar las actividades

Cálculo de la velocidad lineal de la banda.

Parámetros de diseño del prototipo didáctico:

Longitud de la banda transportadora 9 metros, tiempo de cada ciclo de transporte 17.19 segundos, a 60 Hz. La velocidad lineal de la banda, se determina con la siguiente fórmula:

$$\text{Velocidad} = \frac{\text{distancia metros}}{\text{tiempo seg}}$$

$$\text{Velocidad} = \frac{9 \text{ m}}{17.19 \text{ s}} = 0.5236 \text{ m/s}$$

Calculo del ángulo de inclinación.

De acuerdo con Pirelly William, 1992, el ángulo de inclinación de una banda transportadora se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Angulo} = \text{Inv Tan} \frac{H}{L_p}$$

Dónde:

H = Altura en metros L_p = Longitud de la banda en metros

Los parámetros de diseño del prototipo didáctico de la banda transportadora son; Longitud 9 metros y altura 90 cm. Sustituyendo en la ecuación:

$$\text{Angulo} = \text{Inv Tan} \frac{0.9 \text{ m}}{9 \text{ m}}$$

Angulo = 0.099° Que es prácticamente cero.

Calculo de la tensión de la banda.

La tensión de la banda se puede calcular con la siguiente fórmula (Pirelli William, 1992):

$$\text{Tensión} = \frac{75 \times N}{V} K$$

Donde:

N = Potencia del motor en KW

V = velocidad de la banda en m/seg

K = Constante de fricción

Datos de diseño del prototipo didáctico:

Potencia del motor 1HP = 746 watts = 0.0746 KW

Velocidad de la banda = 0.5236 m/seg

Constante K = 2. (Tomado de Pirelli 1992)

$$\text{Tensión} = \frac{(75)(0.0746)}{(0.5236)} (2)$$

$$\text{Tensión} = 21.36 \text{ N/m}$$

Calculo del ancho de la banda.

El ancho de la banda tiene gran importancia en el tamaño del material a transportar. El ancho de la banda no debe ser menor de tres veces la dimensión más grande del mayor grano de material a transportar. (Pirelli William, 1992).

El criterio anterior se cumple para el diseño del prototipo didáctico propuesto ya que los materiales a ensamblar son piezas LEGO que miden en promedio 20 cm de largo.

Selección de los rodillos.

Para hacer una selección apropiada de los rodillos, se deben consultar los catálogos de los fabricantes, sin embargo y de manera general, se pueden tomar los valores que proporciona Pirelli William, 1992. El diámetro de los rodillos empleados en el prototipo didáctico de la banda transportadora es de 4plg (102mm), clasificándose como clase de servicio ligero.

Ensamble de piezas del prototipo

El siguiente paso consiste en la medición, corte y ensamble de piezas para definir las características adecuadas del diseño del equipo. En la figura 2 se indican las piezas y sus dimensiones para tomarlo como referencia en el ensamble.

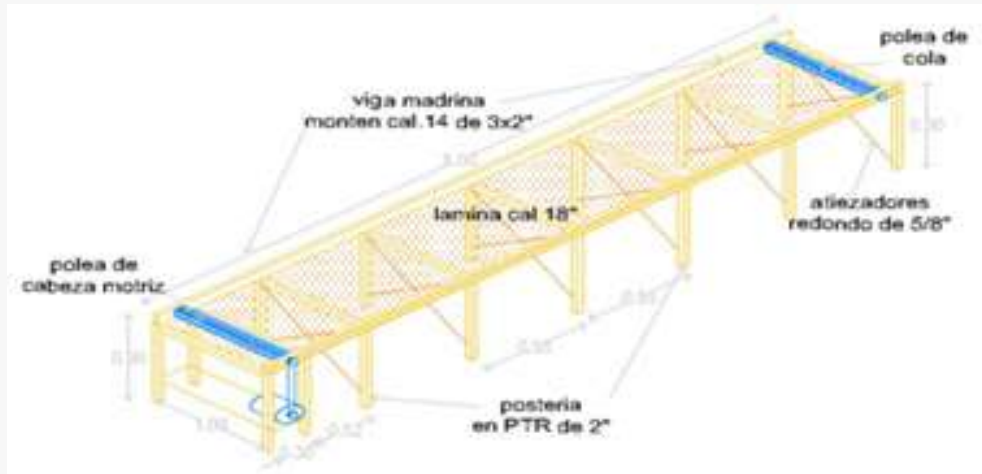


Figura 2. Materiales y accesorios a utilizar en el ensamble del equipo.

Propuesta de automatización del prototipo didáctico

El equipo se entrega trabajando normalmente en su forma mecánica, de acuerdo a como se indica a continuación.

El proceso de trabajo implica representar un proceso de producción en serie, suministrando material a las cuatro estaciones de trabajo por medio de una banda transportadora. El tablero de control proporciona la energía para energizar y poner en marcha el equipo, que esta acoplada a un motor reductor, el cual es enlazado por medio de una cadena giratoria para obtener una velocidad constante de la banda, velocidad que será controlada por un inversor de frecuencia y de esta manera se podrán transportar los materiales a cada estaciones de trabajo.

Se contará con cuatro estaciones de trabajo donde el operario ensamblará la parte del producto que le corresponde, previo un estudio de tiempos y con ello aplicar los principios de un balanceo de líneas de producción.

En lo que respecta a la propuesta de automatización del equipo, la banda continuara su movimiento normalmente, solo que ésta transportara los pallets donde se colocara el material a ensamblar y esta se detendrá por la acción de un final de carrera tipo rodillo y con la acción.

Los puestos de trabajo cuentan con elementos de mando llamados pulsadores, que serán accionados por medio de finales de carrera que se encuentran incorporados en cada puesto de trabajo, es así que el operario podrá suministrar la materia prima de acuerdo con sus requerimientos.

Costo del prototipo

La cotización de los materiales que se utilizaron para la construcción del equipo se realizó en casas comerciales de la ciudad de Teziutlán Puebla.

La empresa Ferretez, presento la cotización más accesible a nuestro presupuesto, con una cantidad de \$8,050.00. El resto de los materiales fueron conseguidos a un menor precio con los industriales de la región, por lo que no se presenta cotización.

Tabla 2. Costo de materiales por terceros del prototipo didáctico.

| | | |
|---|--------------------------------|--------------|
| 1 | Caja de control con accesorios | \$ 7,500.00 |
| 2 | Motor Reductor de IHP | \$ 3,500.00 |
| 3 | Rodillos | \$ 2,500.00 |
| 4 | Banda de Hule (Neopreno) | \$ 3,500.00 |
| 5 | TOTAL | \$ 17,000.00 |

Finalmente el costo total del prototipo didáctico es el siguiente:

Tabla 3 Costo total parte mecánica del prototipo didáctico

| | |
|---------------------------------------|--------------|
| Total Cotización Ferretez S.A de C.V. | \$ 8,058.00 |
| Total materiales por terceros | \$ 17,000.00 |
| GRAN TOTAL | \$ 25,058.00 |

Debido a que no se tiene un prototipo similar en el mercado o en alguna institución, no podemos hacer el comparativo del costo, pero podemos hacer un comparativo con el precio del equipo denominado transportador de cadena que lo proporciona el CITT Celaya., el cual tiene un costo de \$ 160,229.

Tabla 4. Comparativo del costo del prototipo didáctico con el costo del transportador de cadena CITT CELAYA.

| | |
|--|--------------|
| Costo total prototipo didáctico (parte mecánica) | \$25,058.00 |
| Costo total CITT Celaya | \$160,229.00 |
| Diferencia | \$160,229.00 |

Costo de la propuesta de automatización.

El material que se necesita para automatizar el prototipo de la banda transportadora fue cotizado con la empresa FESTO.

El precio de \$72,000.00 es estrictamente lo necesario para automatizar el prototipo de la banda transportadora propuesto en este proyecto.

Finalmente para automatizar el prototipo didáctico tendríamos lo siguiente:

Tabla 5. Comparativo del costo del prototipo didáctico de banda transportadora contra la banda transportadora FESTO.

| | | |
|---------------------------------|-----------|-------------|
| Costo total prototipo didáctico | Festo | \$72,000.00 |
| automatizado | Prototipo | \$25,058.00 |
| | Total | \$97,058.00 |

Análisis de resultados

El prototipo de la banda transportadora se construyó en un periodo de seis meses,

Los resultados se expresan en los siguientes apartados:

- 1.Práctica de balanceo de líneas de producción.
- 2.Costo total de la banda transportadora parte mecánica
- 3.Costo total de la banda transportadora parte automatizada
- 4.Procedimiento de operación de la banda transportadora
- 5.Mantenimiento preventivo de la banda transportadora.

Práctica de balanceo de líneas de producción.

Con el equipo trabajando mecánicamente se realizó una práctica de balanceo de líneas de producción.

Metodología de la práctica:

- 1.Seleccione un producto a fabricar a fin de determinar la producción óptima.
- 2.Calcular los tiempos estándares para cada una de las operaciones por medio de la técnica del cronómetro o las técnicas de tiempos predeterminados.
- 3.Balancear la línea de producción por medio de las técnicas analíticas correspondientes.
- 4.Grabe las operaciones individuales y el flujo de la línea completo con cámara de video.
- 5.Obtenga sus conclusiones y observaciones.

Desarrollo de la práctica.

Tabla 6. Toma de Tiempos en segundos para 4 operarios

| Operarios | Operación | 1 | 2 | 3 | 4 | Promedio (seg.) |
|-------------|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|
| Válvula | Ensamblar cámara inflada | 28.58 | 28.87 | 28.70 | 28.60 | 28.54 |
| Quilómetros | Ensamblar cámara inflada | 28.00 | 28.88 | 28.18 | 28.87 | 28.37 |
| Neón | Ensamblar cámara inflada | 31.20 | 31.34 | 31.28 | 30.25 | 31.76 |
| Mechalisco | Ensamblar parte mecánica | 27.88 | 27.58 | 27.80 | 27.80 | 27.92 |
| Total | | | | | | 116.63 |

Cálculos

Jornada de trabajo de 8 horas = 480 minutos = 28.800 segundos

Tiempo total para armar un vehículo = 116.63 seg./Pieza = 1.94 minutos/Pieza

$$\text{Capacidad instalada} = \frac{28.800 \text{ s} \times 4 \text{ operarios}}{116.63 \text{ s}} = 988 \text{ piezas} \times 8 \text{ hrs} = 206 \text{ piezas} \times \text{min.}$$

Numero de operarios reales:

$$NOR = \frac{(206 \text{ piezas} \times \text{min.})(1.94 \text{ min.} \times \text{pieza})}{100\%} = 3.99 = 4 \text{ operarios}$$

| Cálculo de la tarea por operario | Cálculo de operarios por jornada |
|---|---|
| Tarea 1 = $\frac{28.800 \text{ s}}{28.58 \text{ s} \times \text{pieza}} = 1008 \text{ piezas/día}$ | Operacion 1 = $\frac{988 \text{ pieza} \times \text{día}}{1008 \text{ piezas} / \text{día}} = 0.98$ = 1 Operario |
| Tarea 2 = $\frac{28.800 \text{ s}}{28.37 \text{ s} \times \text{pieza}} = 1092 \text{ piezas/día}$ | Operacion 2 = $\frac{988 \text{ pieza} \times \text{día}}{1092 \text{ piezas} / \text{día}} = 0.95$ = 1 Operario |
| Tarea 3 = $\frac{28.800 \text{ s}}{31.76 \text{ s} \times \text{pieza}} = 907 \text{ piezas/día}$ | Operacion 3 = $\frac{988 \text{ pieza} \times \text{día}}{907 \text{ piezas} / \text{día}} = 0.95$ = 1 Operario |
| Tarea 4 = $\frac{28.800 \text{ s}}{29.92 \text{ s} / \text{pieza}} = 963 \text{ piezas} / \text{día}$ | |



$$\text{Operacion 4} = \frac{988 \text{ pzas / dia}}{963 \text{ piezas / dia}} = 1.07 \\ = 1 \text{ Operario}$$

Cálculo de la eficiencia:

$$\text{Eficiencia} = \frac{116.63 \text{ s}}{4 \text{ operarios} \times 31.76 \text{ s}} = 92 \%$$

Conclusión de la práctica

El objetivo principal para lo que fue diseñada la banda transportadora es que represente una línea de ensamble, en donde un producto se pueda armar progresivamente a medida que es transportado, pasando frente a estaciones de trabajo relativamente fijas, y que el proceso de la línea de ensamble pueda ser balanceado correctamente.

El problema del balanceo de línea es encontrar la forma de igualar lo más posible los tiempos trabajo en todas las estaciones de trabajo, lo cual se logró al observar los tiempos promedios obtenidos por cada operario. Para poder lograr un buen balanceo de líneas también fue necesario capacitar al operario y que a su vez, realizara su trabajo en forma repetitiva hasta dominar sus operaciones.

Mantenimiento del equipo.

En el siguiente cuadro se indica el programa de mantenimiento preventivo sugerido.

Conclusiones

- 1.El equipo trabaja correctamente para lo que fue propuesto, prácticas de balanceo de líneas de producción empleando piezas LEGO para su ensamble.
- 2.El prototipo permitirá aplicar los conocimientos de ingeniería industrial como el cálculo del tiempo estándar, análisis de operaciones, elaboración de diagramas de flujo de proceso, diagrama de operaciones, balanceo de líneas de producción, sistemas de tiempos predeterminados, entre otros.
- 3.Su diseño permitirá realizar distintas prácticas para la carrera de ingeniería industrial como Kan Ban, Kaizen, Smed, Poka Yoke, entre otras.
- 4.La automatización del prototipo didáctico, resulta ventajoso para el ITSPe, por su bajo costo de inversión y resuelve la problemática en infraestructura de talleres y laboratorios que se plantea en el programa institucional de innovación y desarrollo 2013 – 2018.
- 5.El prototipo didáctico podrá emplearse como parte de un programa de capacitación a empresas de la región para supervisores de calidad, supervisores de producción, analistas de tiempos, entre otros, y de esta forma, fortalecer la vinculación académica entre el ITSPe y el sector productivo.

Autorización y Renuncia

Cedo los derechos de autoría al Instituto Tecnológico de Tehuacán para publicar el escrito en su Revista Digital I+D=Dinámica del saber edición 2015. El autor no se responsabiliza por los cambios que sufra el contenido ni por las implicaciones que esto conlleve.

Referencias

GARCÍA C., R. (2006) Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo. Segunda Edición. Editorial Mc. Graw Hill. México

GARCIA N., H. (2010). Diseño de un transportador continuo de capacidad de 500 kg/hr. Escuela Politécnica Nacional. Facultad de Ingeniería Mecánica. Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniero Mecánico.

GROOVER, M., P. (2007). Automation, Production Systems, and Computer- Integrated Manufacturing, 3rd Edition). USA: Prentice.

NIEBEL B. y Freivalds A. (2011) Ingeniería industrial. Métodos, Estándares y diseños de trabajo. 11ava. Edición Editorial Alfa omega. México.

PIRELLI W.. (1992). Manual de fabricación de bandas y rodillos transportadores Editorial Mac Graw Hill- Impreso en Madrid (Argentina).

Programa Institucional de Innovación y Desarrollo PIID 2013- 2018, del Instituto Tecnológico Superior de Perote

Mondelo P. (2011). Ergonomía 3. Diseño de puestos de trabajo. Editorial Alfaomega. Segunda edición. México.

COMPETENCIAS CONCEPTUALES EN EL DISEÑO DE ELEMENTOS DE ACERO ASISTIDO POR COMPUTADORA

Eduardo López Sánchez¹
Rodolfo C. Medrano Castillo²

Ingeniería y Tecnología

RESUMEN

El diseño de los elementos de acero de una estructura normalmente involucra la selección adecuada de un perfil estructural que se usa para funcionar como tensor, puntal, viga o columna, de acuerdo a su posición y respuesta dentro de un sistema estructural. Normalmente se utilizan los modelos matemáticos planteados en los métodos de diseño basados en la respuesta a resistencia última o de esfuerzos de trabajo del material utilizado para la fabricación o laminado de los perfiles, en este caso, el acero estructural de grado ASTM A36. Si se sigue el procedimiento establecido en las Normas Técnicas Complementarias para Estructuras Metálicas del año 2004 (NTC-EM 2004) o en la metodología del Instituto Mexicano de Constructores de Acero del año 2010 (IMCA 2010), ambos basados en el diseño por factores de resistencia y de carga (DFRC) o LRFD (Load and Resistance Factor Design), derivados de la metodología americana del American Institute of Steel Construction versión 2010 (AISC 2010), se observará que existe una gran cantidad de expresiones matemáticas que dependen de las condiciones que se plantean para seleccionar la ecuación adecuada. Esto conduce a la implementación en la computadora, a través de un software que permita la programación básica de las estructuras de control, para asistir al diseño y selección del perfil acorde a las acciones de sollicitación: cargas de tensión, de compresión, momentos flexionantes, fuerzas cortantes, flexocompresión o esfuerzos combinados.

PALABRAS CLAVES: LRFD, perfiles, diseño, factores.

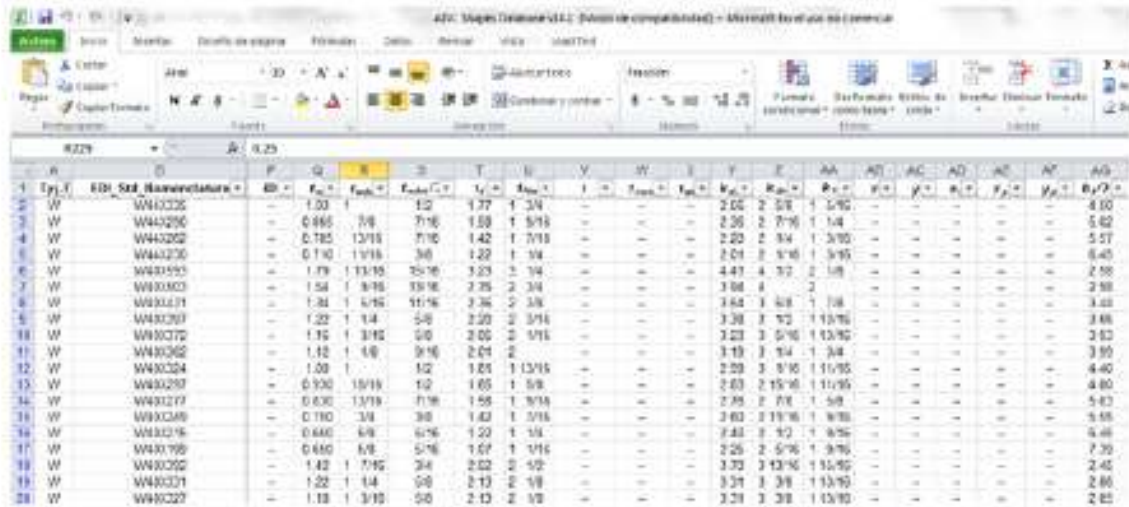
INTRODUCCION

La metodología LRFD requiere que las fuerzas actuantes en un elemento estructural, deban ser amplificadas a través de un factor de carga (load factor), y la respuesta del perfil seleccionado deban reducirse a través de un factor de resistencia (resistance factor) que permitan evaluar la desigualdad $\phi FR \geq \alpha FA$, en donde ϕ representa al factor de resistencia ($\phi \leq 1$), α representa al factor de carga ($\alpha \geq 1$), FR son las cargas resistentes del perfil y FA las fuerzas actuantes en el elemento. Por ejemplo, para la selección de un perfil que resista una carga amplificada de tensión, se considera un valor de $\phi=0.90$ ó $\phi=0.75$ para efectuar su revisión y aceptación, dependiendo de la respuesta del acero estructural ASTM A36 con $F_y=36$ ksi y $F_u=50$ ksi, respectivamente.

El diseño de un perfil estructural W, H, T, C, tubular, placas, combinaciones entre ellos, etc., es un problema más de revisión y selección que de diseño, pues la metodología sólo permite escoger el perfil que rebase los valores de comparación de resistencia sobre carga. Estos valores están relacionados con las propiedades geométricas de las secciones, que incluyen: área A, coordenadas del centroide C(x,y), momentos de área

Ingeniero civil, Instituto Tecnológico de Tehuacán, 2381092807, edulpzsan@gmail.com
2 Maestro en administración de la construcción, Instituto Tecnológico de Tehuacán,
2381087767, rodolfomedrano56@yahoo.com.mx

M_x, M_y , momentos de inercia I_x, I_y , radios de giro, constante de alabeo, momento polar, módulos de sección, principalmente. Tradicionalmente esta información está contenida en los manuales de los proveedores de acero, como el manual de *Altos Hornos de México (AHMSA)* o del *IMCA*; actualmente existe una base de datos en *Excel* proporcionada por *AISC* que contiene todos los datos requeridos para la revisión y diseño de los diferentes perfiles permitidos por el *AISC*, que prácticamente coincide con los catálogos o manuales anteriormente mencionados. Ver figura 1. Base de datos en *Excel* de perfiles *AISC* 2010 v14.1 (*AISC Shapes Database v14.1*).



| R | S | D | P | Q | Z | T | U | V | W | X | Y | Z | AA | AD | AC | AD | AC | N | AG | |
|----|-----|-----|--------|-------------|-------|-------|------|------|--------|-----|-----|-----|------|--------|--------|-----|-----|-----|------|-----|
| 1 | Typ | ESD | Sol | Manufacture | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |
| 2 | W | | W40C25 | | 1.33 | 1 | 1.33 | 1.77 | 1.24 | | | | 2.05 | 2.59 | 1.44 | | | | 4.60 | |
| 3 | W | | W40C25 | | 0.465 | 3.0 | 3.16 | 1.59 | 1.575 | | | | 2.25 | 2.76 | 1.44 | | | | 5.82 | |
| 4 | W | | W40C25 | | 0.785 | 13.19 | 3.16 | 1.42 | 1.575 | | | | 2.25 | 2.94 | 1.375 | | | | 5.57 | |
| 5 | W | | W40C25 | | 0.710 | 13.19 | 3.6 | 1.22 | 1.54 | | | | 2.01 | 3.58 | 1.345 | | | | 6.45 | |
| 6 | W | | W40C25 | | 1.79 | 13.19 | 3.16 | 3.23 | 2.34 | | | | 4.47 | 4.92 | 2.58 | | | | 2.58 | |
| 7 | W | | W40C25 | | 1.54 | 1.34 | 3.16 | 3.25 | 2.34 | | | | 3.64 | 4 | 2 | | | | 2.98 | |
| 8 | W | | W40C25 | | 1.84 | 1.43 | 3.16 | 3.26 | 2.38 | | | | 3.64 | 4.24 | 1.98 | | | | 3.23 | |
| 9 | W | | W40C25 | | 1.22 | 1.4 | 3.6 | 2.22 | 2.574 | | | | 3.26 | 3.92 | 1.1976 | | | | 3.46 | |
| 10 | W | | W40C25 | | 1.75 | 3.16 | 3.6 | 2.05 | 2.575 | | | | 3.23 | 3.516 | 1.1345 | | | | 2.83 | |
| 11 | W | | W40C25 | | 1.12 | 1.46 | 3.16 | 2.01 | 2 | | | | 3.19 | 3.94 | 1.34 | | | | 3.99 | |
| 12 | W | | W40C25 | | 1.09 | 1 | 3.2 | 1.81 | 1.1319 | | | | 2.29 | 3.936 | 1.1615 | | | | 4.40 | |
| 13 | W | | W40C25 | | 0.930 | 15.19 | 3.2 | 1.85 | 1.58 | | | | 2.83 | 2.1546 | 1.1615 | | | | 4.80 | |
| 14 | W | | W40C25 | | 0.630 | 13.19 | 3.16 | 1.58 | 1.575 | | | | 2.75 | 3.78 | 1.58 | | | | 5.83 | |
| 15 | W | | W40C25 | | 0.780 | 3.6 | 3.6 | 1.43 | 1.575 | | | | 3.63 | 2.1936 | 1.976 | | | | 5.55 | |
| 16 | W | | W40C25 | | 0.640 | 4.8 | 4.76 | 1.23 | 1.54 | | | | 3.43 | 3.92 | 1.925 | | | | 4.46 | |
| 17 | W | | W40C25 | | 0.680 | 4.8 | 5.76 | 1.67 | 1.575 | | | | 2.25 | 2.576 | 1.376 | | | | 7.79 | |
| 18 | W | | W40C25 | | 1.42 | 1.745 | 3.4 | 2.22 | 2.572 | | | | 3.73 | 3.1316 | 1.1615 | | | | 2.45 | |
| 19 | W | | W40C25 | | 1.22 | 1.44 | 3.6 | 2.13 | 2.57 | | | | 3.21 | 3.38 | 1.1310 | | | | 2.86 | |
| 20 | W | | W40C25 | | 1.18 | 1.310 | 3.6 | 2.13 | 2.57 | | | | 3.21 | 3.38 | 1.1310 | | | | 2.85 | |

Fig. 1. Base de datos en Excel de perfiles AISC v14.1

Un conjunto de programas elaborados en Mathcad permite el cálculo de las propiedades geométricas de una sección definida mediante coordenadas, se presenta en el Anexo 1.

La descripción metodológica para el diseño o selección de un perfil determinado para resistir fuerzas de compresión, por ejemplo, contenida en las NTC-EM 2004 en el capítulo 3. Resistencia, subcapítulo 3.2 Miembros a compresión y en la parte 3.2.2 Resistencias de diseño presenta la siguiente información:

“La resistencia de diseño R_c de un elemento estructural de eje recto y de sección transversal constante sometido a compresión axial se determina como se indica a continuación. En cada caso particular deben revisarse todos los estados límite pertinentes para identificar el crítico, al que corresponde la resistencia de diseño.”

A continuación se muestra la descripción de toda la parte contenida en la norma para los miembros a compresión, tomada directamente como imágenes del documento en formato PDF:

3.2.2.1 Estado límite de inestabilidad por flexión

- a) Miembros de sección transversal H, I o rectangular hueca

$$R_c = \frac{F_y}{(1 + \lambda^{2n} - 0.15\lambda^{2n})^{1/n}} A_g F_x \leq F_y A_g F_x \quad (3.3)$$

donde

F_x factor de resistencia, igual a 0.9;

A_g área total de la sección transversal de la columna;

λ parámetro de esbeltez, que vale

$$\lambda = \frac{KL}{r} \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2 E}} \quad (3.4)$$

donde KL/r es la relación de esbeltez efectiva máxima de la columna; y

n coeficiente adimensional, que tiene alguno de los valores siguientes:

- 1) Columnas de sección transversal H o I, laminadas y flexionadas alrededor de cualquiera de sus ejes de simetría, o hechas con tres placas soldadas obtenidas cortándolas con oxígeno de placas más anchas, flexionadas alrededor del eje de mayor momento de inercia, de acero con límite de fluencia no menor de 414 MPa (4 220 kg/cm²) y con patines de no más de 50 mm de grueso, columnas de sección transversal rectangular hueca, laminadas en caliente o formadas en frío y tratadas térmicamente, o hechas con cuatro placas soldadas, de acero con límite de fluencia no menor de 414 MPa (4 220 kg/cm²), y todos los perfiles con dos ejes de simetría relevados de esfuerzos, que cumplen con los requisitos de las secciones 1, 2 ó 3 de la sección 2.3.1; $n = 2.0$.

- 2) Columnas de sección transversal H o I, laminadas o hechas con tres placas soldadas obtenidas cortándolas con oxígeno de placas más anchas, y columnas de sección transversal rectangular hueca, laminadas o hechas con cuatro placas soldadas, que cumplen con los requisitos de las secciones tipo 1, 2 ó 3 de la sección 2.3.1; $n = 1.4$.

- 3) Columnas de sección transversal H o I, hechas con tres placas laminadas soldadas entre sí, que cumplen con los requisitos de las secciones tipo 1, 2 ó 3 de la sección 2.3.1; $n = 1.0$.

- b) Miembros cuya sección transversal tiene una forma cualquiera, no incluida en 3.2.2.1.a:

R_c se calcula con la ecuación 3.3, con $n = 1.4$; y

F_x factor de resistencia, igual a 0.9;

3.2.2.2 Estados límite de pandeo por torsión o por flexotorsión

Los estados límite de pandeo por torsión o por flexotorsión deben revisarse en miembros comprimidos de sección transversal con uno o ningún eje de simetría, tales como ángulos y térs, o con dos ejes de simetría pero muy baja rigidez torsional, como las secciones en forma de cruz y las hechas con placas muy delgadas.

Cuando la sección transversal de la columna es tipo 1, 2 ó 3, la resistencia de diseño, R_c , se determina con la ec. 3.3, con $n = 1.4$ y $F_x = 0.85$, sustituyendo λ por λ_e , dada por

$$\lambda_e = \sqrt{\frac{F_y}{F_e}} \quad (3.5)$$

donde F_e es el menor de los esfuerzos críticos de pandeo elástico por torsión o flexotorsión; se determina de acuerdo con los incisos 3.2.2.2.a al 3.2.2.2.c.

- a) Columnas de sección transversal con dos ejes de simetría:

$$F_e = \left[\frac{\pi^2 E C_y}{(K_y L_y)^2} + G J \right] \frac{I_x}{I_x + I_y} \quad (3.6)$$

- c) Columnas de sección transversal con un eje de simetría, sujetas a pandeo por flexotorsión:

F_e es el menor de los valores calculados con las ecuaciones 3.7 y 3.15.

- d) Columnas cuyas secciones transversales no tienen ningún eje de simetría:

F_e se calcula con la ecuación 3.8.

En la determinación de F_e se utilizan los radios de giro de la sección transversal completa.

Como puede observarse, se presentan diferentes condiciones que llevan a la selección de la ecuación correcta

dependiendo de diversas alternativas, por ejemplo, los estados límite, el tipo de sección, la condición del perfil, etc.

Como veremos mas adelante, esta metodología se aborda perfectamente usando la programación y la modelación en Mathcad 14.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El problema fundamental en el diseño de elementos de acero, es la selección adecuada del perfil que cumpla con los requisitos de resistencia necesarios para absorber los esfuerzos proporcionados por las fuerzas actuantes sobre el elemento. Esto implica escoger el perfil que presenta las propiedades geométricas de la sección transversal que ofrezca valores que rebasen los parámetros solicitados; por ejemplo, para un elemento trabajando a tensión, como un tensor de una armadura, el parámetro geométrico solicitado es el área neta comparada contra el área de la sección transversal del perfil escogido. En el caso de una viga trabajando a flexión, la comparación de propiedades está fundamentada en la revisión de los módulos de sección elásticos y plásticos: S_x, S_y, Z_x, Z_y .

El análisis de la metodología propuesta por IMCA, NTC-EM o AISC, o cualquier normativa, permite observar que la selección correcta de la ecuación depende de múltiples opciones y condiciones que van llevando al diseñador por diferentes rutas hasta llegar a dicha ecuación; esto planteado en un programa computacional es controlado por esquemas de programación condicionada, o de selección múltiple a través de objetos de control que, incluidos en un modelo o en programa, ayudarán al diseñador a obtener el resultado adecuado. Además, el uso de expresiones algebraicas un tanto complejas, permite su cálculo apoyándose en los modelos computacionales comparado con el hecho de realizarlas manualmente con ayuda de una calculadora científica.

OBJETIVOS

Lograr en el alumno una mejor competencia conceptual de la metodología para diseñar o seleccionar elementos de acero estructural, usando asistencia computacional basadas en modelos electrónicos implementados en Mathcad 14.

Involucrar al alumno en el desarrollo de aplicaciones sencillas, adecuadas a las necesidades de los métodos y técnicas que se estudian en ingeniería civil, específicamente en el área de diseño de elementos de acero, para apoyar en la resolución de problemas prácticos, mejorando su competencia actitudinal.

Proporcionar una nueva técnica de razonamiento lógico y de análisis de problemas basados en los algoritmos que se requieren para programar en un lenguaje de programación de fácil asimilación.

MARCO TEORICO

El diseño de elementos de acero es un área que requiere técnicas matemáticas para aplicarse en la solución de diversos problemas prácticos, seleccionando el perfil de sección transversal adecuado. Por ello, es importante que el estudiante tenga un dominio completo de la interpretación de la normativa para el diseño de elementos de acero y su implementación en un modelo computacional.

METODOLOGIA

Se propone realizar modelos computacionales implementados dentro del software comercial Mathcad 14 y desarrollar sencillas aplicaciones que permitan al estudiante, en su futuro papel como diseñador, experimentar con el diseño y selección del perfil más adecuado de acuerdo a la metodología de las normativas NTC-EM, IMCA o AISC. Se mostrarán imágenes correspondientes a los modelos desarrollados que se han mostrado en el aula, en nuestro quehacer docente, ejecutados en una computadora laptop y proyectado con un cañón, en donde se explica, primero, la forma de diseñar los modelos, la selección de las variables de acuerdo a cada entorno computacional, el desarrollo de las variables de acuerdo a cada entorno computacional, el desarrollo de las expresiones matemáticas

requeridas, la necesidad de crear esquemas de programación, sean estructurados o funcionales, para simplificar la ejecución del programa, el análisis de los resultados y su aplicación en la práctica profesional, resaltando la importancia que tiene la correcta interpretación para un adecuada toma de decisiones. Los modelos mostrados a continuación permitirán: Caso1. Diseñar un elemento a compresión, y Caso 2. Revisar un elemento viga a flexión y cortante en un marco bidimensional

Artículo publicado en la Revista Académica (40), número 14, de www.iceh.ucaem.edu.mx

Caso 1. Diseño de elemento a compresión, bajo la metodología AISI 2010.

Calcule la resistencia de diseño por compresión de un perfil WT13 5x80.5. La longitud efectiva con respecto al eje X es de 25 pies-6 pulg. la longitud efectiva con respecto al eje Y y al eje Z es de 20 pies. Considere acero A36.

| | | |
|----------------------|---|--|
| Datos del acero A36 | $E_s = 29000 \text{ ksi}$ | $E_s = 2.019 \times 10^6 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ |
| | $G_s = 11200 \text{ ksi}$ | |
| | $F_y = 36 \text{ ksi}$ | $F_y = 2.511 \times 10^3 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ |
| Datos de la columna: | $L_{ex} = 25 \text{ ft} - 6 \text{ in}$ | $L_{ex} = 7.772 \text{ m}$ |
| | $L_{ey} = 20 \text{ ft}$ | $L_{ey} = 6.096 \text{ m}$ |
| | $L_{ez} = L_{ey}$ | $L_{ez} = 6.096 \text{ m}$ |

| | |
|----------------------------------|---------------------------|
| Datos del perfil: WT13 5x80.5 | $A_g = 23.3 \text{ in}^2$ |
| | $I_x = 370 \text{ in}^4$ |
| | $I_y = 248 \text{ in}^4$ |
| | $r_x = 3.95 \text{ in}$ |
| | $r_y = 3.23 \text{ in}$ |
| | $J_x = 7.33 \text{ in}^6$ |
| | $C_w = 42.7 \text{ in}^6$ |
| | $t_f = 1.60 \text{ in}$ |
| | $H_x = 8.81 \text{ in}$ |
| | $H_y = 8.81 \text{ in}$ |

Procedimiento de cálculo: $\gamma_0 = 0.0 \text{ m}$ $\gamma_2 = 0.0 \text{ m}$

Dos ejes de simetría

Tabla de Clasificación

Asimétrico

$$F_{ex} = \frac{\pi^2 E_s I_x}{\left(\frac{L_{ex}}{r_x}\right)^2} \quad F_{ex} = 47.692 \text{ ksi}$$

$$F_{ey} = \frac{\pi^2 E_s I_y}{\left(\frac{L_{ey}}{r_y}\right)^2} \quad F_{ey} = 51.842 \text{ ksi}$$

$$F_{ez} = \left(\frac{\pi^2 E_s C_w}{L_{ez}^2} - 0.15 \right) \frac{1}{A_g \gamma_0^2} \quad F_{ez} = 110.891 \text{ ksi}$$

$$F_x = \begin{cases} \left(\frac{r^2 E_x C_w}{I_{xt}^2} + C_x \right) \frac{1}{L_x + L_y} & \text{if } \eta_{\text{perfil}} = 1 \\ \frac{F_{ey} + F_{ex}}{2H_0} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{4F_{ey}F_{ex}H_0}{(F_{ey} + F_{ex})^2}} \right] & \text{if } \eta_{\text{perfil}} = 2 \\ \text{if } \eta_{\text{perfil}} = 3 \\ \begin{cases} a_0 \leftarrow -F_{ex}F_{ey}F_{ex}P_8^{-1} \\ a_1 \leftarrow (F_{ex}F_{ey} + F_{ex}F_{ex} + F_{ey}F_{ex})P_8^{-2} \\ a_2 \leftarrow \left[\frac{F_{ey}H_0^2}{I_0^2} - \frac{F_{ex}H_0^2}{I_0^2} - (F_{ex} + F_{ey} + F_{ex}) \right] P_8^{-1} \\ a_3 \leftarrow H_0 \\ f \leftarrow \text{TarjetasCardano}(a_0, a_1, a_2, a_3) \\ F_x \leftarrow \min(f) P_8 \end{cases} \end{cases}$$

$$\phi_{LRFD} = 0.85$$

$$F_y = 47.815 \text{ ksi}$$

$$\lambda_x = \sqrt{\frac{F_y}{F_x}} \quad \lambda_x = 0.888$$

$$\lambda_y = \frac{L_{yt}}{r_y} \sqrt{\frac{F_y}{E_x}} \quad \lambda_y = 0.889$$

$$F_{GAISC} = \begin{cases} 0.658 \lambda_c^2 F_y & \text{if } \lambda_c \leq 1.5 \\ \frac{0.877}{\lambda_c^2} F_y & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$F_{GAISC} = 23.914 \text{ ksi}$$

$$P_{RAISC} = F_{GAISC} A_g$$

$$P_{RAISC} = 604.731 \text{ kip}$$

$$P_{RAISC} = 278.754 \text{ Ton}$$

$$P_{RAISC} = \phi_{LRFD} P_{RAISC}$$

$$P_{RAISC} = 514.239 \text{ kip}$$

$$P_{RAISC} = 237.791 \text{ Ton}$$

En el caso anterior, se requiere un programa que permita encontrar las raíces de un polinomio de tercer grado, por lo cual se implementa dentro del modelo un programa que utilice las ecuaciones de Tartaglia-Cardano para hallar tales raíces. El programa de Tartaglia-Cardano es el siguiente:


$$\begin{aligned} \text{TartagliaCardano}(a_3, a_2, a_1, a_0) = & \begin{cases} b_0 = -\frac{a_2}{3} \\ c_1 = \frac{a_1}{3b_0} \\ c_2 = -\frac{a_0}{b_0} \\ b_3 = a_3 + a_2 + a_1 \left(\frac{1}{3}c_1 - 2c_2^2 \right) \\ b_2 = a_2 + a_1 c_1^2 \\ b = \frac{b_3^2}{4} + b_2^3 \\ E = \sqrt{\frac{3b_3}{2} + \sqrt{b}} \\ F = \sqrt{\frac{3b_3}{2} - \sqrt{b}} \\ \text{if } b > 0 \\ \begin{cases} T_1 = E + F \\ T_2 = -\frac{E+F}{2} + \frac{\sqrt{3}}{2}(E-F) \\ T_3 = -\frac{E+F}{2} - \frac{\sqrt{3}}{2}(E-F) \end{cases} \\ \text{if } b = 0 \\ \begin{cases} T_1 = E + F \\ T_2 = -\frac{E+F}{2} \\ T_3 = T_2 \end{cases} \\ \text{otherwise} \\ \begin{cases} \theta = \frac{1}{3} \arccos \left(\frac{-b_0}{2\sqrt{b_1}} \right) \\ T_1 = -2\sqrt[3]{b_1} \cos(\theta) \\ T_2 = -2\sqrt[3]{b_1} \cos \left(\theta + \frac{2\pi}{3} \right) \\ T_3 = -2\sqrt[3]{b_1} \cos \left(\theta + \frac{4\pi}{3} \right) \end{cases} \\ r_1 = T_1 + b_0 \\ r_2 = T_2 + b_0 \\ r_3 = T_3 + b_0 \end{cases} \\ \begin{pmatrix} r_1 \\ r_2 \\ r_3 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Caso 2. Selección de un perfil para una viga trabajando a flexión y cortante bajo la metodología NTC-EM 2004.

En este modelo, se utiliza una conexión entre Mathcad y Excel para importar la base de datos AISC v14.1 y usa controles para seleccionar el perfil que ofrezca los parámetros geométricos que absorban los esfuerzos provocados por la flexión y el cortante.

En primer lugar se importa la base de datos de Excel a una matriz, denotada con la variable PERFILES. A partir de ella se generan submatrices para considerar los datos geométricos de cada uno de los perfiles manejados por AISC. En las variables de las propiedades de las secciones geométricas se incorporan las unidades del sistema inglés o el sistema métrico.

```

PERFILES :=  Tα
C:\Users\E...\PERFILES_AISC_03.xls

PERFIL_1 := submatrix(PERFILES, 1, 273, 1, 18)    PERFIL_4 := submatrix(PERFILES, 320, 340, 1, 18)
PERFIL_2 := submatrix(PERFILES, 274, 291, 1, 18)  PERFIL_5 := submatrix(PERFILES, 341, 372, 1, 18)
PERFIL_3 := submatrix(PERFILES, 292, 319, 1, 18)  PERFIL_6 := submatrix(PERFILES, 373, 412, 1, 18)

PERFIL_AISC := (PERFIL_TIPO)_{i-1,0}    PERFIL_AISC_mm := (PERFIL_TIPO)_{i-1,1}

I_x := (PERFIL_TIPO)_{i-1,5} · 10^6 · mm^4    Z_x := (PERFIL_TIPO)_{i-1,6} · 10^3 · mm^3    S_x := (PERFIL_TIPO)_{i-1,7} · 10^3 · mm^3
I_y := (PERFIL_TIPO)_{i-1,9} · 10^6 · mm^4    Z_y := (PERFIL_TIPO)_{i-1,10} · 10^3 · mm^3    S_y := (PERFIL_TIPO)_{i-1,11} · 10^3 · mm^3
d := (PERFIL_TIPO)_{i-1,15} · mm    t_w := (PERFIL_TIPO)_{i-1,16} · mm    t_f := (PERFIL_TIPO)_{i-1,17} · mm

PERFIL_7 := submatrix(PERFILES, 413, 539, 1, 18)    PERFIL_10 := submatrix(PERFILES, 827, 854, 1, 18)
PERFIL_8 := submatrix(PERFILES, 540, 812, 1, 18)  PERFIL_11 := submatrix(PERFILES, 855, 1463, 1, 18)
PERFIL_9 := submatrix(PERFILES, 813, 826, 1, 18)  PERFIL_12 := submatrix(PERFILES, 1464, 1958, 1, 18)

r_x := (PERFIL_TIPO)_{i-1,8} · mm    C_a := (PERFIL_TIPO)_{i-1,14} · 10^9 · mm^6    A_p := (PERFIL_TIPO)_{i-1,4} · mm^2
t_y := (PERFIL_TIPO)_{i-1,12} · mm    J_{sv} := (PERFIL_TIPO)_{i-1,13} · 10^3 · mm^4    W_p := (PERFIL_TIPO)_{i-1,3} ·  $\frac{kgf}{m}$ 

```

```
PERFIL13 := submatrix(PERFILES, 1959, 1995, 1, 18)
```

```
n := | I ← 273 if TIPO = 1  
      | I ← 17 if TIPO = 2  
      | I ← 27 if TIPO = 3  
      | I ← 20 if TIPO = 4  
      | I ← 31 if TIPO = 5  
      | I ← 39 if TIPO = 6  
      | I ← 126 if TIPO = 7  
      | I ← 272 if TIPO = 8  
      | I ← 13 if TIPO = 9  
      | I ← 27 if TIPO = 10  
      | I ← 608 if TIPO = 11  
      | I ← 894 if TIPO = 12  
      | I ← 36 if TIPO = 13
```

Considérese que los momentos flexionantes de un marco de una crujía de 15.00 m de claro con alturas de entrepiso de 5.00 m y 3.50 m, para el primer y segundo nivel, respectivamente, que soporta una losacero Ternium 25 que transmite las cargas factorizadas (1.5 para carga viva y 1.2 para carga muerta) a las vigas de 5.80 ton/m y 3.90 ton/m, respectivamente, como se muestra en la figura 3.

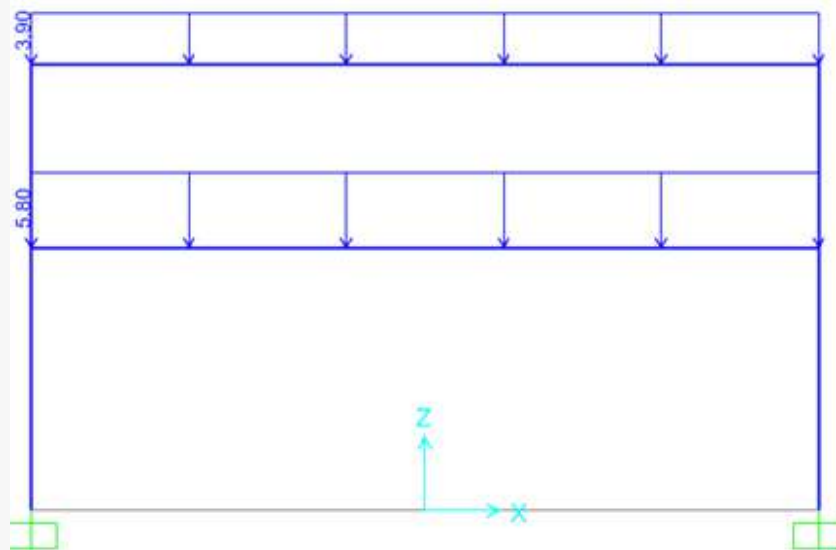


Figura 3. Marco para análisis.

Al realizar su análisis estructural se obtienen las siguientes acciones para la viga del primer nivel; para el momento flexionante obtenemos 103.37 ton-m, 60.70 ton-m y 67.67 ton-m en los lados derecho, centro e izquierdo, respectivamente, como se observa en la figura 4.

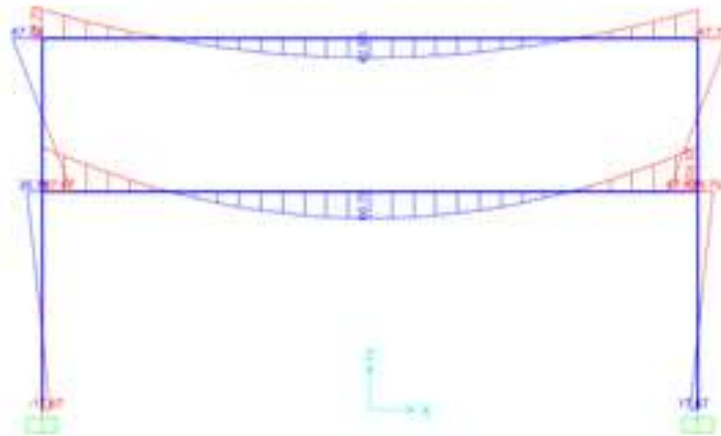


Figure 4. Momentos flexionantes en el marco analizado.

Las fuerzas cortantes de la viga del primer nivel se muestran en la figura 5.

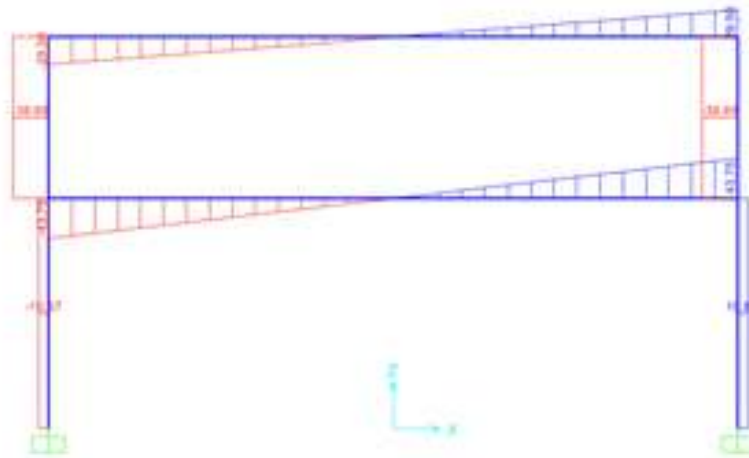


Figure 5. Fuerzas cortantes del marco analizado.

Seleccione el perfil

TIPO =

- W
- M
- S
- HP
- C
- MC
- L
- WT
- MT
- ST
- ZI
- HSS
- PIPE

$i =$



$a = 273$

$i = 100$

Perfil seleccionado:

PERFIL_AISC = "W14X120"

PERFIL_AISC_ana = "W14X120"

| | | | |
|--|---|--|---|
| Módulo de elasticidad: | $E_s = 207 \cdot 10^8 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ | Módulo de Poisson: | $\mu = 0.32$ |
| Módulo de cortante: | $G_s = \frac{E_s}{2(1 + \mu)}$ | | $G_s = 7.721 \cdot 10^7 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ |
| Fuerza del acero: | $F_y = 2520 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ | | |
| Esfuerzo máximo del acero: | $F_u = 4000 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$ | | |
| Área de la sección transversal: | $A_p = 434 \text{ cm}^2$ | | |
| Peso lineal: | $W_p = 341 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$ | $W_p = 229.141 \frac{\text{Nf}}{\text{m}}$ | |
| Momentos de inercia: | $I_x = 118000 \text{ cm}^4$ | $I_y = 27160 \text{ cm}^4$ | |
| Módulos de sección plásticos: | $Z_x = 11200 \text{ cm}^3$ | $Z_y = 2720 \text{ cm}^3$ | |
| Módulos de sección elásticos: | $I_{ex} = 9640 \text{ cm}^3$ | $I_{ey} = 1.45 \cdot 10^3 \text{ cm}^3$ | |
| Radio de giro: | $r_x = 27.2 \text{ cm}$ | $r_y = 7.9 \text{ cm}$ | |
| Constante de alabeo: | $C_w = 2.01 \cdot 10^7 \text{ cm}^6$ | | |
| Constante de Saint-Venant: | $J_{sv} = 2.14 \cdot 10^4 \text{ cm}^4$ | | |
| Momento último en el extremo de la viga: | $M_1 = 181.3 \text{ Ton}\cdot\text{m}$ | | |
| Momento último en el extremo de la viga: | $M_2 = 47.7 \text{ Ton}\cdot\text{m}$ | $M_u = \max(M_1, M_2)$ | |
| Cortante último en la zona crítica: | $V_u = 41.77 \text{ Ton}$ | | |

Tipo de curvatura del diagrama: Tipo curva = Curvatura doble

Longitud de la viga: $L_v = 15.00$ m

Seleccione el tipo de sección: Tipo 1

Restricción lateral de la viga o del patín Tipo 2

Tipo 3

Tipo 4

MENSAJE = "CONTINUAR CON EL CALCULO"

$$C_c = \begin{cases} \text{if } R_{\text{lim}} = M_1 > M_2 \\ \begin{cases} \text{if Tipo curva} \\ C_c = 0.60 - 0.40 \frac{M_1}{M_2} \\ C_c = 0.40 \text{ if } C_c < 0.40 \\ C_c = 0.60 + 0.40 \frac{M_1}{M_2} \text{ otherwise} \end{cases} \\ C_c = 1 \text{ otherwise} \end{cases}$$

$C_c = 1.21$

$$X_u = 4200 C_c \frac{Z_x F_y}{Q_x J_{xy}} \sqrt{\frac{C_b}{I_y}}$$

$X_u = 2.724$

$$X_y = \frac{1}{3} C_c \frac{Z_x F_y}{Q_x J_{xy}} \sqrt{\frac{C_b}{I_y}}$$

$X_y = 0.908$

$$L_{u1} = \frac{\sqrt{3} \pi}{X_u} \sqrt{\frac{E_x C_b}{Q_x J_{xy}}} \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_u^2}}$$

$L_{u1} = 3.748$ m

$$L_y = \frac{\sqrt{3} \pi}{X_y} \sqrt{\frac{E_x C_b}{Q_x J_{xy}}} \sqrt{1 + \sqrt{1 + X_y^2}}$$

$L_y = 14.243$ m

$$M_{u1} = \frac{\pi}{C_c L_y} \sqrt{E_x I_y Q_x J_{xy}} + \left(\frac{\pi E_x}{L_y} \right)^2 I_y C_b$$

$M_{u1} = 176.569$ Ton m

$$M_{Ed} = \frac{n E_s}{C_c L_v} \sqrt{I_y \left[\frac{I_{sv}}{2I} + \left(\frac{n}{L_v} \right)^2 C_s \right]}$$

$$M_{Ed} = 177.737 \text{ Ton m}$$

$$M_{U1} = \max(M_{Ed}, M_{Ed})$$

$$M_{U1} = 178.568 \text{ Ton m}$$

$$F_R = 0.90$$

$$M_p = \begin{cases} M_y + S_y F_y \\ M_p + X_2 F_y \\ \text{if } l_y \leq l_{cr} \\ \left\{ \begin{array}{l} \text{if } Tipo_{dacc} = 1 \vee Tipo_{dacc} = 2 \\ \left\{ \begin{array}{l} n_y + F_R M_p \\ n_y + F_R (1.5 M_p) \text{ if } n_y > F_R (1.5 M_p) \\ n_y + F_R M_p \text{ if } Tipo_{dacc} = 2 \end{array} \right. \\ \text{otherwise} \\ \left\{ \begin{array}{l} \text{if } Tipo_{dacc} = 1 \vee Tipo_{dacc} = 2 \\ \left\{ \begin{array}{l} \text{if } M_U > \frac{2}{3} M_p \\ \left\{ \begin{array}{l} a + 1.15 F_R M_p \left(1 - \frac{0.28 M_p}{M_U} \right) \\ n_y + F_R M_p \text{ if } a > F_R M_p \\ n_y + a \text{ otherwise} \end{array} \right. \\ n_y + F_R M_U \text{ otherwise} \end{array} \right. \\ \text{if } Tipo_{dacc} = 3 \\ \left\{ \begin{array}{l} \text{if } M_U > \frac{2}{3} M_p \\ \left\{ \begin{array}{l} n_y + 1.15 F_R M_p \left(1 - \frac{0.28 M_p}{M_U} \right) \\ n_y + F_R M_p \text{ if } n_y > F_R M_p \\ n_y + F_R \frac{n}{C_c L_v} \sqrt{E_s I_y C_s I_{sv}} \text{ otherwise} \end{array} \right. \end{array} \right. \end{array} \end{cases}$$

$$M_p = 124.911 \text{ Ton m}$$

$$ACEPTA_ME = \text{if}(\max(M_U, M_U) \leq M_p, \text{"SE ACEPTA"}, \text{"SELECCIONAR OTRO PERFL."})$$

$$ACEPTA_ME = \text{"SE ACEPTA"}$$

$$\begin{aligned}
 V_N := & \left. \begin{aligned}
 & ht \leftarrow 260 \text{ if } \frac{h}{t} > 260 \\
 & ht \leftarrow \frac{h}{t} \text{ otherwise} \\
 & ah_1 \leftarrow 3 \text{ if } \frac{a}{h} > 3 \\
 & ah_1 \leftarrow \frac{a}{h} \text{ otherwise} \\
 & ah_2 \leftarrow \left(\frac{260}{ht}\right)^2 \text{ if } \frac{a}{h} > \left(\frac{260}{ht}\right)^2 \\
 & ah_2 \leftarrow \frac{a}{h} \text{ otherwise} \\
 & ah \leftarrow \min(ah_1, ah_2) \\
 & k \leftarrow 5 \text{ if } \left[ah > 3 \vee ah > \left(\frac{260}{ht}\right)^2 \right] \wedge -aa \\
 & k \leftarrow 5.0 + \frac{5.0}{ah^2} \text{ otherwise} \\
 & v_n \leftarrow 0.66 \cdot F_y \cdot A_a \text{ if } ht \leq 0.98 \cdot \sqrt{\frac{E_s \cdot k}{F_y}} \\
 & v_n \leftarrow \frac{0.65 \cdot \sqrt{E_s \cdot F_y \cdot k}}{ht} \cdot A_a \text{ if } 0.98 \cdot \sqrt{\frac{E_s \cdot k}{F_y}} < ht \leq 1.12 \cdot \sqrt{\frac{E_s \cdot k}{F_y}} \\
 & \text{if } 1.12 \cdot \sqrt{\frac{E_s \cdot k}{F_y}} < ht \leq 1.40 \cdot \sqrt{\frac{E_s \cdot k}{F_y}} \\
 & \left. \begin{aligned}
 & v_n \leftarrow \left[\frac{0.65 \cdot \sqrt{E_s \cdot k \cdot F_y}}{ht} \cdot \left(1 - \frac{0.870}{\sqrt{1 + ah^2}} \right) + \frac{0.50 \cdot F_y}{\sqrt{1 + ah^2}} \right] \cdot A_a \text{ if } aa \\
 & v_n \leftarrow \frac{0.65 \cdot \sqrt{E_s \cdot k \cdot F_y}}{ht} \cdot A_a \text{ otherwise}
 \end{aligned} \right. \\
 & \text{if } ht > 1.40 \cdot \sqrt{\frac{E_s \cdot k}{F_y}} \\
 & \left. \begin{aligned}
 & v_n \leftarrow \left[\frac{0.905 \cdot E_s \cdot k}{ht^2} \cdot \left(1 - \frac{0.870}{\sqrt{1 + ah^2}} \right) + \frac{0.50 \cdot F_y}{\sqrt{1 + ah^2}} \right] \cdot A_a \text{ if } aa \\
 & v_n \leftarrow \frac{0.905 \cdot E_s \cdot k}{ht^2} \cdot A_a \text{ otherwise}
 \end{aligned} \right. \\
 & v_n
 \end{aligned}
 \end{aligned}$$

$$V_N = 233.132 \cdot \text{Ton}$$

$$V_R := F_R \cdot V_N \quad V_R = 209.819 \cdot \text{Ton}$$

ACEPTA_VR := if($V_R \geq V_u$, "Se acepta el perfil", "Seleccionar otro perfil")

ACEPTA_VR = "Se acepta el perfil"

REVISION POR FLEXION Y CORTANTE COMBINADOS:

Revision := if aa

| | |
|-----------|---|
| if | $0.6 \cdot V_R \leq V_u \leq V_R \wedge 0.75 \cdot M_R \leq M_u \leq M_R$ |
| | "SE ACEPTA EL PERFIL" if $0.727 \cdot \frac{M_u}{M_R} + 0.455 \cdot \frac{V_u}{V_R} \leq 1.0$ |
| | "NO SE ACEPTA EL PERFIL" otherwise |
| | "NO CUMPLE LA CONDICION DE LAS NTC" otherwise |
| otherwise | |
| | "SE ACEPTA EL PERFIL" if $\frac{M_u}{M_R} + \frac{V_u}{V_R} \leq 1.0$ |
| | "NO SE ACEPTA EL PERFIL" otherwise |

Revision = "SE ACEPTA EL PERFIL"

CONCLUSIONES

Este tipo de aplicaciones y modelos permiten ayudar al alumno a optimizar su competencia conceptual sobre las metodologías para el diseño de elementos de acero estructural que se explican en el aula, al observar, dentro del esquema de la lógica computacional, la toma de decisiones que se requieren para comprender su normativa.

Los modelos facilitan el cálculo complementario para obtener los parámetros que se usan en la selección adecuada del perfil estructural y los programas, una vez capturados por los alumnos en su respectivo ambiente, se convierten en fuertes herramientas que simplifican los cálculos para obtener los resultados correctos, permitiendo al alumno comprender, desde una nueva perspectiva de razonamiento, los conceptos relacionados con el diseño estructural, pues estos métodos deben ser comprendidos perfectamente por el futuro ingeniero civil, ya que son los aspectos que continuamente son solicitados en los trabajos profesionales relacionados con el diseño de edificaciones de acero estructural.

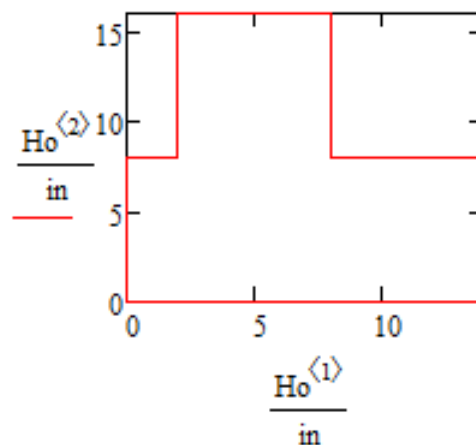
REFERENCIAS

Rivera Galán Rolando, Algoritmo para generar fórmulas de características geométricas de las secciones planas, su implementación en DERIVE, Ingeniería mecánica vol. 13 no. 1, 2010.

Se presentan las funciones para determinar las propiedades geométricas de una región delimitada por coordenadas, como se plantea en el artículo "Algoritmo para generar formulas de características geométricas de las secciones planas, su implementación en DERIVE", de Rolando Rivera Galán (2010).

Ejemplo: Determinar las propiedades geométricas de la región Ho

$$Ho := \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 14 & 0 \\ 14 & 8 \\ 8 & 8 \\ 8 & 16 \\ 2 & 16 \\ 2 & 8 \\ 0 & 8 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \cdot \text{in}$$



$$A_{xy}(Ho) = 160 \cdot \text{in}^2$$

$$P_{xy}(Ho) = 60 \cdot \text{in}$$

$$M_x(Ho) = 1024 \cdot \text{in}^3$$

$$M_y(Ho) = 1024 \cdot \text{in}^3$$

$$x_c(Ho) = 6.4 \cdot \text{in}$$

$$y_c(Ho) = 6.4 \cdot \text{in}$$

$$I_x(Ho) = 9557.333 \cdot \text{in}^4$$

$$I_y(Ho) = 8661.333 \cdot \text{in}^4$$

$$r_x(Ho) = 7.729 \cdot \text{in}$$

$$r_y(Ho) = 7.358 \cdot \text{in}$$

$$I_{xy}(Ho) = 6016 \cdot \text{in}^4$$

PROPIEDADES GEOMETRICAS DE LAS SECCIONES PLANAS:

Perimetro de la sección:

$$P_{xy}(xy) := \left| \begin{array}{l} n \leftarrow \text{length}(xy^{(1)}) \\ x \leftarrow xy^{(1)} \\ y \leftarrow xy^{(2)} \\ s \leftarrow 0 \\ \text{for } i \in 1..n-1 \\ \quad s \leftarrow s + \sqrt{(x_i - x_{i+1})^2 + (y_i - y_{i+1})^2} \\ s \end{array} \right.$$

Area de la sección:

$$A_{xy}(xy) := \left| \begin{array}{l} n \leftarrow \text{length}(xy^{(1)}) \\ x \leftarrow xy^{(1)} \\ y \leftarrow xy^{(2)} \\ s \leftarrow 0 \\ \text{for } i \in 1..n-1 \\ \quad s \leftarrow s + x_i \cdot y_{i+1} - x_{i+1} \cdot y_i \\ r \leftarrow \frac{s}{2} \end{array} \right.$$

Momento de área x:

$$M_x(xy) := \left\{ \begin{array}{l} n \leftarrow \text{length}(xy^{(1)}) \\ x \leftarrow xy^{(1)} \\ y \leftarrow xy^{(2)} \\ s \leftarrow 0 \\ \text{for } i \in 1..n-1 \\ \quad s \leftarrow s + (x_i - x_{i+1}) \cdot [(y_{i+1})^2 + y_{i+1} \cdot y_i + (y_i)^2] \\ r \leftarrow \frac{s}{6} \end{array} \right.$$

Momento de área y:

$$M_y(xy) := \left\{ \begin{array}{l} n \leftarrow \text{length}(xy^{(1)}) \\ x \leftarrow xy^{(1)} \\ y \leftarrow xy^{(2)} \\ s \leftarrow 0 \\ \text{for } i \in 1..n-1 \\ \quad s \leftarrow s + (-y_i + y_{i+1}) \cdot [(x_{i+1})^2 + x_{i+1} \cdot x_i + (x_i)^2] \\ r \leftarrow \frac{s}{6} \end{array} \right.$$

Coordenadas del centroide:

$$x_c(xy) := \frac{M_y(xy)}{A_{xy}(xy)}$$

$$y_c(xy) := \frac{M_x(xy)}{A_{xy}(xy)}$$

Momento de inercia x:

$$I_x(m) = \begin{array}{l} n = \text{length}(m^{(1)}) \\ x = m^{(1)} \\ y = m^{(2)} \\ i = 0 \\ \text{for } i = 1, n-1 \\ i = i + (x_i - x_{i+1}) [(x_{i+1})^2 + (x_{i+1})^2 x_i + x_{i+1} (x_i)^2 + (x_i)^3] \\ i = \frac{i}{12} \\ \text{end} \end{array}$$

Momento de inercia y:

$$I_y(m) = \begin{array}{l} n = \text{length}(m^{(1)}) \\ x = m^{(1)} \\ y = m^{(2)} \\ i = 0 \\ \text{for } i = 1, n-1 \\ i = i + (y_{i+1} - y_i) [(y_{i+1})^2 + (y_{i+1})^2 y_i + y_{i+1} (y_i)^2 + (y_i)^3] \\ i = \frac{i}{12} \\ \text{end} \end{array}$$

Momento de inercia XY:

$$I_{xy}(m) = \begin{array}{l} n = \text{length}(m^{(1)}) \\ x = m^{(1)} \\ y = m^{(2)} \\ i = 0 \\ \text{for } i = 1, n-1 \\ i = i + (x_i - x_{i+1}) [y_{i+1} [(2(y_{i+1})^2 + 2x_{i+1} y_i + (x_i)^2) + y_i [(y_{i+1})^2 - 2x_{i+1} y_i - 2(x_i)^2]] \\ i = \frac{i}{24} \\ \text{end} \end{array}$$

Radio de giro en x y y

$$r_x(m) = \sqrt{\frac{I_x(m)}{A_{xy}(m)}}$$

$$r_y(m) = \sqrt{\frac{I_y(m)}{A_{xy}(m)}}$$