

Selección de propuestas de ingeniería para medición de diámetros interiores en partes automotrices

M. C. Juan Manuel Olmos Aguilar¹, M. C. Juan José Pescador Espitia²,
M. C. Benjamín Octaviano Hernández García³

Resumen— Este trabajo consiste en la selección de la propuesta de ingeniería más adecuada para la medición de varios diámetros internos de forma automática en partes automotrices. La resolución del instrumento debe ser de 0.001 mm y que pueda medir los diámetros aun cuando estos tengan una tolerancia entre centros de 0.5 mm. Se buscaron todas las alternativas que pudieran medir diámetros y que fueran flexibles en la longitud de medición. Se estableció un método para evaluar la matriz para seleccionar las propuestas. Se consideraron 3 instrumentos de medición que son los que se adaptan a los requisitos de medición de los diámetros. Se evaluaron y se encontró que el dispositivo de medición mecánico pasa no pasa fue el más adecuado para realizar la medición de los diámetros.

Palabras clave— Dispositivos para fixtures, Sistemas de medición, propuesta de ingeniería, partes automotrices.

Introducción

La evaluación de la propuesta más adecuada para la medición de los diámetros internos es de gran importancia ya que con esto se resuelve el problema que muchas de las empresas automotrices tienen para la medición de sus componentes. La máquina que se debe diseñar debe medir varios diámetros internos de una pieza en la cual la variación entre los centros de estos diámetros es de ± 0.5 mm. Se estudió la pieza a medir y se consideró que se necesita una máquina de medición que pueda ajustar la distancia entre centros para poder hacer la medición de los diámetros de forma correcta.

Inicialmente se buscaron varios tipos de instrumentos de medición para diámetros internos. Primero los de tipo por atributos tales como: gauges de diámetros fijos, gauges mecánicos de diámetros variables, gauges electromecánicos de diámetros ajustables, etc. También se buscaron los instrumentos de medición de diámetros del tipo variables tales como: medición de diámetros internos por medios neumáticos.

Una de las especificaciones más importantes es que la máquina pueda corregir la variación que tienen los centros de los diámetros a medir, ya que esta puede ser hasta de 0.5 mm, por lo cual el posicionamiento del instrumento en el centro del diámetro es muy importante, además se debe considerar que la máquina deberá tener un rango de medición grande para poder medir varios diámetros de forma secuencial a distancias diferentes, esta longitud de medición deberá ser de al menos de 500 mm.

Descripción del Método

El método para el diseño de esta máquina es el siguiente:

1. Inicialmente hay que hacer una investigación de las máquinas, instrumentos, dispositivos que existe para poder seleccionar de forma adecuada los instrumentos de medición que se utilizaran en el diseño de la máquina. Además hay que buscar equipos que pudieran resolver el problema.
2. Hay que cotizar los instrumentos, dispositivos y máquinas que nos podría ayudar a resolver el problema de medición.
3. Hacer citas con proveedores de equipo de medición para que nos muestren sus equipos y nos hagan una propuesta de integración de una máquina con costos y cotización de estos equipos.
4. Realizar la propuesta de diseño que sea funcional y que se apegue a los requerimientos del cliente

Para el diseño de la propuesta se realizaron los siguientes pasos:

- A. Diseñar una estructura rígida en la cual se tengan dos referencias fijas donde se fijen las piezas a medir de forma automatizada.

¹ M. C. Juan Manuel Olmos Aguilar es jefe del área de diseño en el CRODE Celaya. jmolmos@hotmail.com

² M. C. Juan José Pescador Espitia es jefe del departamento de diseño y desarrollo de equipo edd@crodecelaya.edu.mx

³ M. C. Benjamín Octaviano Hernández García es jefe de proyectos en el CRODE Celaya rsorin@ieaa.edu.es

- B. Seleccionar los dispositivos de posicionamiento para la aproximación a los centros de medición de cada uno de los diámetros.
- C. Seleccionar el dispositivo de posicionamiento para el acercamiento del gauge de medición hacia el diámetro que se desea medir.
- D. Formular las propuestas o alternativas del dispositivo que haga el auto alineación del gage con respecto a la referencia al diámetro a medir. Para este punto de tomaron varias alternativas, haciéndose pruebas de funcionamiento y al final se determinó que el sistema de cono con auto alineación por medio de desplazamiento axial nos proporcionaba una buena alineación mecánica del eje del gauge con respecto al diámetro que se requiere medir.
- E. Finalmente se seleccionaron los sensores que nos determinarían si la pieza medida tiene las dimensiones apropiadas o si la pieza no pasa la prueba de medición. Un sistema electromecánico marca la pieza como buena o como pieza en mal estado.

Una vez terminada la propuesta de diseño, tenemos que comparar esta propuesta con las propuestas de los proveedores para cuantificar si nuestra propuesta es buena y cumple con los requerimientos del cliente en cuanto a costo, mantenimiento, exactitud y repetibilidad.

Cuando el análisis técnico indica que se tienen algunos diseños potencialmente factibles, se debe seleccionar el mejor disponible para un diseño detallado, creación de prototipo y pruebas. El proceso de selección casi siempre implica un análisis comparativo de las soluciones de diseño disponibles. En ocasiones una matriz de decisión ayuda a identificar la mejor solución al forzarlo a considerar varios factores de manera sistemática (Norton, 2013).

En este artículo se propone la selección del diseño de la máquina para medir diámetros internos, haciendo uso de una matriz de decisión de doble entrada tomando en consideración que la propuesta de diseño está basada en un dispositivo de auto alineación para la medición de cada uno de los diámetros de la pieza, con la finalidad de facilitar la toma de decisiones al contar con múltiples diseños los cuales cumplen con el objetivo en la resolución del problema inicial, y de esta manera poder evaluar los diseños comparando con los mismos criterios y la misma escala numérica en las ponderaciones de estos, de esta manera obtener un valor final y por ende la selección objetiva de una de las propuestas de diseño, de esta manera se llevó al cabo una metodología integrada por seis etapas como se muestra a continuación.

1. Reconocimiento del problema. (Identificación de una necesidad particular)
2. Identificación de múltiples soluciones posibles.
3. Definir criterios determinantes para la toma de decisión.
4. Determinación de escala numérica para la toma de decisión.
5. Calcular el valor del rango para cada alternativa |
6. Selección del diseño más promisorio (Solución óptima para el caso particular)

Cuadro 1 Metodología para la generación de la matriz de doble entrada.

Analizando los diferentes instrumentos de medición para diámetros internos se encontraron los siguientes tipos de instrumentos de medición y se analizaron tres alternativas de diseño:

ALTERNATIVA A (MEDIDOR ELECTRÓNICO PARA ORIFICIOS)

Este tipo de instrumento es una línea innovadora de medidores manuales para el control diametral de orificios. Representa el instrumento electrónico manual ideal para la medición del diámetro, la ovalidad y la conicidad de los orificios, donde se requieren prestaciones de elevada precisión. (MARPOSS, 2015)



Figura 1 Medidor manual para diámetros internos.

Para la propuesta de esta alternativa se puso en contacto con el proveedor (Mapross) el cual nos hizo la propuesta de un fixture de medición para la verificación de los diámetros, el cual se diseñaría con un medidor manual, sería integrado en la máquina para realizarlo de forma automática.

ALTERNATIVA B (ACTUADORES MULTIEJES)

Este tipo de actuadores se pueden utilizar de forma lineal y rotatoria con una alta precisión y exactitud. El acoplamiento electrónico habilita la velocidad constante mientras sigue una trayectoria en los ejes X, Y y Z. Este sistema puede habilitar la programación total de velocidad, posición y fuerza, todo al mismo tiempo. Este sistema multi ejes ofrece un rango muy alto de soluciones con mucha exactitud y precisión. Los actuadores lineales rotativos pueden utilizar una unidad rotatoria directa o por medio de engranes. (SMAC CORPORATION, 2015).

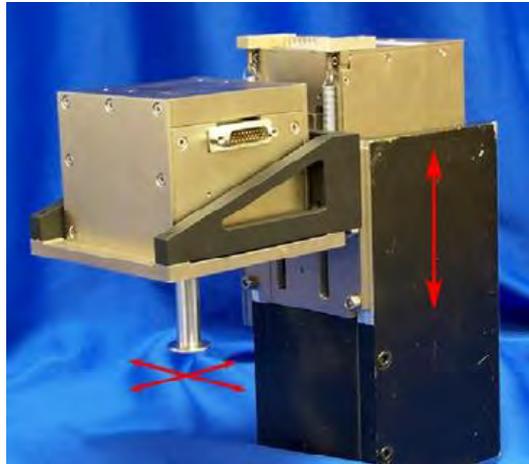


Figura 2 Actuator multi ejes.

Tuvimos una demostración del uso y aplicación de este equipo para la medición de los diámetros y nos hicieron la propuesta del diseño de una máquina para la solución del problema, en la cual incluyeron el costo de la máquina.

ALTERNATIVA C (MAQUINA DE MEDICION POR ATRIBUTOS PASA NO PASA)

Es un diseño de una máquina que principalmente tiene actuadores neumático para el posicionamiento a lo largo de los ejes de los diámetros a medir. La medición se hará a través de un gauge de diámetro, el cual tendrá un mecanismo de auto ajuste para encontrar el centro del diámetro, esto debido a que la tolerancia entre centros de los diámetros es muy grande y se pueden encontrar piezas con una variación hasta de 0.5 mm. El gauge estará rectificad y deberá entrar en el diámetro medido, en caso de no ser así, la pieza se considerara como defectuosa. En caso de que si entre

en el diámetro, el gage continuara con la siguiente medición. El dispositivo de auto alineación se basa en el principio del sensor de contacto palpador óptico mecánico. (ALI EXPRESS, 2015)

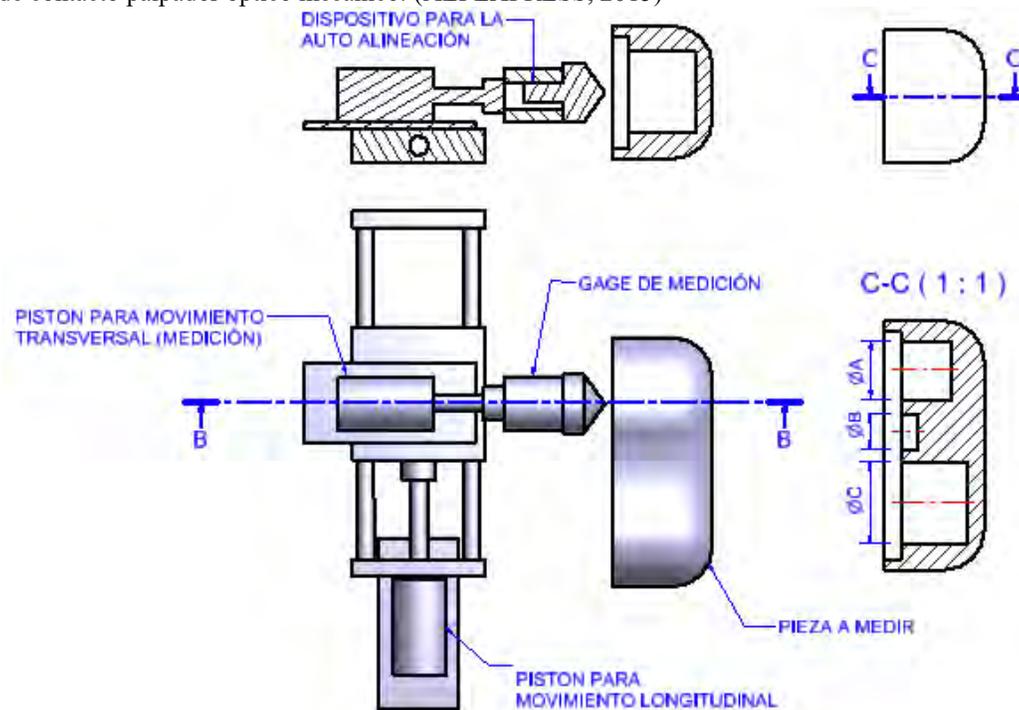


Figura 3 Máquina de medición por atributos pasa no pasa.

Todos los instrumentos de medición son muy buenos en cuanto a su resolución ya que la mayoría de estos miden valores en micrómetros, pero el verdadero problema es ubicar el instrumento de medición en los centros de los diámetros, ya que podemos encontrarnos una desviación de hasta 0.5 mm, lo que ocasiona un problema para la medición con cualquiera de los instrumentos antes citados, excepto con el medidor por atributos pasa no pasa que se propone, el cual tiene un mecanismo de auto alineación del gage de medición.

Se seleccionaron 3 alternativas de máquinas de medición que son los que se adaptan a los requisitos de medición de los diámetros, se evaluaron las tres alternativas y el resultado fue que la máquina de medición por atributos pasa no pasa fue la más adecuada para realizar la medición de los diámetros.

Los criterios son elementos fundamentales dentro de la presente investigación, por lo cual debe cuidarse que cada uno se desarrolle de manera correcta y con la calidad necesaria para asegurar la confiabilidad y validez del proyecto, toda vez que serán las directrices fundamentales de la matriz. Es así que a continuación se describe cada uno de ellos.

Costo: implica la estimación económica de todos los factores que deben ser tomados en consideración; así como las contingencias que pueden presentarse durante el desarrollo del proceso.

Mantenimiento: se considera un diseño funcional aquel que requiere poco mantenimiento y un costo mínimo en ajustes y reparaciones.

Exactitud: La exactitud de los instrumentos, dispositivos y mecanismos es parte importante para lograr que la máquina realice mediciones confiables.

Repetibilidad: Se realiza la validación y revisión de las mediciones en función de la repetibilidad de la máquina.

Finalmente se presenta la matriz de decisión de doble entrada generada a partir de la metodología referida en el cuadro 1, donde se presenta los criterios considerados como parte medular del proyecto y se muestran en la Tabla 1, también se muestra la propuesta de diseño seleccionada en la Figura 3, de acuerdo con la el valor numérico más

representativo que se aprecia en la columna denominada rango; en la cual se encuentra contenida la sumatoria tomando en cuenta los valores definidos por la expresión matemática del producto del factor de ponderación y el coeficiente asignado por el grupo de especialistas con base a los criterios ya descritos con anterioridad.

Las 3 propuestas evaluadas son las siguientes:

- A.- Medidor electrónico para orificios
- B.- Actuadores magnéticos multi ejes
- C.- Máquina de medición por atributos pasa no pasa

Los valores que se asignan serán:

Crterios	Costo	Mantenimiento	Exactitud	Repetibilidad	Rango
Factor de ponderación	.27	.15	.28	.30	1.0
Alternativas					
Alternativa A	$8 * 0.27 = 2.16$	$10 * 0.15 = 1.5$	$8 * 0.28 = 2.24$	$9 * 0.30 = 2.7$	8.6
Alternativa B	$7 * 0.27 = 1.89$	$9 * 0.15 = 1.35$	$10 * 0.28 = 2.8$	$10 * 0.30 = 3.0$	9.04
Alternativa C	$10 * 0.27 = 2.7$	$8 * 0.15 = 1.2$	$9 * 0.28 = 2.52$	$9 * 0.30 = 2.7$	9.12

Tabla 1 Matriz de doble entrada para la selección de la propuesta de diseño.

Comentarios Finales

Se puede concluir que el instrumento más caro no siempre es el que se adapta a las necesidades reales de la empresa. Es necesario hacer un estudio de las necesidades y restricciones que tenemos en nuestro problema a resolver.

Para realizar un diseño hay que investigar los diferentes instrumentos y a partir de ahí generar las diferentes alternativas de diseño para la propuesta de diseño del equipo.

Referencias bibliográficas.

I. BIBLIOGRAFÍA

ALI EXPRESS. (19 de SEPTIEMBRE de 2015). Obtenido de <http://es.aliexpress.com/w/wholesale-edge-finder-mechanical-edge-finder.html>

MARPOSS. (19 de SEPTIEMBRE de 2015). MARPOSS. Obtenido de http://www.marposs.com/product.php/spa/hbt_bore_gauge

SMAC CORPORATION. (19 de SEPTIEMBRE de 2015). SMAC . Obtenido de <http://www.smac-mca.com/products/multi-axis-actuators?osCsid=12s6ji3ousfu7rt8nbo5jgenh7>

Notas Biográficas

El **M.C. Juan Manuel Olmos Aguilar** es profesor del I. T. De Celaya. Su maestría es en Ingeniería Industrial en el I. T. De Celaya. Tiene una especialización en el área en sistemas mecatrónicos en la ciudad de Tsukuba, Ken, Japan. Proporciona servicios de consultoría e imparte cursos en las empresas de la región. Ha presentado diferentes conferencias en los Institutos Tecnológicos de México y ha escrito varias publicaciones en la revista pistas educativas del Instituto Tecnológico de Celaya.

El **M.C. Juan José Pescador Espitia** es Jefe del departamento del CRODE Celaya. Su maestría es en Ingeniería Industrial en el I. T. De Celaya. Ha presentado diferentes conferencias en los Institutos Tecnológicos de México y ha escrito varias publicaciones en la revista pistas educativas del Instituto Tecnológico de Celaya.

El **M.C. Benjamín Octaviano García** es profesor del I. T. De Celaya. Su maestría es en Ingeniería Electrónica en el I. T. De Celaya. Ha presentado diferentes conferencias en los Institutos Tecnológicos de México y ha escrito varias publicaciones en la revista pistas educativas del Instituto Tecnológico de Celaya.

Estudio del sinterizado en estado sólido de nanocompuestos de cobre reforzados con partículas de alúmina mediante dilatometría

L. Olmos¹, J.L. Cabezas-Villa², O. Jiménez³, H.J. Vergara- Hernández ⁴, P. Garnica⁵, M.L. Mondragón-Sánchez⁶

Resumen—Nanocompuestos de matriz metálica fueron fabricados mediante el proceso de metalurgia de polvos, en donde se utilizaron polvos de Cu como matriz, reforzados con nanopartículas de alúmina. La mezcla de polvos fue realizada mediante una turbula en seco durante una hora. Enseguida la mezcla fue prensada uniaxialmente en un dado de acero de 8 mm de diámetro con una presión de 500 MPa. Enseguida los compactos en verde fueron sinterizados en un dilatómetro vertical a una temperatura de 1000 °C bajo una atmósfera reductora. Se encontró que la adición de las nanopartículas reduce fuertemente la densificación durante el sinterizado. Sin embargo, también se observó que la unión de las partículas a nivel microscópico fue bien desarrollada, indicando que los aglomerados formados por las nanopartículas son los responsables de inhibir la densificación macroscópica. Finalmente se observó que el coeficiente de expansión térmica incrementó tanto como la fracción en volumen de nanopartículas fue mayor.

Palabras clave—Nanocompuestos, sinterizado en estado sólido, coeficiente de expansión térmica, dilatometría.

Introducción

La metalurgia de polvos es una técnica apropiada para la fabricación de materiales compuestos, los cuales han sido estudiados durante varias décadas y el sinterizado en estado sólido ha demostrado ser la técnica industrial más práctica para la obtención de los mismos. Este proceso tiene numerosas ventajas para la fabricación de piezas pequeñas y con formas complejas, ya que permite el ahorro de los materiales y de energía, así como la precisión dimensional (Abenojar et al. 2003, Rosso y Grande 2007, Kurgan y Varol 2010). Hoy en día la necesidad de materiales compuestos se ha convertido en una necesidad para la tecnología moderna, debido a sus mejoradas propiedades tanto físicas como mecánicas. Las principales aplicaciones incluyen industrias aeroespaciales, militares y automotrices. En la actualidad, se sugiere que las partículas de inclusiones de tamaño nanométrico ayudan a mejorar en gran medida la resistencia, dureza y desgaste (Park et al. 2001, Slipenyuk et al. 2006, Dobrzanski et al. 2006, Rahimian et al. 2009), sin embargo, su manejo y dispersión dentro de los compuestos no es fácil. Algunos trabajos se han desarrollado para estudiar la forma de mezclar y compactar este tipo de materiales, encontrando que la problemática mayor es la formación de aglomerados. Recientemente Yan et al. (2013) estudiaron el efecto del tamaño y la homogeneidad de las inclusiones rígidas por el Método de Elementos Discretos (DEM) encontrando que las partículas más pequeñas no presentan una distribución homogénea, lo cual reduce significativamente la densificación. Hong y Dharani (1995) por medio de simulaciones llegaron a la misma conclusión donde la rapidez de densificación se reduce por la aglomeración de las inclusiones. Se ha demostrado incluso que una cantidad muy pequeña de inclusiones (típicamente 3% vol.) puede afectar significativamente la densificación. Este efecto se ha atribuido a diferentes fenómenos tales como la tensión inducida de las inclusiones (Hsueh et al. 1986, Raj y Bordia 1989), heterogeneidades iniciales de empaquetamiento de las partículas De Jonghe y Rahaman (1989) y formación de un esqueleto rígido (De Jonghe y Rahaman 1986, Hsueh et al. 1986, Lange 1987, Bordia y Raj 1988, Raj y Bordia 1989, De Jonghe y Rahaman 1989, Sudre y Lange 1992). En este trabajo se estudió el efecto que genera la fracción en volumen de nanopartículas de alúmina en una matriz de cobre durante el sinterizado. Para lo cual, se utilizaron polvos de

¹ L. Olmos es Profesor-Investigador perteneciente al Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Tierra de la UMSNH, Morelia, México. luisra24@gmail.com (Autor corresponsal)

² J.L. Cabezas Villa es estudiante de doctorado en el Instituto de Investigaciones en Metalurgia y Materiales de la UMSNH, Morelia, México. luigy-luiss@live.com.mx

³ O. Jiménez es Profesor-Investigador perteneciente a la Universidad de Guadalajara. omar.jimenez.udg@gmail.com

⁴ H.J. Vergara es Profesor-Investigador perteneciente al Instituto Tecnológico de Morelia. hvergarah@yahoo.com

⁵ P. Garnica es Profesor-Investigador perteneciente al Instituto Tecnológico de Morelia. pgarnicag29@msn.com

⁶ M.L. Mondragón-Sánchez es Profesor-Investigador perteneciente al Instituto Tecnológico de Morelia. mlms@prodigy.net.mx

Cu con un tamaño promedio de $10\ \mu\text{m}$ e inclusiones de alúmina de $50\ \text{nm}$ lo que representa una relación de 200 veces el tamaño de las partículas de Cu.

Experimental

Se utilizaron como matriz polvos de Cu de forma casi esférica, con un tamaño promedio de distribución de partícula de $10\ \mu\text{m}$, los cuales fueron obtenidos de la empresa Sigma-Aldrich (Figura 1a). Como inclusiones se utilizaron partículas cerámicas de Alúmina (Al_2O_3) que tienen una forma esférica con un tamaño promedio de $50\ \text{nm}$ (Figura 1b). Para llevar a cabo la fabricación de los compuestos los polvos de Cu se mezclaron en seco con cuatro diferentes fracciones en volumen de las nanopartículas de Al_2O_3 , 3, 5, 10 y 15 %, respectivamente, mediante el uso de una turbula que los agitó durante 1 hora. Posteriormente, los polvos se introdujeron en un dado de acero de $8\ \text{mm}$ de diámetro para ser prensados uniaxialmente. El prensado se realizó con la ayuda de una máquina universal Instron 1150 utilizando una velocidad de desplazamiento del pistón de $1\ \text{mm}/\text{min}$ hasta alcanzar una presión máxima de $500\ \text{MPa}$. Después los compactos obtenidos fueron medidos y pesados para obtener la densidad en verde. Enseguida, los compactos en verde fueron sinterizados en un dilatómetro vertical Linseis L75, a una temperatura de $1000\ ^\circ\text{C}$ durante 1h en una atmósfera reductora (N_2 -5% H_2), utilizando una velocidad de calentamiento de $25^\circ\text{C}/\text{min}$. La densidad relativa final de los compactos fue determinada mediante la medición del volumen y el peso de cada muestra. Enseguida, la velocidad de deformación y de densificación fue obtenida a partir de los datos obtenidos en los ensayos de dilatometría. Finalmente, el coeficiente de expansión térmica fue evaluado con la ayuda del dilatómetro utilizado para el sinterizado, para lo cual las muestras fueron calentadas a $10^\circ\text{C}/\text{min}$ hasta una temperatura de 500°C bajo atmósfera reductora. La microestructura de los compactos sinterizados fue observada mediante microscopía electrónica de barrido (MEB) con un microscopio de la marca JEOL.

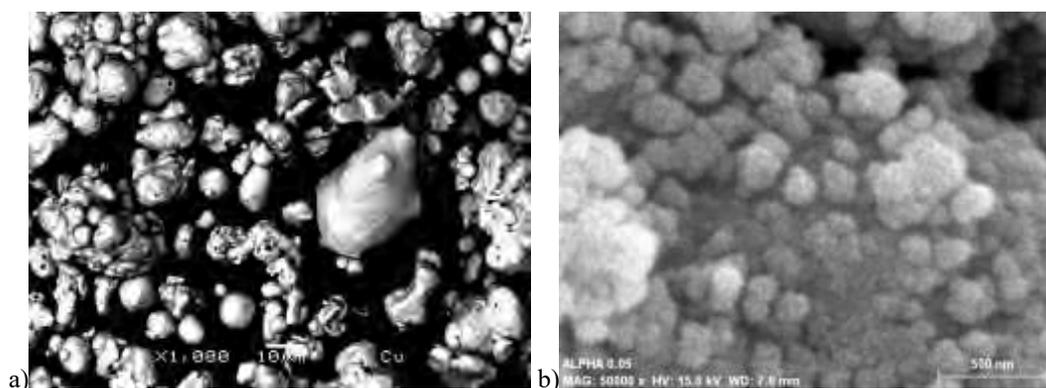


Figura 1. Micrografías de los polvos iniciales usados para la fabricación de nanocompuestos Cu- Al_2O_3 .

Resultados

El comportamiento de la mezcla de polvos durante el prensado axial es presentado en la Figura 2. Se puede observar que a medida que la fracción en volumen de las nanopartículas de alúmina se incrementa la máxima densidad relativa alcanzada a la presión de $500\ \text{MPa}$ disminuye, siendo 20% menor para el 15% de inclusiones. También se nota que hay un cambio en el comportamiento de densificación durante el ensayo de prensado ya que los polvos de Cu sin inclusiones presentan un incremento casi lineal en función del esfuerzo aplicado, mientras que la adición de inclusiones propicia tener un comportamiento tipo exponencial, el cual es evidenciado a medida que la fracción en volumen incrementa. Este efecto se debe a que las inclusiones son duras y frágiles comparadas con el Cu y van formando una red capaz de soportar la carga con menor deformación que la que sufren las partículas de Cu.

El comportamiento del sinterizado de los compactos después del prensado es presentado en la Figura 3. La evolución de la densidad relativa en función del tiempo durante todo el ciclo para todas las muestras es mostrado en la Figura 3a. Se observa de manera general para todas las muestras que primero hay una disminución de la densidad relativa, la cual es generada por la expansión térmica de los polvos durante el

calentamiento hasta llegar a aproximadamente a 500°C, en donde se observa una dilatación, la cual es provocada por la eliminación de oxígeno contenido dentro de las partículas de Cu como ha sido reportado por otros autores (Upadhyaya y German 1998, Olmos et. 2009). Enseguida se puede ver un incremento en la densidad relativa alrededor de los 840°C, que indica el inicio del sinterizado, la cual se observa hasta el final de la temperatura isotérmica. Finalmente se nota un incremento en la densidad relativa debido al encogimiento de la muestra durante el enfriamiento. Se encontró que la densificación de las muestras es fuertemente afectada por la inclusión de nanopartículas, incluso para la fracción en volumen de 3%, lo cual ya había sido reportado antes (Hsueh et al. 1986, Raj y Bordia 1989). Este efecto es detrimental cuando se adiciona el 15% en volumen de nanopartículas, de hecho la densificación es prácticamente nula para este compuesto. Esto se debe a la generación de grandes aglomerados que hacen que el volumen ocupado por las nanopartículas sea mayor que el que ocuparían si estuvieran perfectamente dispersas. El efecto se puede apreciar más claramente en la Figura 3b, que nos muestra la rapidez de densificación normalizada por la densidad relativa instantánea en función del tiempo isotérmico de sinterizado, en donde en los primeros minutos del tiempo isotérmico el compuesto con 15% en volumen de inclusiones densifica 20 veces más lento que el compacto sin inclusiones. Aunque la rapidez de densificación es reducida a medida que se incrementa las inclusiones el comportamiento durante el sinterizado isotérmico es similar en todos los casos, alcanzando un valor máximo y enseguida disminuyendo progresivamente a medida que el tiempo avanza.

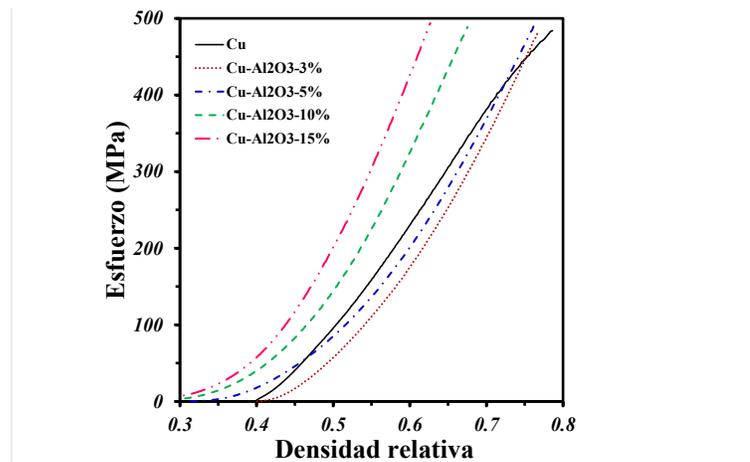


Figura 2. Curva esfuerzo-densidad relativa del comportamiento durante el prensado axial de los compuestos.

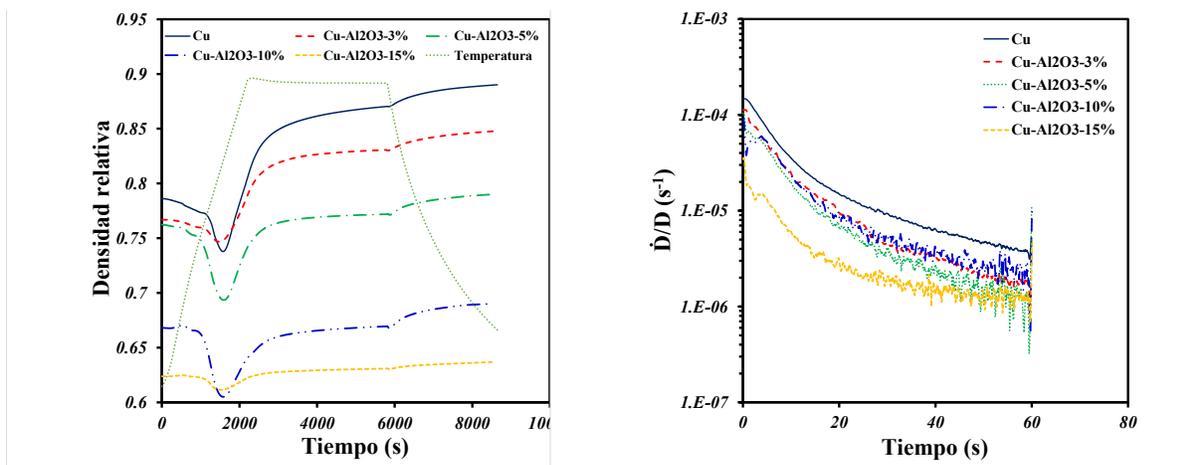


Figura 3. Curvas de la cinética durante el sinterizado, a) evolución de la densidad relativa durante todo el ciclo de sinterizado y b) velocidad de densificación en función del tiempo isotérmico de sinterizado.

La distribución de las inclusiones en la matriz es mostrada en la Figura 4, por simplicidad se muestran los dos casos extremos, es decir, compuestos con 3 y 15 % en volumen. Se observa que los aglomerados formados por las partículas de alúmina no fueron rotos ni durante el proceso de mezclado ni durante el prensado axial. No obstante, la distribución de los aglomerados es aleatoria y se pueden notar algunas nanopartículas libres sobre la superficie de las partículas de Cu, Figuras 4a y 4b. Al mismo tiempo se puede observar una porosidad abierta entre la red de la matriz, lo cual es lógico ya que los valores de la porosidad son del 15 y 37%, respectivamente. Por el contrario, cuando se observa un aglomerado rodeado por las partículas de Cu, Figuras 4c y 4d, encontramos que los cuellos interparticulares fueron bien desarrollados, indicando que el sinterizado entre las partículas en contacto se desarrolló de manera normal. Por lo que, la falta de densificación es asociada a una reducción de contactos entre las partículas de Cu y a una posible formación de una red rígida de las partículas de alúmina, la cual se pudo formar inicialmente durante el prensado, como se discutió anteriormente en este trabajo.

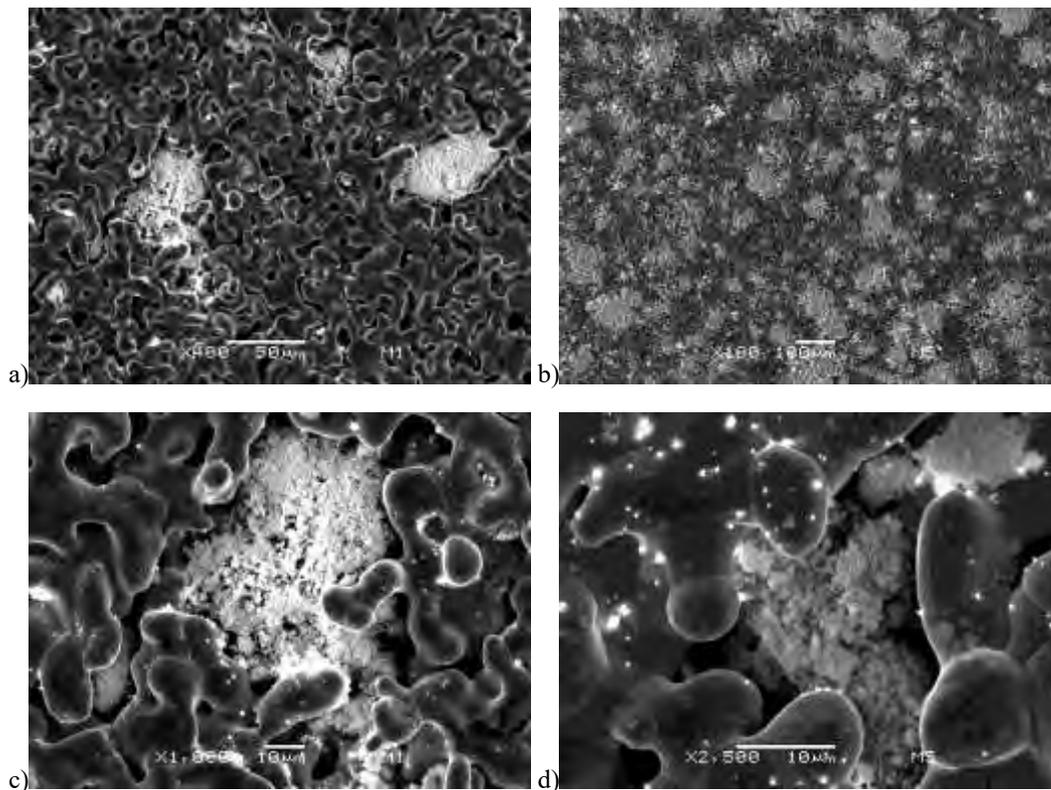


Figura 4. Micrografías de la microestructura de los compuestos con 3% a) y c) y con 15% b) y d) en volumen de nanopartículas de alúmina.

El coeficiente de expansión térmica promedio de las muestras fue determinado hasta 500°C, a partir de la pendiente obtenida de graficar la deformación axial en función de la temperatura después de que las muestras fueron sinterizadas. El valor para el Cu sin inclusiones fue de $1.3 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, este valor es 26% inferior al valor reportado para el Cu masivo. Por otro lado, para los compuestos el valor incremento desde 1.8×10^{-5} hasta $2 \times 10^{-5} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, siendo el valor más alto para el compuesto con menor cantidad de inclusiones. Con el objetivo de comparar los resultados obtenidos, el valor del coeficiente de expansión térmica de los compuestos fue normalizado por el valor obtenido para el Cu sin inclusiones y es trazado en función de la cantidad de nanopartículas de alúmina, Figura 5. De acuerdo a los resultados obtenidos, se encontró que el coeficiente de expansión térmica es entre 1.4 y 1.5 mayor cuando se tienen inclusiones de nanopartículas cerámicas, lo cual es contrario a lo que se pensaba, ya que el coeficiente de expansión térmica de la alúmina es 2 veces inferior al del cobre. Sin embargo, la tendencia indica que a medida que se aumenta la cantidad de inclusiones disminuye el valor del coeficiente de expansión térmica, lo que pudiera asociarse con que los contactos entre las partículas

de Cu fueron bien desarrollado manteniendo una unión en el compuesto y como las inclusiones están mayormente en aglomerados, al momento de dilatarse el compacto le dan un poco más de flexibilidad, el efecto contrario a la densificación ya que para este caso las partículas o aglomerados forman una red rígida que no permite el encogimiento volumétrico.

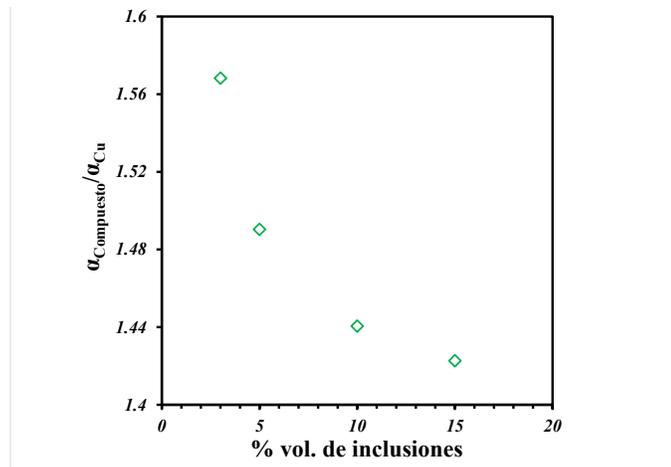


Figura 5. Coeficiente de expansión térmica de los nanocompuestos normalizado por el obtenido sin inclusiones de refuerzo en función de la fracción en volumen de inclusiones.

Conclusiones

El efecto de la fracción en volumen de la adición de nanopartículas de alúmina en una matriz de cobre para la fabricación de nanocompuestos fue investigado en este trabajo y se concluyó lo siguiente:

- Durante el prensado en frío se determinó que la adición de inclusiones cambia el comportamiento de compresión de los polvos de Cu, tendiendo a ser un comportamiento del tipo cerámico en lugar del típico comportamiento de metales, lo que redujo la densidad relativa en verde.
- Durante el sinterizado fue encontrado que la adición de nanopartículas cerámicas inhibe la densificación fuertemente incluso a bajas fracciones en volumen de inclusiones, siendo detrimental cuando se utilizó un 15% en volumen de nanopartículas. Debido a la formación de grandes aglomerados que ocupan un espacio mayor dentro de la matriz que el que sería ocupado si estuvieran homogéneamente dispersas las nanopartículas.
- El coeficiente de expansión térmica se incrementó con la adición de inclusiones, lo cual puede ser asociado a que los aglomerados generan mayor libertad en la red de partículas de la matriz permitiéndole expandirse libremente durante el calentamiento.
- A pesar de las ventajas reportadas en las propiedades mecánicas de las nanopartículas se encontró que la adición de las mismas en una matriz de polvos de mayor tamaño es complicada debido a que la formación de aglomerados es difícil de evitar durante el mezclado y no se pudieron romper ni con la compresión, lo que genera un efecto negativo en la densificación de los compuestos.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Instituto de Investigaciones en Metalurgia y Ciencias de los Materiales (IIMM) y a la Coordinación de la Investigación Científica de la UMSNH por el apoyo financiero de este proyecto.

Referencias

Abenojar J., Velasco F., Bautista A., Campos M., Bas J.A., Torralba J.M., Atmosphere influence in sintering process of stainless steels matrix composites reinforced with hard particles, *Composites Science and Technology*, 63, (2003) 69–79.

- Bordia R.K., Raj R., Sintering of TiO₂-Al₂O₃ composites: a model experimental investigation, *Journal of the American Ceramic Society*, 71, (1988) 302-310.
- De Jonghe L.C., Rahaman M.N., Hsueh C.H., Transient stresses in bimodal compacts during sintering, *Acta Metallurgica*, 34, (1986) 1467-1471.
- De Jonghe L.C., Rahaman M.N., Densification of particulate ceramic composites: the role of heterogeneities, *Materials Research Society Symposium Proceedings*, 155, (1989) 353-361.
- Dobrzanski, L.A., Weodarczyk, A., Adamiak, M., The structure and properties of PM composite materials based on EN AW-2124 aluminum alloy reinforced with the BN or Al₂O₃ ceramic particles, *Journal of Materials Processing Technology*, 175, (2006) 186– 191.
- Hong W., Dharani L.R., Pressureless sintering of a ceramic matrix with multiple rigid inclusions: finite element model, *Journal of the American Ceramic Society*, 78, (1995) 1593-1600.
- Hsueh C.H., Evans A.G., Cannon R.M., Brook R.J., Viscoelastic stresses and sintering damage in heterogeneous powder compacts, *Acta Metallurgica*, 34, (1986) 927-36.
- Kurgan N., Varol R., Mechanical properties of P/M 316L stainless steel materials, *Powder Technology*, 201, (2010) 242–247.
- Lange F.F., Constrained network model predicting densification behaviour of composite powders, *Journal of Materials Research*, 2, (1987) 59-65.
- Olmos L., Martin C.L., Bouvard D., Sintering of mixtures of powders: Experiments and modelling, *Powder Technology*, 190, (2009) 134–140.
- Park, B.G., Crosky, A.G., Hellier, A.K., Materials characterization and mechanical properties of Al₂O₃-Al metal matrix composites. *Journal of Materials Science*, 36, (2001) 2417–2426.
- Raj R., Bordia R.K., Sintering of bimodal powders compacts, *Acta Metallurgica*, 32, (1989) 1003-19.
- Rahimian M., Ehsani N., Parvin N., Baharvandi H., The effect of particle size, sintering temperature and sintering time on the properties of Al-Al₂O₃ composites, made by powder metallurgy, *Journal of Materials Processing Technology*, 209, (2009) 5387-5393.
- Rosso M., Grande M.A., High density sintered stainless steels with improved properties, *Journal of Achievements in Materials and Manufacturing Engineering*, 21, (2007) 97–102.
- Slipenyuk, A., Kuprin, V., Milman Yu., Goncharuk, V., Eckert, J., Properties of P/M processed particle reinforced metal matrix composites specified by reinforcement concentration and matrix-to- reinforcement particle size ratio. *Acta Materialia*, 54, (2006) 157–166.
- Sudre O., Lange F.F., Effect of inclusions on densification. I: microstructural development in an Al₂O₃ matrix containing a high volume fraction of ZrO₂ inclusions, *Journal of the American Ceramic Society*, 75, (1992) 519-524.
- Upadhyaya A., German R.M., Densification and dilatation of sintered W-Cu alloys, *International Journal of Powder Metallurgy*, 34, (1998) 43–55.
- Yan Z., Martin C.L., Guillon O., Bouvard D., Effect of size and homogeneity of rigid inclusions on the sintering of composites, *Scripta Materialia*, 69, (2013) 327-330.

Estudio del impacto de las transacciones de manejo de materiales en la exactitud de inventarios para empresas manufactureras

MPEI María Elena Onofre-Barragán¹, Dr. Héctor Méndez-Azúa²,
Dr. Juan Manuel Izar-Landeta³ y MPS Arturo Castillo-Ramírez⁴

Resumen— Este trabajo presenta un análisis del impacto que tienen las actividades realizadas por los operarios encargados de las transacciones de materiales o habilitadores en los indicadores de exactitud de inventarios en las industrias manufactureras. El análisis se realizó mediante la aplicación de diversas herramientas administrativas, en las cuales se analizaron las causas comunes que generan diferencias entre los inventarios físicos y las cantidades de inventario registradas en sistema. El resultado permite definir planes de acción orientados a mejorar los indicadores de exactitud de las empresas. El trabajo fue realizado y aplicado en una empresa manufacturera de la ciudad de San Luis Potosí.

Palabras clave—Administración de inventarios, Exactitud, Confiabilidad.

Introducción

Se puede definir inventario como un registro de todos los bienes o activos de una Empresa u Organización que generan valor, directa o indirectamente al proceso. Este registro debe hacerse de una manera ordenada y precisa para tener un mejor control de los mismos, lo que genera bajos costos y reducción del espacio de almacenamiento entre otros beneficios. Al detalle organizado y estructurado de estos registros se le conoce como Control de Inventarios y se refiere a que la información del sistema sea lo más cercana o parecida al material con que se cuenta físicamente; para lograr esto, las empresas generalmente se ayudan de un Sistema de Control de Inventarios (SCI) que es un software basado en el ingreso de datos en el cual se lleva un registro de todas las entradas, salidas y operaciones internas que intervienen en el proceso para convertir la materia prima en un producto terminado que se puede vender al cliente (Ballou, 2004).

Existen varios tipos de SCI; los hay desde muy especializados, diseñados específicamente para ese fin, hasta la utilización de una base de datos genérica. Las empresas deben elegir el que más se adapte a las necesidades internas. La importancia de contar con un SCI consiste, principalmente, en que el objetivo de todas las organizaciones es generar ganancias con los menores costos posibles; todo esto tiene una relación directa con los inventarios, que no son más que dinero invertido para lograr el fin. Entre más control se tenga sobre los mismos, menos dinero tendrá que destinarse a este rubro, ya que, al mantener una confiabilidad elevada, se reducen los costos por compra de material, transportes aéreos urgentes y horas hombre invertidas en la búsqueda de material que no se encuentra en las ubicaciones asignadas.

La correcta implementación de un SCI debe hacerse desde un inicio, ya que de eso depende el buen funcionamiento y la efectividad del proceso. Para poder implementarlo es necesario de algunos implementos básicos como son hardware (computadoras, escáneres, papel para imprimir), espacios físicos para el material y al menos una persona como responsable del Sistema

Todo lo anterior es parte importante, pero no garantizará la eficiencia del proceso. A pesar de los altos costos de estos sistemas y de los procedimientos desarrollados para mantener el control y la confiabilidad de los inventarios, es común que las discrepancias entre lo registrado en el sistema y las cantidades de inventario físico en el almacén varíen significativamente, generando altos costos por los problemas que estas diferencias ocasionan.

El objetivo de este trabajo es identificar las causas que generan los errores de exactitud de inventarios en base a un caso de estudio.

Antecedentes

La importancia de la exactitud de inventarios en la industria manufacturera

Históricamente, el control de inventarios ha sido orientado a comprobar que las cantidades de materia prima o de producto (terminado o en proceso) registrado en los documentos o sistemas de la empresa corresponden a las cantidades físicas que se encuentran en los almacenes de la empresa. La incorrecta administración de esta

¹ La MPEI María Elena Onofre-Barragán es elena_onofre@hotmail.com

² El Dr. Héctor Méndez Azúa es Profesor-Investigador de la Facultad de de Ingeniería en la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México hector.mendez@uaslp.mx

³ El Dr. Juan Manuel Izar-Landeta es profesor adscrito a la Universidad del Centro de México (UCEM), en San Luis Potosí, S.L.P., México investigacion5@ucem.edu.mx

⁴ El MPS Arturo-Castillo-Ramírez es Profesor de la carrera Ingeniero Mecánico-Administrador de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México. arturo.castillo@uaslp.mx

información, o de los procesos que llevan al registro de los datos se traducen en excesos o faltantes entre lo registrado y lo que realmente se tiene.

El Control de Inventarios implica la disponibilidad de los materiales cuando sea y donde sea requerido por medio del almacenamiento adecuado. Es de esta forma que la administración de inventarios incluye la organización y el control del flujo de materiales, desde la compra de la materia prima, pasando por las operaciones de procesamiento hasta la llegada al punto de servicio, a través de la distribución (S.J., Lehtonen, Appelquist, & Holmstrom, 2003) (Ver Figura 1).

A la par de este proceso, y con el fin de tener un mejor control sobre las existencias de materiales, se realizan Conteos Cíclicos, los cuales consisten en tomar varias referencias que han sido previamente definidas en cuanto a recurrencia e importancia mediante un método llamado ABC (Muller, 2005) para contarlas físicamente en todas las ubicaciones que el sistema muestra. Al hacer el conteo, se identifica si el material está correcto tanto en cantidad como en ubicación y se ingresa la información en sistema; por cada ingreso correcto que se hace, la exactitud sube y, al contrario, si es diferente la exactitud baja. Al encontrar diferencias significativas, se debe analizar la causa raíz para llegar a una solución que identifique el porqué de la desigualdad entre los dos.

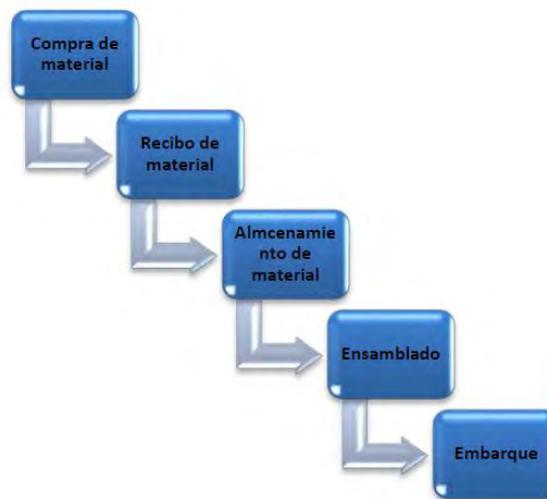


Figura 1. Proceso Administración de inventario.

Problemática

Los problemas en la exactitud de los inventarios disminuyen la confiabilidad en el sistema, generando diversos problemas, entre los cuales sobresalen los siguientes:

- Incremento del costo de inventarios
- Tiempos muertos en la línea de ensamble
- Altos costos en fletes expeditados
- Reducción del margen de ganancias para la Organización

Proceso y problemas de exactitud de inventarios

Los problemas identificados en el proceso de registro de materia prima son los siguientes:

- Recepción de la materia prima
- Punto de colocación de materia prima en la ubicación designada por el sistema
- Registro de retiro de materia prima en el sistema
- Cambio de estatus, de materia prima a sub-ensamble o de sub-ensamble a producto terminado.

Un punto en común que tienen estas actividades es que las discrepancias se generan en las actividades manuales, es decir, en donde las operaciones deben llevarse a cabo por el Empleado; como el lector habrá podido notar, los principales problemas provienen de una fuente común, que son las transacciones del material. Las posibles causas de que no se hagan estos movimientos pueden ser muy diversas, tales como la falta de capacitación, falta de tiempo por mala programación, falta de equipo electrónico para hacerlo, deficiente o nula señal de la red o por descuido del personal involucrado: además que generalmente los errores no se detectan hasta que el material no se

encuentra en la ubicación o que se hace el conteo y sale incorrecto, suscitando pérdida de tiempo y baja exactitud. Debido a lo anterior, el objetivo de este trabajo es identificar la, o las causas raíz que generan estos problemas.

Descripción del método

Para proponer soluciones, es necesario identificar y reconocer las causas potenciales que intervinieron en el problema a estudiar, por lo que es útil conocer las condiciones actuales de la Empresa. Para ese fin se utilizaron las herramientas que se detallan a continuación.

ENCUESTAS

Al aplicar la encuesta se desea identificar las causas que generan los errores en las transacciones. Las preguntas están orientadas a corroborar si los trabajadores están conscientes de la importancia que tiene el trabajo que realizan, si conocen los objetivos con los que se mide el Departamento y si consideran que la comunicación es efectiva. La encuesta tuvo como objetivo el conocer el punto de vista de las personas relacionadas con los movimientos tanto físicos como en sistema para tener un punto de partida en cuanto a las necesidades y fortalezas de la operación.

DIAGRAMA DE ISHIKAWA

Los datos para la elaboración de este diagrama fueron obtenidos mediante registros de errores del departamento y del Administrador del sistema. Para obtener resultados fiables, el primer paso consistió en crear un equipo multidisciplinario de empleados de diferentes niveles y con diferentes actividades relacionadas al proceso de Recibo, Habilitación y Conteos Cíclicos; para así contar con la mayor información disponible. El siguiente paso consistió en generar una lluvia de ideas para exponer todas las causas que influyen en el problema analizado. Para concluir se relacionaron en cada una de las ramas que conforma el Diagrama obteniendo el esquema de la Figura 2.

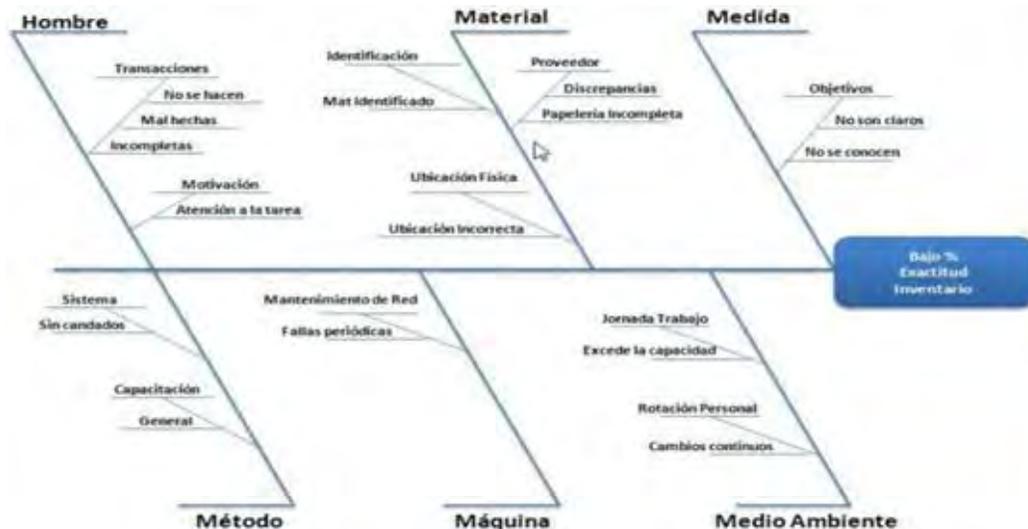


Figura 2. Diagrama de Ishikawa

QFD

Para poder elaborar la matriz QFD como primer paso se identificaron las necesidades del Cliente (Qué), que en este caso es interno y se refiere a la Exactitud de Inventario. Estas necesidades se establecieron mediante una lluvia de ideas, además de que se integraron los resultados del Diagrama de Ishikawa presentado anteriormente. El siguiente paso es dar un nivel de importancia a los Qué; esto se establece pidiendo al equipo de trabajo asigne un número del 2 al 10 a cada necesidad, dependiendo de lo que ellos creen más relevante; donde 10 es más importante y 2 es menos importante. (Summers, 2006).

Una vez identificadas las necesidades se deben establecer las actividades específicas que ayudarán a resolver los problemas reconocidos (Cómos); estas actividades deben ser medibles y alcanzables. Los cómos corresponden a las propuestas consistentes en acciones que se pretenden implementar. El hecho de integrarlas en esta propuesta, mediante esta herramienta, consiste en identificar el impacto que estas tendrían en la solución de problemas expresados en los qué's. Para desarrollar la parte central de la matriz se establecen las relaciones entre cada una de las necesidades con cada uno de los parámetros; la relación puede ser fuerte, moderada o débil dependiendo de la

interacción que tiene un que con un cómo; entre más fuerte la relación indica una satisfacción mayor para el cliente. Los resultados se resumen en la Tabla 1.

Tabla 1: Jerarquía de parámetros matriz QFD

Parámetro	Peso
Control de transacciones	736
Auditorías al almacén	712
Procedimiento para resolver discrepancias	444
Capacitación de personal	392
Reuniones periódicas	296

ANÁLISIS FODA

El análisis F.O.D.A. (Borello, 1994); se basa en los factores externos e internos que están involucrados en el proceso y que son de interés para maximizar o minimizar el impacto de las consecuencias de ellos. El diagrama se obtuvo seleccionando un grupo de personas de diferentes niveles de la empresa, realizando el ejercicio por medio de una lluvia de ideas y selección de las más relevantes para obtener el FODA final. Cabe señalar que el FODA se hizo para el Departamento encargado del manejo del sistema de inventarios, y no para la Empresa en su totalidad. El objetivo del análisis FODA como se mencionó anteriormente es potencializar los elementos positivos de la Organización; de la misma manera se debe tener en cuenta las amenazas y debilidades que se pueden encontrar a lo largo del camino y que debilitarían el impacto e incrementarían el tiempo y esfuerzo invertido como la falta de seguimiento a todas las actividades implementadas o la falta de atención del personal a las actividades. Es por esto que el elemento negativo del proceso se debe llevar de la mano con las acciones para obtener el resultado.

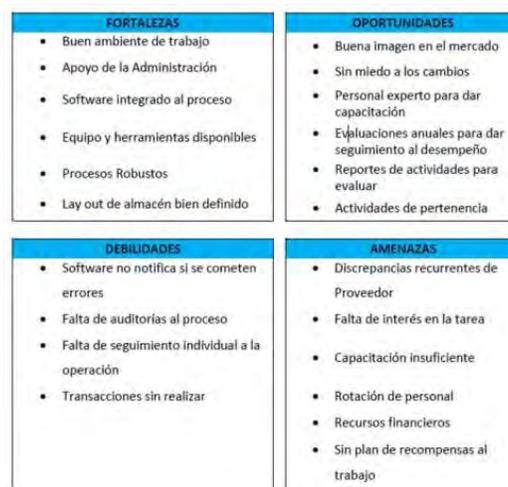


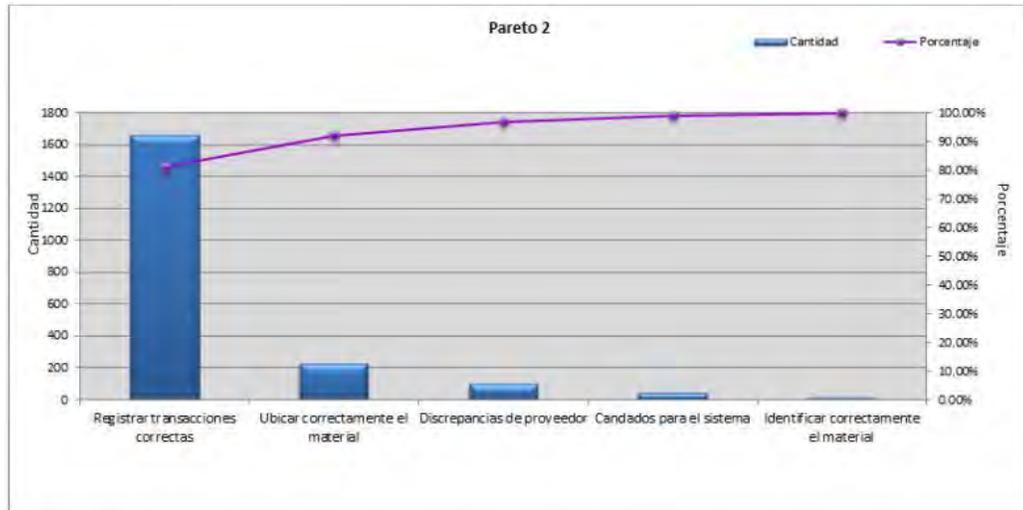
Figura 3. Análisis FODA

DIAGRAMA DE PARETO

Para darle un valor cuantitativo a los resultados de las herramientas anteriores se elabora un Diagrama de Pareto usando datos históricos; los datos son obtenidos de las transacciones realizadas en un año de operaciones.

Con el fin de relacionar la información de las herramientas anteriores, se decide agrupar las causas de error en las 5 principales necesidades mencionadas en la Matriz QFD.

- Grupo 1. Registrar transacciones correctas
- Grupo 2. Ubicar correctamente el material
- Grupo 3. Discrepancias de Proveedor
- Grupo 4. Candados para el sistema
- Grupo 5. Identificar correctamente el material



Gráfica 1. Diagrama de Pareto para Transacciones incorrectas

Resultados

ENCUESTAS

Se identifican los problemas existentes:

1. Comunicación (horizontal y vertical)
2. Métodos de difusión de objetivos no aprovechados
3. Falta de conciencia, responsabilidad y conocimiento sobre las consecuencias

DIAGRAMA DE ISHIKAWA

Se logró identificar y dividir las ocurrencias en factores para poder ser analizados por separado y en forma detallada. La ventaja de usar este Diagrama es que las ideas no solo son parte de un segmento de la población, sino que se identifican elementos a todos los niveles del problema asegurando un mejor entendimiento del mismo. En este caso algunos factores fueron consistentes con la encuesta efectuada en primer lugar; lo que indica cuales deben ser atacados en primer lugar.

QFD

En este ejercicio se pudieron detectar 8 necesidades expresadas por los clientes. El dar solución a todas ellas puede significar una inversión de recursos muy alta, dedicando tiempo y dinero en acciones que no forzosamente traerán beneficios significativos. Por esta razón, este trabajo pretende proponer acciones que permitan resolver, al menos, las 3 necesidades primordiales, buscando en ellas, si es posible, generar un impacto de mejora en alguna de las necesidades restantes.

Se puede ver con facilidad cuales son los primeros parámetros con mayor peso: transacciones correctas, auditorías al almacén y solución de discrepancias. Los dos primeros tienen relación con el factor hombre ya que hacer las transacciones de manera eficaz y realizar auditorías son actividades que los empleados hacen directamente y en las que ellos mismos pueden evitar cometer errores si se hacen bien y con la importancia necesaria; la última necesidad es resolver las discrepancias que se reciben junto con el material, es decir materia prima inexistente o más de lo ordenado. Para encontrar la solución a este factor se debe trabajar de la mano con los mismos Proveedores; es decir en la fuente para evitar errores.

ANALISIS FODA

Este diagrama es un refuerzo de las anteriores herramientas y confirma de manera visual las relaciones encontradas en el QFD. Al conocer tanto los aspectos positivos tanto como los negativos de la Organización se determina que se está haciendo bien y robustecer los procesos y que se está haciendo mal para seguir un camino distinto y mejorar.

DIAGRAMA DE PARETO

Al terminar el análisis se puede notar que el 80% de los problemas tienen relación con el registro de transacciones correctas, seguido por ubicar correctamente el material y las discrepancias del Proveedor. Estos datos estadísticos

corroboran los datos resultantes de las herramientas cualitativas que se usaron anteriormente. Con esta información se implementarán acciones que generen mayor impacto para incrementar el objetivo de Exactitud de Inventario y en la siguiente sección se muestra la propuesta para de este trabajo de investigación.

Conclusiones

El análisis de la información nos ha permitido identificar las causas que influyen en el incorrecto e incompleto registro de transacciones; reconociendo que el factor preponderante o la solución principal a este tipo de problemas se encuentra en el Trabajador. Efectivamente, algunos de los trabajos investigados ya lo señalan como un elemento primordial para la solución de problemas, aunque algunos otros señalan que la solución está en la tecnología, en los métodos o en herramientas alternas que aseguren la confiabilidad de la información. Sin embargo, en cada una de las soluciones presentadas anteriormente, la participación de los empleados es primordial para que cualquier solución tenga los resultados deseados ya que, aunque las ideas son encaminadas a mejorar el Control de Inventarios; todas ellas son realizadas o tienen una relación directa con el empleado; así que comenzando con propuestas para mejorar este factor la Exactitud de Inventario se verá significativamente incrementada y se tendrá la pauta para seguir realizando mejoras a mediano y largo plazo hasta cumplir con el objetivo definido para cada Empresa en particular.

Los trabajos futuros estarán centrados en el desarrollo de una metodología que permita explotar las capacidades de los operarios para asegurar la correcta ejecución de las transacciones y mejorar los indicadores de exactitud de las empresas manufactureras.

Referencias

- Ballou, R. H. (2004). *Logística: Administración de la cadena de suministro*. Pearson Educación.
- Borello, A. (1994). *El plan de negocios*. Ediciones Díaz de Santos.
- Muller, M. (2005). *Fundamentos de Administración de Inventarios*. Editorial Norma.
- S.J., S., Lehtonen, J., Appelquist, P., & Holmstrom, J. (2003). The Impact of Increasing Demand Visibility on Production and Inventory Control Efficiency. *International Journal of Physical Distribution and Logistics*, 33(4), 445-465.
- Summers, D. (2006). *Administración de la calidad*. Pearson Educación.

CONTROL DE UN INVERSOR TRIFÁSICO PARA UNA CARGA DE 1 KW

Ing. Ontiveros Mireles Joel Josué¹, Dr. Guillermo Javier Rubio Astorga², M.C. Leobardo Cortes Benitez³, Dr. Raúl Santiesteban Cos⁴, Dr. Néstor Daniel Galán Hernández⁵.

Resumen. En este trabajo se presenta un inversor trifásico para una carga de 1 KW, con sistema de generación de electricidad mediante energía renovable. Se implementan estrategias de control PID por medio de una tarjeta embebida de bajo costo, con el objetivo de sustituir la etapa de control analógico a digital, además de evaluar el desempeño del sistema y garantizar la estabilidad en la etapa de potencia en las variables de eficiencia, factor de potencia, distorsión armónica de voltaje y corriente. Las aportaciones son, implementar estructuras de control a través de plataformas embebidas y así lograr la disminución de costos. La aplicación de este equipo es en sistemas de generación de energía eléctrica aislada. Palabras clave. Inversor, tarjeta embebida, control, sensor, costo.

INTRODUCCIÓN

Las tecnologías que producen energía eléctrica mediante fuentes renovables se está incrementando y algunos de estos sistemas generan corriente directa (CD), por lo que es necesario aplicar una etapa de inversión a corriente alterna (CA), ya que la mayoría de los dispositivos que se utilizan a diario trabajan con CA, esta etapa de inversión es determinante para aprovechar al 100 % la energía producida y evitar introducir ruidos al sistema aislado, tal como lo describe Sovero (2011) Si esta etapa no funciona adecuadamente nuestro sistema no lograra trabajar en sus valores nominales e inclusive llega a dañar los equipos. Los inversores que se encuentran en el mercado tienen baja eficiencia y deficiente calidad de energía, incluso con tiempo de respuesta lenta. Además los costos que representan estos equipos, son una partida importante a considerar dentro del diseño de sistemas generadores de energía eléctrica.

DESCRIPCION DEL MÉTODO

Se evaluaron las diversas tarjetas embebidas comerciales y se obtuvo una comparativa que permitió la selección de la tarjeta a utilizar durante el proyecto que tuviera la mejor relación, con respecto a tiempos de respuesta, robustez, simplicidad en su programación y costo. Esto dio pie a que la comunicación y generación de señales de control del inversor PWM, fuese capaz de modificar la programación de forma sencilla y añadir diversos sensores para la medición de parámetros como corriente y voltaje (Jiménez 2012). Se utilizó un circuito de acoplamiento en la etapa de control y potencia, permitiendo aislar los altos voltajes del inversor. Se realizó un análisis comparativo del desempeño del inversor utilizando las estrategias de control no lineal, para seleccionar el tipo de control adecuado para el inversor, con una estructura simple y de fácil manipulación. Al implementar estructuras más sencillas y efectivas, se busca la disminución de costos, sin perder eficiencia y consumir solo la energía indispensable para funcionar dentro de los parámetros nominales.

¹El Ing. Joel Josué Ontiveros Mireles, es estudiante de la Maestría en Ciencias de la Ingeniería, Tecnológico Nacional de México, Campus Culiacán, Sinaloa. joelontiveros@itculiacan.edu.mx

²El Dr. Guillermo Javier Rubio Astorga, es Investigador y profesor de tiempo completo en el área de Control y Máquinas Eléctricas, del departamento de ingeniería eléctrica-electrónica y energías renovables en el Tecnológico Nacional de México, Campus Culiacán, Sinaloa. guillermo.rubio@itculiacan.edu.mx

³El MC Leobardo Cortes Benítez, es Investigador y profesor de tiempo completo en el área de Electrónica de Potencia, del departamento de ingeniería eléctrica-electrónica y energías renovables en el Tecnológico Nacional de México, Campus Culiacán, Sinaloa. lebardocortes@itculiacan.edu.mx

⁴El Dr. Raúl Santiesteban Cos, es Investigador y profesor de tiempo completo en el área de Mecatrónica y Control, del departamento Mecánica y Mecatrónica en el Tecnológico Nacional de México, Campus Culiacán, Sinaloa. raulscos@gmail.com

⁵El Dr. Néstor Daniel Galán Hernández, es Investigador y profesor de tiempo completo en el área de Energías Renovables del departamento de Ingeniería en Energía, Universidad Politécnica de Sinaloa en Mazatlán, Sinaloa. ngalan@upsin.edu.mx

FUNDAMENTO TEORICO

El inversor trifásico es un dispositivo que se utiliza para convertir una corriente continua en una corriente alterna, con la magnitud y frecuencia deseadas. En aplicaciones de potencia baja e intermedia se pueden aceptar voltajes de

onda cuadrada o cuasi-cuadrada; en cambio, para aplicaciones para alta potencia se requieren formas de onda senoidal con poca distorsión (Rashid, 2004). Los inversores se utilizan en aplicaciones tales como en el control de motores de corriente alterna de velocidad ajustable, en los sistemas de alimentación ininterrumpida o en los variadores de frecuencia, entre otras. El método que más se utiliza para efectuar el control de los dispositivos semiconductores de un circuito inversor de potencia es la conmutación basada en la modulación por ancho de pulso descrito por Hart (2001). Estos equipos usan dispositivos de conmutación como BJT, MOSFET, IGBT y GTO. Usan generalmente señales de control por modulación por ancho de pulso (PWM) para producir un voltaje de salida CA. Los IGBTs combinan las ventajas de los BJTs y los MOSFETs. Tienen una alta impedancia de entrada como los MOSFETs, bajas pérdidas de conmutación, según (Bretón, 2003) y además, pocas pérdidas por conducción en estado activo, como los BJTs (Rashid, 2004). Sin embargo, no presenta problemas de segunda avalancha, como estos últimos. Por el diseño y la estructura del dispositivo, se controla la resistencia equivalente de drenaje a fuente (R_{ds}), que se comporte como la de un BJT. Un IGBT es un semiconductor controlado por voltaje, parecido a un MOSFET. Comparte ciertas características con estos, como son: facilidad de excitación de compuerta (disparo), picos de corriente, capacidad, sensibilidad y robustez. Además, requiere de un circuito de control muy simple. Cabe mencionar que el rendimiento de un IGBT se parece más al de un BJT que al de un MOSFET; pero, en forma inherente, el IGBT es más rápido que un BJT. Las desventajas del IGBT, frente al MOSFET, es que su velocidad de conmutación es menor y su precio es mayor (Rashid, 2004).

CONTROL DE VOLTAJE INVERSORES

En muchas aplicaciones industriales es necesario controlar el voltaje de salida de los inversores para hacer frente a las variaciones de entrada de CD, para la regulación de voltaje de los inversores y para los requisitos de control constante del voltaje y la frecuencia. Existen varias técnicas para modificar la ganancia del inversor. El método más eficiente de controlar la ganancia (y el voltaje de salida) es incorporar en los inversores el control de modulación del ancho de pulso (PWM).

La modulación por ancho de pulso es una técnica que se basa en la comparación entre dos señales: una señal moduladora y una señal de referencia (señal repetitiva o portadora). Como resultado de dicha comparación, se obtiene una señal cuadrada de ancho de pulsos variable, función de las dos señales que se comparan. En muchas aplicaciones industriales, para controlar el voltaje de salida de los inversores, se necesita con frecuencia hacer frente a las variaciones del voltaje de entrada de corriente continua, regular el voltaje de los inversores y satisfacer los requisitos de control de voltaje y frecuencia constantes. En la situación en que el voltaje de entrada de corriente continua del inversor es fijo y no es controlable, se puede obtener un voltaje de salida de corriente alterna variable haciendo variar la ganancia del inversor, lo cual se puede llevar a cabo mediante la técnica de modulación de ancho de pulsos (PWM).

En lugar de mantener igual el ancho de todos los pulsos, como es el caso de la modulación múltiple, el ancho de cada pulso varía en proporción con la amplitud de una onda senoidal evaluada en el centro del mismo pulso. El factor de distorsión y las armónicas de menor orden se reducen en forma significativa. Las señales de compuerta, según se muestran en la figura 1, se generan al comparar una señal senoidal de referencia con una onda portadora triangular de frecuencia f_c . Este tipo de modulación se utiliza por lo común en las aplicaciones industriales; se abrevia SPWM. La frecuencia de la señal de referencia f_r , determina la frecuencia de salida del inversor f_o , y su amplitud pico A_r , controla el índice de modulación M , y en consecuencia, el voltaje RMS de salida V_o . El número de pulsos por medio ciclo depende de la frecuencia de la portadora. Dentro de la restricción de que dos transistores en el mismo brazo (Q_1 y Q_4) no pueden conducir simultáneamente, el voltaje instantáneo de salida se muestra en la figura 1.

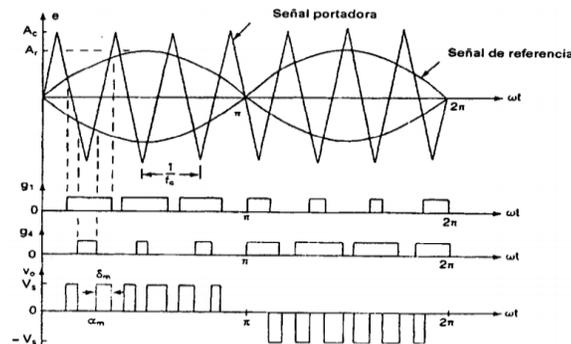


Figura 1. Modulación senoidal de ancho de pulso.
Ref. [Rashid, 2004]

TARJETA EMBEBIDA

Arduino DUE Figura 2, es una tarjeta basada en microcontrolador con el SAM3X8E ARM Cortex-M3 CPU de Atmel. Es una tarjeta con un microcontrolador de 32 bits, tiene 54 entradas/salidas digitales (de las cuales 12 pueden ser usadas como salidas PWM), 12 entradas analógicas, 4 UARTs, un reloj de 84MHz, un USB OTG, 2 DAC, entre otras cosas. Esta tarjeta funciona con voltajes de 3.3v, a diferencia de las otras tarjetas anteriores que trabajaban con 5v. (Descripción plataforma Arduino DUE).

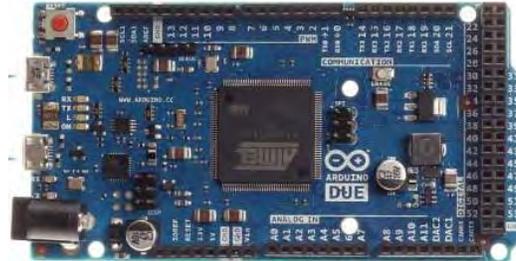


Figura 2. Tarjeta de Arduino DUE.
Ref. [Descripción plataforma Arduino DUE]

El sistema a implementarse en la tarjeta Arduino DUE es generar las señales PWM que habilitarán a los interruptores electrónicos de potencia (IGBT's) para un inversor trifásico, por lo tanto, la tarjeta Arduino DUE tendrá:

- 3 salidas PWM (una para cada fase).
- 3 salidas digitales para indicar si se trata del semiciclo positivo o negativo de cada fase.
- 4 entradas de ADC (para voltaje y corriente RMS de las tres fases), tres para la salida en CA y una para la entrada en CD.
- 1 Puerto USB para recibir comandos y enviar información de los ADC.

Las señales de control se utilizarán para la activación de los IGBT del circuito inversor trifásico mostrado en la figura 3.

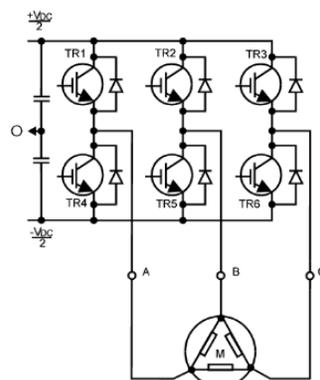


Figura 3. Circuito electrónico con IGBTs para inversor trifásico.
Ref. [Powerelectronics]

Dentro de las acciones que puede realizar el Arduino DUE con el programa implementado están:

- Modificar el índice de modulación de amplitud (M) de cada una de las fases (en 255 valores diferentes) entre 0 hasta 100%.
- Modificar la frecuencia de la portadora de las tres fases al mismo tiempo en múltiplos de la frecuencia moduladora (de 1 a 1000 veces), de 60Hz hasta 60kHz. En realidad modifica el periodo y la variable.
- Modificar la frecuencia de la moduladora de las tres fases al mismo tiempo (en 111 valores) entre 10 hasta 120 Hz que en realidad modifica el periodo.
- Lee los 4 puertos del ADC de corriente y voltaje RMS de las 3 fases y las envía por puerto serial USB a una frecuencia de 60 Hz (frecuencia de muestreo).

- Genera 3 señales que indican el semiciclo. Si la señal está en alto (3.3v), indica que se está en el semiciclo positivo, si la señal está en bajo (0v), indica que se está en el semiciclo negativo.
- Recibe comandos desde la computadora para configurar lo que son los índices de modulación y la frecuencia de la moduladora.

Otra característica importante es que la parte de código del programa principal prácticamente no tiene instrucciones, por lo que se puede elaborar un algoritmo de control en esa sección. Se utilizaron 32,468 bytes de memoria del microcontrolador de un total de 524,288 bytes que se pueden programar, que es un 6% solamente.

Se hizo uso de tres temporizadores para hacer interrupciones:

1. Temporizador TC1: se encarga de que cada 4,167 microsegundos (~2400Hz) lea 1 de los 4 ADC y lo envíe por puerto USB a la computadora, por lo tanto, en 16,668 microsegundos (~60Hz) se envían las 4 lecturas del ADC.
2. Temporizador TC2: se encarga de que cada cantidad de tiempo determinada en microsegundos se ejecute, la orden dentro del programa, la tercera parte de un semiciclo, es decir, el periodo de la señal moduladora que queremos entre 3 (por las tres fases desfasadas 120°) y entre 2 (porque son 2 semiciclos). Cada vez que se cumple este evento, el índice del arreglo de la señal de referencia, que le corresponde a una de las fases se hace 0 (porque ya terminó el semiciclo), se pone a 0 la salida PWM, se espera un tiempo muerto, se modifica el pin que indica el semiciclo en el que va y por último se indica a que caso se debe meter la próxima vez este evento, siguiendo el esquema de la figura 4.
3. Hay un tercer evento que es el que se habilita cuando llega un dato por el puerto serial USB desde la computadora al microcontrolador. En esta subrutina solo se toma un valor que especifica qué dato se va a recibir y después llega otro dato que es el dato esperado a recibir. Son el índice de modulación de amplitud de las tres fases, la frecuencia de la portadora de todas las fases a la vez y la frecuencia de la moduladora de las tres fases a la vez.

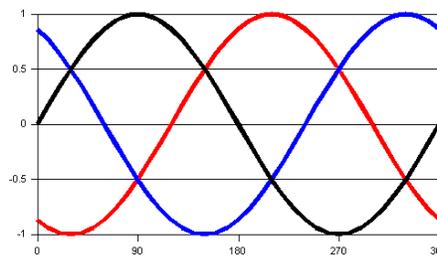


Figura 4. Fase A (negro), fase B (rojo) y fase C (azul).

Ref. [Generación de corriente alterna]

ETAPA DE AISLAMIENTO DE LAS SEÑALES PARA LOS IGBT's

La etapa de acoplamiento mostrada en la Figura 5, se usó para aislar la etapa de control de la etapa de potencia. Este acoplamiento está basado en el uso de cuatro opto-acopladores 6N135, que portan la señal de conmutación para cada interruptor del puente inversor. El uso de los opto-acopladores implica el uso de fuentes independientes de las usadas en la etapa de control, así entonces, se usan 4 fuentes independientes de +12V, una para la activación de los interruptores de la parte inferior del puente inversor, y 3 para poder activar los interruptores de la parte superior del inversor. En la Figura 5, el primer transistor refuerza la señal de SPWM para poder suministrar la corriente necesaria al diodo emisor del opto-acoplador. El último transistor es utilizado para invertir la señal del SPWM dada por la configuración de transistor del opto-acoplador. De esta manera, se conecta la compuerta (G) y el emisor (E) del interruptor polarizado (IGBT), al colector y emisor del transistor de salida (ver Figura 5). Los transistores utilizados son el 2n2222 que cumplen con las especificaciones de velocidad de conmutación que se requiere para el uso de la técnica de SPWM propuesto por Luna (2004).

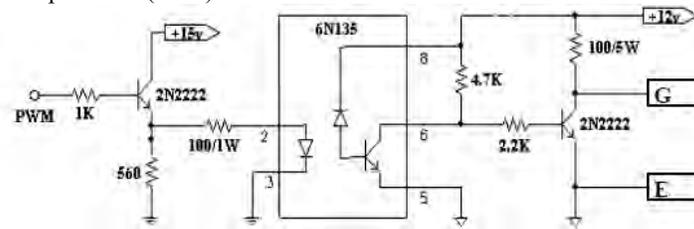


Figura 5. Etapa de acoplamiento.

Ref. [Luna, 2004]

RESULTADOS

Se lograron generar las señales de control desde una tarjeta embebida de bajo costo, y permitió la comunicación con sensores de corriente y voltaje a la salida del inversor, siendo capaz de corregir posibles perturbaciones al sistema, y protegiéndolo contra daños físicos al trabajar fuera de sus parámetros nominales.

En la figura 6 se muestra cómo es que está desfasada la señal que cambia de semiciclo a una frecuencia de 60Hz, según el osciloscopio están desfasados $+120^\circ$ y -120° . Estas señales son los pines “Semiciclo_Fase_A”, “Semiciclo_Fase_B” y “Semiciclo_Fase_C”.

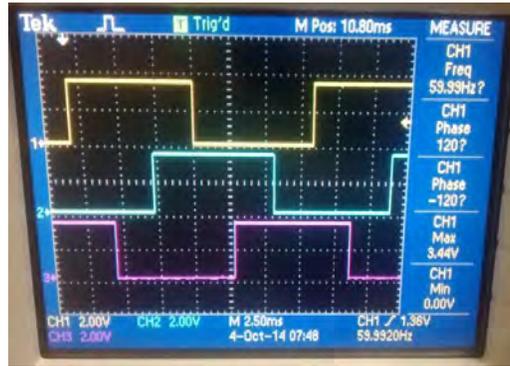


Figura 6. Desfasamiento a 60 Hz de la moduladora.

En la figura 7 se muestra la transición del semiciclo positivo al semiciclo negativo y se puede notar que hay un tiempo en el que no hay pulsos, para evitar cortos circuitos, esto es el tiempo muerto que se le agregó en el programa, aquí es de 50 microsegundos. Estas dos señales se pueden meter a una AND y otra a una NOT la de semiciclo y después a una AND. Esto para generar la onda completa en dos señales separadas.

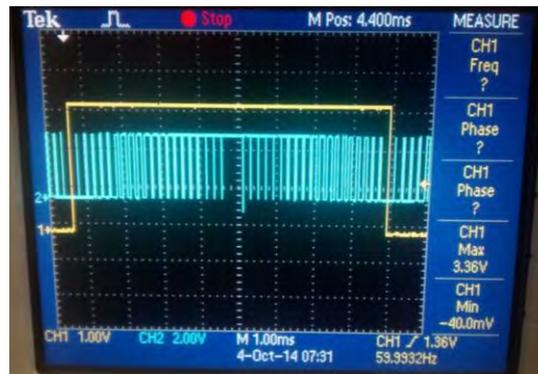


Figura 7. Vista del cambio de semiciclo.

En la figura 8 se muestran las 3 señales PWM que enviarían los pulsos al inversor.

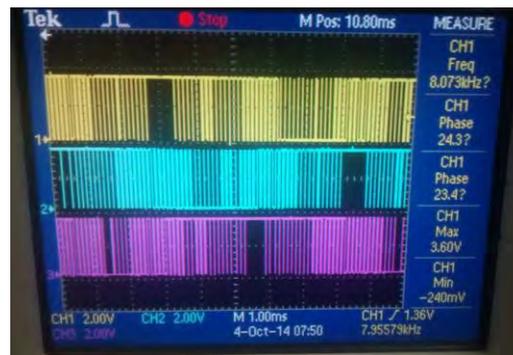


Figura 8. Señales PWM de las 3 fases.

CONCLUSIONES

Se redujo el costo en componentes analógicos que fueron sustituidos por la tarjeta embebida, esto logro reducir el costo en la implementación de inversores trifásicos utilizados en aplicaciones de control digital.

La tarjeta Arduino DUE tuvo una velocidad de comunicación con el ordenador basta efectiva, así mismo la comunicación UART eficiente y su capacidad de procesamiento es bastante buena, esto para aplicaciones en control digital es de suma importancia debido a que es una de las principales funciones que se debe tener dentro de los dispositivos en control digital.

Así mismo Arduino DUE era la tarjeta embebida más conveniente para ésta aplicación por tener la comunicación más versátil (USB 2.0 en CDC), 4 puertos UART a 1Mbps y procesador de 32 bits, comparadas con otras en el mercado, dentro de las ventajas que podemos concluir es que dentro de la plataforma de programación Arduino IDE se pueden utilizar temporizadores, interrupciones y otros recursos de hardware que los sistemas de programación no pueden hacer, de esta manera obtendremos un tiempo de ejecución rápido y el uso de las características especiales de la plataforma.

Con Arduino IDE se logró realizar un código para Arduino DUE capaz de generar las señales de control para el inversor monofásico con la técnica de conmutación PWM, además de poder establecer una comunicación constante con el ordenador para modificar parámetros tales como la amplitud y la frecuencia de la señal moduladora.

Se construyó un módulo para medir el valor eficaz de señales de corriente alterna. La implementación utiliza un microcontrolador PIC el cual se comunica por puerto serial y calcula tres variables RMS: corriente, voltaje y potencia eléctrica. Este sensor se puede utilizar para medir constantemente la señal de salida del inversor y así corregir por medio de la técnica de control PID, el voltaje de salida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Bretón Schuwirth, Alberto Andrés. 2003 “Diseño y Construcción de un Inversor Trifásico Multinivel de Cuatro Etapas Para Compensación Armónica y de Reactivos”, consultado en internet el día 30/08/2015. <http://www2.ing.puc.cl/power/paperspdf/dixon/tesis/Breton.pdf>
- [2] Descripción general de la plataforma Arduino DUE. Consultado en internet el día 05/09/2015. <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardDue>
- [3] Generación de corriente alterna. Consultado en internet el día 17/09/2015. <http://apuntescientificos.org/generacion-ac.html>
- [4] Hart, Daniel W. 2001 “Introducción a la Electrónica de Potencia”. Primera Edición. Madrid: Prentice Hall.
- [5] Jimenez Antunez Olga Lidia. Estudio de técnicas de modulación para el inversor multinivel en cascada hibrido (simétrico-asimétrico). CENIDET, Cuernavaca Morelos 2012.
- [6] Luna Mejía, Gabriel. 2004. Diseño didáctico de convertidores CD-CA (a): Inversor monofásico. Consultado en internet el día 10/09/2015. http://galia.fc.uaslp.mx/lic/P1_09a.pdf
- [7] Powerelectronics consultado en internet el día 17/09/2015 en <http://www.tecnicsuport.com/elec/taulesconsulta/variadors/power3-6.htm>
- [8] Rashid, Muhammad H.2004 “Electrónica de Potencia: Circuitos, Dispositivos y Aplicaciones”. Tercera Edición. México: Pearson Educación.
- [9] Sovero Ancheyta Guillermo. Diseño y construcción de in inversor de 500W para la interconexión de un sistema fotovoltaico a la red eléctrica. UNAM, México D.F. 2011.

Aplicaciones Metrológicas de la Tomografía Computarizada

Dr. Arturo Sinue Ontiveros Zepeda¹, M.I. Adriana Isabel Garambullo²,
M.C.A. Velia Verónica Ferreiro Martínez³, Dra. Janette Brito Laredo⁴ y M.C. Carlos Enrique Flores Apodaca⁵.

Resumen—El desarrollo de sistemas de medición está en constante evolución, con lo cual nuevas tecnologías basadas en nuevos conceptos están siendo desarrolladas. Una de estas es la Tomografía Computarizada (TC), técnica muy popular en aplicaciones de análisis de materiales y pruebas no destructivas; pero que no ha sido ampliamente estudiada su aplicación en el área de la metrología. Las ventajas de esta tecnología hacen que resulte muy atractiva y con un gran potencial. Por ello, la investigación y el desarrollo de metodologías que permitan superar sus limitaciones suponen un importante y estimulante reto. En este artículo se presenta el principio básico de funcionamiento, las principales fuentes de influencia en las mediciones, algunos equipos disponibles en el mercado y ejemplos de las principales aplicaciones metrológicas.

Palabras clave—Tomografía Computarizada, Metrología, Aplicaciones.

Introducción

El desarrollo de sistemas de medición está en constante evolución, nuevas tecnologías basadas en nuevos conceptos de medición están siendo desarrolladas (Marinello et al. 2009). Una de estas es la Tomografía Computarizada (TC), técnica muy popular en aplicaciones de análisis de materiales y pruebas no destructivas, pero que no ha sido ampliamente estudiada su aplicación en el área de la metrología. La TC está irrumpiendo en el campo de la metrología industrial como una técnica que ofrece grandes ventajas sobre las tradicionales, destacando su capacidad para realizar mediciones de geometrías internas y externas de manera simultánea y sin contacto (Weckenmann y Kramer, 2010); sin embargo, aún está en proceso de convertirse de forma generalizada en una técnica confiable. Las ventajas de esta tecnología hacen que resulte muy atractiva y con un alto potencial de desarrollo. Son muchos los expertos que esperan que en un tiempo no muy lejano la TC pueda convertirse en un competidor serio de las técnicas de medición actuales. Por ello, a pesar de sus inconvenientes actuales, la investigación y el desarrollo de técnicas que permitan superar sus limitaciones suponen un importante y estimulante reto.

En este artículo se presenta el principio básico de funcionamiento, las ventajas y desventajas, algunos de los equipos que actualmente se encuentran disponibles en el mercado y algunas de las muchas aplicaciones metrológicas que tiene esta técnica, mismas que pueden ser áreas de oportunidad para el desarrollo de investigación.

Principio básico de funcionamiento

Proveniente del griego tomos (corte o sección), la tomografía se define como el proceso de proyectar secciones transversales de un objeto (Hsie, 2009). Como es bien sabido, tiene sus inicios en la medicina, donde se convirtió en el primer método no invasivo de adquisición de imágenes del interior del cuerpo humano. Sir Godfrey Hounsfield llevó a cabo el primer escáner cerebral en un sistema construido por la empresa “Electric and Musical Industries Ltd.” en 1972.

La TC se basa en analizar la propagación de los rayos X a través de un objeto. Esto se logra mediante la acción conjunta de un emisor de rayos X, una mesa giratoria y un detector (Figura 1). El emisor se encarga de generar de forma constante un haz de rayos X que incide directamente sobre el objeto o pieza de trabajo donde son atenuados y continúan su viaje hasta llegar al detector, que es el encargado de medir la transmisión de los rayos X. A través de esta medición se genera una imagen bidimensional (2D). Este proceso se repite en diferentes posiciones de la mesa hasta realizar un giro completo con lo que se genera un número determinado de imágenes. A partir de estas proyecciones y mediante la utilización de un algoritmo matemático (Kak y Slaney, 2001) se genera un modelo

¹ Dr. Arturo Sinue Ontiveros Zepeda es Profesor de Ingeniería Industrial en la Facultad de Ingeniería y Negocios Tecate de la Universidad Autónoma de Baja California, México. sinue.ontiveros@uabc.edu.mx (**autor responsable**).

² M.I. Adriana Isabel Garambullo es Profesora de Ingeniería Industrial en la Facultad de Ingeniería y Negocios Tecate de la Universidad Autónoma de Baja California, México. adriana.garambullo@uabc.edu.mx.

³ M.C.A. Velia Verónica Ferreiro Martínez es Profesora de Ingeniería Industrial en la Facultad de Ingeniería y Negocios Tecate de la Universidad Autónoma de Baja California, México. vferreiro@uabc.edu.mx.

⁴ Dra. Janette Brito Laredo es Profesora de la Licenciatura en Contaduría en la Facultad de Ingeniería y Negocios Tecate de la Universidad Autónoma de Baja California, México. jbrito@uabc.edu.mx.

⁵ M.C. Carlos Enrique Flores Apodaca es Profesor de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico de Los Mochis, Sinaloa, México. carlosefa@hotmail.com.

tridimensional (3D) de la pieza o zona explorada. Cada elemento del volumen es llamado vóxel, (del inglés “volumen element”), y cada vóxel tiene asignado un valor de gris que representa la atenuación que han sufrido los rayos X al atravesar esa zona del espacio. Cabe señalar que a diferencia de las aplicaciones médicas e industriales, el nivel de precisión necesario para las aplicaciones metroológicas es mucho más elevado. Además, es necesario cumplir con el requisito de trazabilidad en las mediciones.

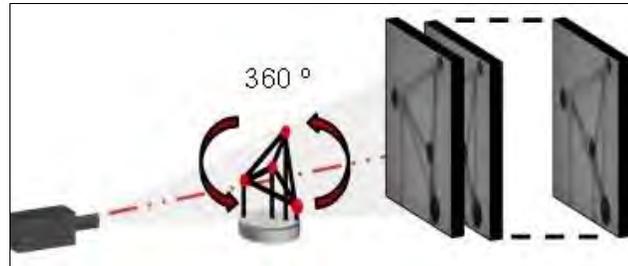


Figura 1. Principio de funcionamiento sistema de TC.

Sistemas de Tomografía Computarizada para aplicaciones metroológicas.

Los inicios de la TC en la industria se dieron a partir del año 1980, cuando se hizo muy popular en aplicaciones de análisis de materiales y pruebas no destructivas (PND) (Reimers y Goebbels, 1983), y no fue sino hasta principios de los 90 cuando se llevaron a cabo los primeros intentos de realizar mediciones (Carmignato et al. 2004, Mitchell, 1989 y Bartscher et al. 2008). Sin embargo, las precisiones que se lograban no eran mejores que 0,1mm. Posteriormente se continuaron produciendo importantes acontecimientos; en 1998, General Electric, Toshiba, Marconi y Siemens desarrollaron sistemas de TC capaces de ejecutar un escáner con capacidad de rotación por debajo de 1 segundo; en el año 2002 aparecieron los primeros sistemas equipados con fuentes de haz cónico y detectores planos. Pero el suceso que marcó el inicio del desarrollo de la tomografía en aplicaciones metroológicas aconteció en el año del 2005, cuando en la “Control-International Trade Fair for Quality Assurance” se exhibió el primer sistema de TC enfocado a aplicaciones metroológicas desarrollado por la compañía Werth Messtechnik. Se trataba del sistema “Werth TomoScope” (Figura 2), un sistema multi-sensor que permitía realizar mediciones de piezas en un tiempo relativamente corto (menos de 20 minutos) y con precisiones en el rango de los micrómetros. A partir de ese momento se genera un gran interés en el desarrollo de este tipo de sistemas, y las grandes empresas del mundo de la metrología inician sus propios desarrollos.



Figura 2. Werth TomoScope. Fuente: Christoph y Hans, 2011.

En la industria actual, los sistemas de tomografía computarizada están siendo cada vez más utilizados para mediciones dimensionales. Sin embargo, al no contar con procedimientos normalizados, los resultados de medición no son del todo confiables. En estos últimos años se han producido una serie de sucesos que tienen como objetivo ayudar a convertir a la TC en aplicaciones metroológicas en una alternativa interesante. Uno de estos sucesos es la publicación de la serie de normas “VDI/VDE 2630 COMPUTER TOMOGRAPHY IN DIMENSIONAL MEASUREMENT” iniciada en el año 2009.

Dentro de los sistemas de TC especializados en aplicaciones metroológicas que existen actualmente podemos destacar los desarrollados por Carl Zeiss y Werth. Carl Zeiss tiene actualmente dos sistemas: 1) El Metrotom 800, que cuenta con un rango de medición de $\varnothing 125 \times 150$ mm y una potencia máxima de 130kV, y 2) El Metrotom 1500 (Figura 3) que tiene un rango de medición de $\varnothing 300 \times 350$ mm y una potencia máxima de 225kV. De los equipos de Carl Zeiss también hay que destacar que es compatible con potente software de medición Calypso.

Werth tiene una amplia gama de productos entre los que se puede destacar el nuevo modelo TomoScope 200 (Figura 3), que tiene un rango de medición de $\varnothing 204 \times 378$ mm y, a diferencia del resto, integra un sistema multi-sensor que permite ejecutar mediciones más precisas. De esta misma empresa también se puede destacar el sistema

TomoScope HV 800, que está enfocado para realizar mediciones en piezas de gran tamaño (hasta 1010mm de longitud) y con materiales de alta densidad.

Además de los sistemas anteriormente mencionados existen otros en el mercado, ejemplo de estos son el sistema Vertex desarrollado por VJELECTRONIX, el sistema CXMM desarrollado por North Star Imaging, el sistema nanotom desarrollado por General Electric (GE) y el MCT225 HA, desarrollado por NIKON. (Figura 3), la CT Workstation de exaCT, entre otros.



Figura 3. Sistemas de TC: a) Metrotom 1500, b) TomoScope 200, c) Vertex, d) CXMM y e) nanotom, f) MCT225. Fuente: a) Carl Zeiss, b) Wert, c) VJElectronics, d) North Star Imaging, e) GE y f) Nikon .

Ventajas y desventajas de la Tomografía Computarizada.

La TC en una técnica que ofrece grandes ventajas sobre las tradicionales, pero que también cuenta con algunos inconvenientes destacables que afectan al proceso de medición. Dentro de las ventajas se puede destacar que es la única tecnología capaz de “observar” dentro de la pieza de trabajo, por lo que es posible realizar mediciones de geometrías internas y externas al mismo tiempo y sin necesidad de destruir la pieza. También es capaz de conseguir un volumen de trabajo con una alta densidad de puntos en un tiempo de adquisición relativamente corto. Por último, es capaz de distinguir los distintos materiales aunque estén en contacto directo (p. ej. fibras embebidas) lo que permite medirlas por separado. Por otro lado, entre sus inconvenientes se ha de señalar que el proceso no cuenta con procedimientos normalizados y que tiene numerosos factores de influencia que pueden afectar la calidad de las mediciones, por lo que aún no ha sido posible proporcionar incertidumbres de medición fiables (Figura 4). Además, se han detectado problemas en la calidad de la imagen cuando se realizan exploraciones en piezas con múltiples materiales, especialmente en piezas que tienen metales (Heinzel et al. 2007 y Amir Khanov et al. 2011). En el Cuadro 1 se presenta un resumen de las principales ventajas y desventajas de la utilización de la TC en aplicaciones metrológicas.

Ventajas	Desventajas
Técnica no destructiva.	No existen procedimientos normalizados.
Volumen con alta densidad de puntos.	Tiene numerosos y complejos factores de influencia
Es capaz de medir geometrías internas y externas al mismo tiempo.	No existe una aproximación normalizada del cálculo de la incertidumbre.
Tiempo de adquisición relativamente corto	Existen problemas de calidad de imagen al momento de escáner piezas con múltiples materiales.

Cuadro 1. Ventajas y desventajas de la Tomografía Computarizada.

Como se ha comentado el párrafo anterior, la TC cuenta con una gran cantidad de factores de influencia que afectan a la precisión de las mediciones y que contribuyen a la incertidumbre de medición (Andreu et al. 2009). Existen algunos estudios y publicaciones sobre las fuentes de error, la resolución y la repetibilidad que se han llevado a cabo como primer paso para la determinación de la incertidumbre, el análisis de la contribución a la incertidumbre de cada uno de los factores de influencia representa un área de oportunidad para el desarrollo de investigación (Figura 4).

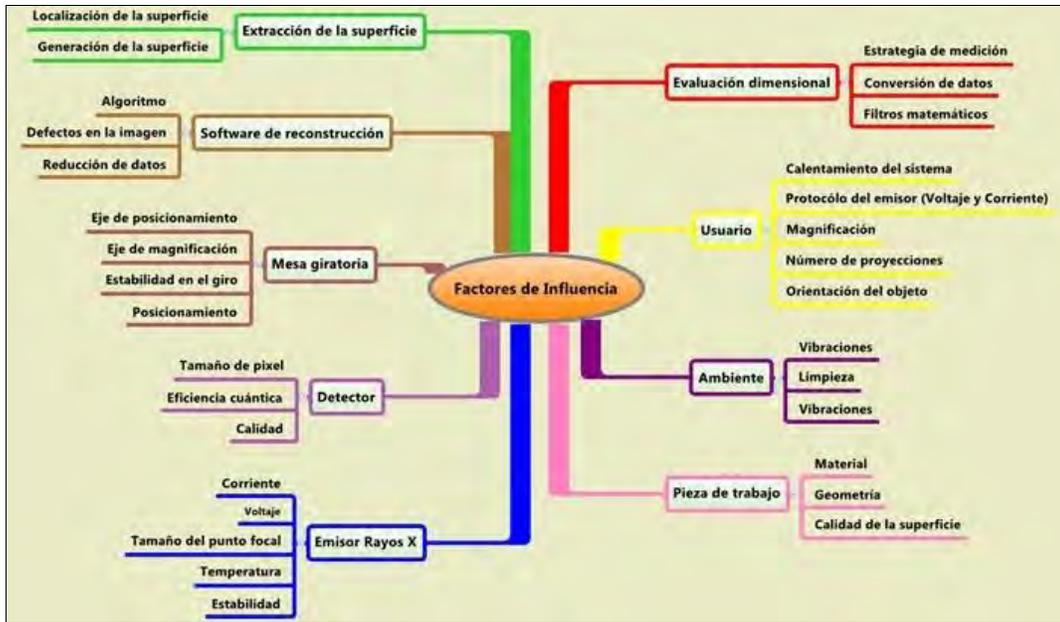


Figura 4. Factores de influencia del proceso de la TC.

Aplicaciones de la TC

Debido a sus características únicas, la TC se convierte en la única tecnología disponible para llevar a cabo una gran cantidad de aplicaciones metrológicas, dentro de ellas se pueden destacar las siguientes:

- Es posible realizar análisis sin la necesidad de destruir o seccionar una pieza de trabajo. Es posible llevar a cabo análisis de componentes producidos por manufactura aditiva, los cuales cuentan con características internas que no son accesibles a la vista o que se componen de diferentes materiales. La TC es también interesante para el control de calidad en ensamblajes, ya que la geometría y las dimensiones de los componentes pueden diferir cuando las piezas no se encuentran ensambladas y cuando lo están, es decir, que el ensamble puede fallar geométricamente, incluso si todos los elementos individuales que lo componen cumplen con las tolerancias sin montar (Figura 5). Además, se puede hacer un análisis dimensional y de control de calidad de forma simultánea.

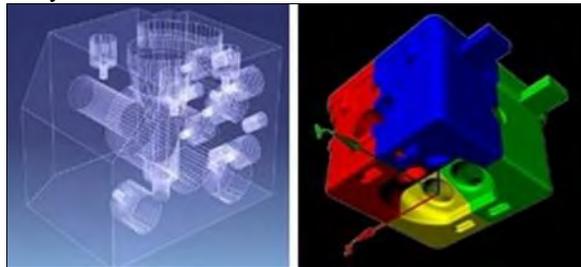


Figura 5. a) Imagen TC y b) Pieza multi-ensamble. Fuente: Carl Zeiss, 2015 y Bartscher et al. 2008.

-Se pueden analizar piezas completas que posean multi-materiales si la necesidad de desmontarla o destruirla (Figura 7).

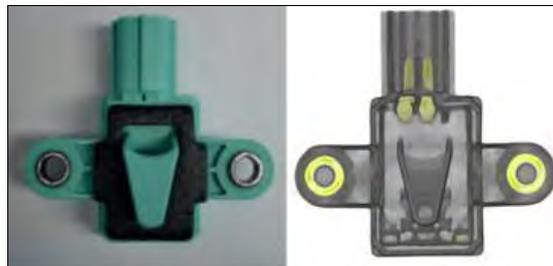


Figura 7. Pieza multi-material analizada con TC. Fuente: Amirkhanov et al. 2011.

- Se puede analizar el desgaste de una pieza de forma rápida y efectiva mediante la realización de tomografías con el paso del tiempo (Figura 6).

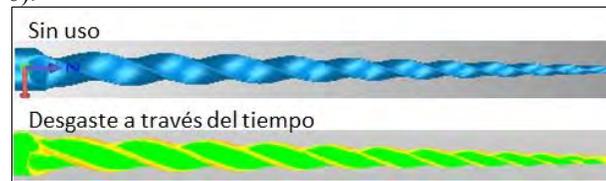


Figura 6. Pieza de trabajo con desgaste a través del tiempo.

- Además de lo mencionado anteriormente, podemos resaltar que existen sistemas de TC industriales que son capaces de “seguir el ritmo” de las líneas de producción, de este modo es posible analizar el 100% de las piezas (incluso siendo muy complejas) de forma rápida y efectiva. Ejemplo de esto es el sistema de General Electric creado para utilizarse en la industria automotriz (Figura 8), este sistema permite realizar un análisis completo de piezas pequeñas en 10 segundos y en piezas complejas y grandes en un máximo de 90 segundos (Brunke et al. 2013).



Figura 8. Sistema de TC en línea para la industria automotriz. Fuente: Brunke et al. 2013.

- Otra aplicación que está teniendo un gran auge es la utilización de la TC en la industria alimenticia. Actualmente el corte de las piezas de ganado se realiza de forma manual, sin embargo, la utilización de la TC como herramienta de apoyo para llevar a cabo el proceso de disección de forma automática supondría una reducción importante de tiempos y de costos. Un ejemplo de este tipo de aplicaciones se presenta en la Figura 9, donde se representa un sistema de corte automatizado utilizando la TC para definir de forma precisa las zonas de corte, maximizando la obtención de carne. Cabe destacar que este proyecto es real y se llevó a cabo en Dinamarca, el procedimiento y los resultados de su implementación se presentan en Vester-Christensen et al. (2009).



Figura 9. Sistema de TC en línea para la industria alimenticia. Fuente: Adaptada de De Chiffre et al. 2014.

- Debido a que la TC permite la obtención de una imagen volumétrica 3D (Figura 10) de la pieza de trabajo, es posible llevar a cabo diferentes análisis de forma simultánea, por lo que puede tener un espectro de aplicaciones muy amplio: análisis de porosidad, ruptura, simulación de materiales, etc.

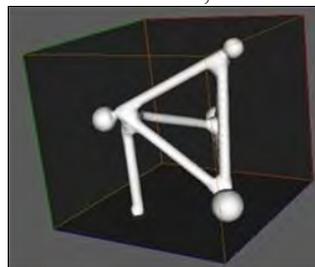


Figura 10. Modelo 3D obtenido mediante TC.

Conclusiones

La Tomografía Computarizada (TC) es una técnica que se ha vuelto muy popular en aplicaciones de metrología, hay evidencia bibliográfica que señala que es posible llevar a cabo mediciones con una precisión bastante buena y es la única técnica que permite realizar un análisis dimensional y de control de calidad de forma simultánea. Sin embargo, aún queda camino por recorrer para hacer de ella una técnica confiable. Debido a las ventajas con las que cuenta sobre el resto de las tecnologías y debido a las desventajas con las que cuenta, existe un importante número de investigadores que enfrentan este estimulante reto. En este artículo se ha hecho una mención especial a las desventajas con las que cuenta, los factores de influencia y sus múltiples aplicaciones, con la finalidad de presentar un panorama de la situación actual y las áreas de oportunidad que pueden ser objeto de estudio.

Referencias

- Amirkhanov, A., Heinzl, C., Reiter, M., Kastner, J. y Gröller, E. "Projection-Based Metal-Artifact Reduction for Industrial 3D X-ray Computed Tomography", *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, Vol. 17, No. 12, 2011.
- Andreu, V., Georgi, B., Lettenbauer, H. y Yagüe, J.A. "Analysis of the error sources of a Computer Tomography Machine", *Proceedings of Lamdamap conference*. 2009.
- Bartscher, M., Hilpert, U., Härtig, F., Neuschaefer-Rube, U., Goebels, J. y Staude, A. "Industrial Computed Tomography, an Emerging Coordinate Measurement Technology with High Potential", *Proceedings of NCSL International Workshop and Symposium*, 2008.
- Brunke, O., Lübbehüsen, J., Hansen, F. y Butz, F. "A new Concept for High-Speed atline and inline CT for up to 100% Mass Production Process Control." *16th International Congress of Metrology. EDP Sciences*, 2013.
- Carl Zeiss. <http://www.zeiss.de/metrotom-1500>. Consultada por internet en agosto de 2015.
- Carmignato, S., Savio, E. y De Chiffre, L. "CT Techniques for Reconstructing 3D Geometrical Models of Complex Parts: An Approach for Traceability Establishment and Uncertainty Evaluation", *Proceedings of IMEKO*, Vol 1, 2004.
- Christoph, R. y Hans, N. "Multisensor Coordinate Metrology", *Werth Messtechnik*, 2011.
- De Chiffre, L., Carmignato, S., Kruth, J. P., Schmitt, R., y Weckenmann, A. "Industrial applications of computed tomography". *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, Vol. 63, No. 2, 2014.
- General Electric Measurement & Control. <http://www.ge-mcs.com/en/radiography-x-ray/ct-computed-tomography.html>. Consultada por internet en agosto de 2013.
- Heinzl, C., Kastner, J. y Groller, E. "Surface Extraction from Multi-Material Components for Metrology using Dual Energy CT", *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, Vol. 13, No. 6, 2007.
- Hsieh, J. "Computed Tomography, principles, design, artifacts and recent advances". *Wiley inter-science & SPIE*, 2009.
- Kak, A. y Slaney, M. "Principles of Computerized Tomographic Imaging". *Society for Industrial and Applied Mathematics*, 2001.
- Marinello, F., Savio, E., Bariani, P. y Carmignato S. "Coordinate metrology using scanning probe microscopes", *Measurement Science and Technology*, 20:084002, 2009.
- Mitchell, K. "A Generalized Approach to Wall Thickness Measurements in CT Images", *Topical Proceedings Industrial Computerized Tomography. ASNT*, 1989.
- Nikon Metrology. http://www.nikonmetrology.com/en_EU/Products/X-ray-and-CT-Inspection/Computed-Tomography/XT-H-225-Industrial-CT-Scanning. Consultada por internet en agosto de 2013.
- NORTH STAR IMAGING. <http://www.xviewct.com/>. Consultada por internet en agosto de 2013.
- Reimers, P. y Goebels, J. "New Possibilities of Non-Destructive Evaluation by X-ray Computed Tomography", *Materials Evaluation*, Vol. 41, 1983.
- Vester-Christensen, M., Erbou, S., Hansen, M., Olsen, E., Christensen, L., Hviid, M., Ersbøll, B. y Larsen, R. "Virtual Dissection of Pig Carcasses". *Meat Science*, Vol. 81, No. 4, 2009.
- VJ ELECTRONIX. <http://www.vjelectronix.com/Brochures/VERTEX-CT%20.pdf>. Consultada por internet en agosto de 2013.
- Weckenmann, A. y Kramer, P. "Computed tomography – new and promising chances in manufacturing metrology". *International Journal of Precision Technology*, Vol. 1, No. 3-4, 2010.
- Werth. <http://www.werth.de/de/unser-angebot/produkte-nach-kategorie/koordinatenmessgeraete/fuer-computertomografie/werth-tomoscope-200.html>. Consultada por internet en agosto de 2015.

PROTOTIPO DE UN ARIETE HIDRÁULICO PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA SIN ELECTRICIDAD

Jerónimo Ordaz Álvarez¹, M. en E.R. Rufino Alberto Chávez Esquivel², José de Jesús Suárez López³, M. C.
Julio César Gutiérrez Villareal⁴

RESUMEN

Resumen-Desde la prehistoria el hombre ha tenido la necesidad de abastecerse de agua, desde sus cultivos hasta animales domésticos con la ayuda de diversos mecanismos. El ariete hidráulico fue patentado en 1796, por Joseph Montgolfier (1749- 1810), bomba que funciona a partir de la energía potencial de un depósito a desnivel además del principio de golpe de ariete, antes de la llegada de los motores a combustión y energía eléctrica, se utilizaban como método de bombeo en zonas de difícil obtención de maquinaria y áreas estrechas para la recopilación de agua, aprovecha la energía de un pequeño salto de agua para elevar parte de su caudal a una altura superior, tuvo una amplia difusión por todo el mundo. Ya que es tecnológicamente accesible, eficiente, ecológico.

Palabras clave: Energía Hidráulica, Energías Mecánica, Energías renovables, Golpe de ariete.

INTRODUCCIÓN

La bomba de ariete hidráulico se ha utilizado durante más de dos siglos en muchas partes del mundo, la sencillez y fiabilidad hizo un éxito comercial, especialmente en Europa, en días previos a la corriente eléctrica y al motor de combustión interna con una amplia disponibilidad.

Son uno de los tipos de bombas de agua que funcionan aprovechando la energía hidráulica, sin requerir otra energía externa. Mediante este principio se puede conseguir elevar parte del agua de un arroyo, río, cisternas o bordos a una altura mayor.

OBJETIVO GENERAL

El objetivo de la construcción de un ariete hidráulico es básicamente la impulsión o desplazamiento de fluidos por tuberías con menor esfuerzo y sin la necesidad de energía eléctrica ni combustibles contaminantes, con esto se tiene esperado que el uso de máquinas simples como este sean cada vez más usadas para la conservación de nuestros recursos naturales.

OBJETIVO ESPECÍFICOS

- ❖ Elaborar un ariete hidráulico que satisfaga con menor esfuerzo el traslado de agua de un punto a otro sin

¹ Jerónimo Ordaz Álvarez Universidad Tecnológica de San Juan del Río, Carrera Energías Renovables, jeronimo.ordaz15@gmail.com (autor corresponsal)

² M. en E.R. Rufino Alberto Chávez Esquivel Universidad Tecnológica de San Juan del Río, Carrera Energías Renovables, rachaveze@utsjr.edu.mx

³ José de Jesús Suárez López, Universidad Tecnológica de San Juan del Río, Carrera Energías Renovables, Suarez-lopez2010@hotmail.com

⁴ Julio César Gutiérrez Villareal, Universidad Tecnológica de San Juan del Río, Carrera de Energías Renovables, jcgutierrezv@utsjr.edu.mx

importar la altura a la que este destinada.

- ❖ Evitar la contaminación del aire como de la capa de ozono además de la erosión de la tierra provocada por combustibles derivados del petróleo.
- ❖ Impulsar el desarrollo de innovaciones basándose con el mismo principio.

ALCANCE

- Desarrollar un sistema de bombeo de agua sustentable.
- Dar una opción para el ahorro de energía eléctrica
- Aprovechar el flujo de las corrientes del agua en ríos o arroyos de la región.

“PROYECTO SUSTENTABLE”

Aprovechamiento de los recursos naturales, sin contaminar el medio ambiente.

METODOLOGÍA

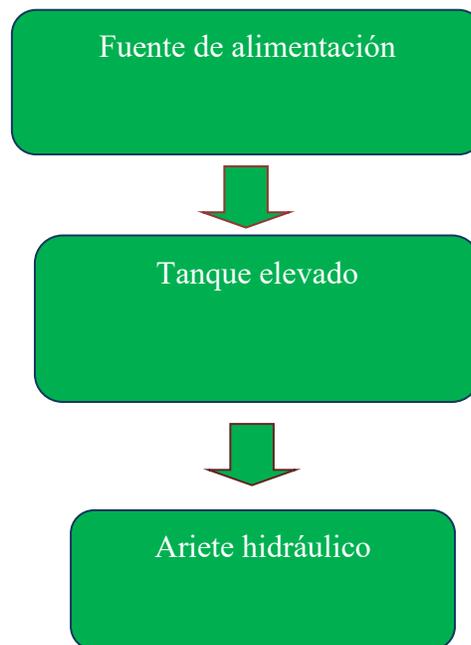


Figura 1. Figura. 1 metodología del proceso del ariete hidráulico.

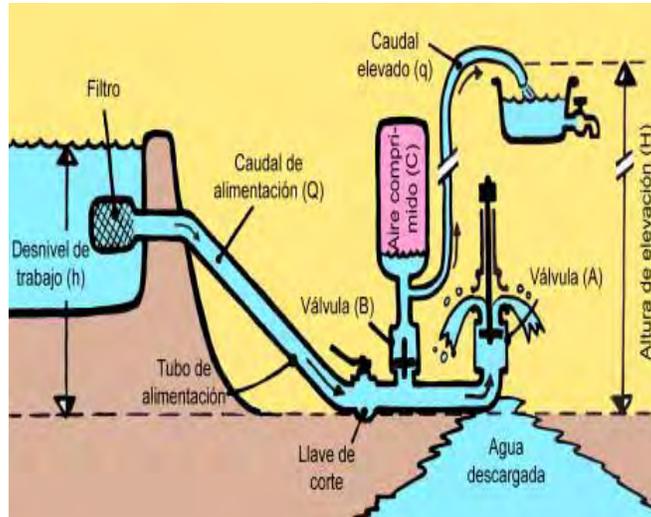


Figura 2 diagrama de funcionamiento

MODELADO MATEMÁTICO

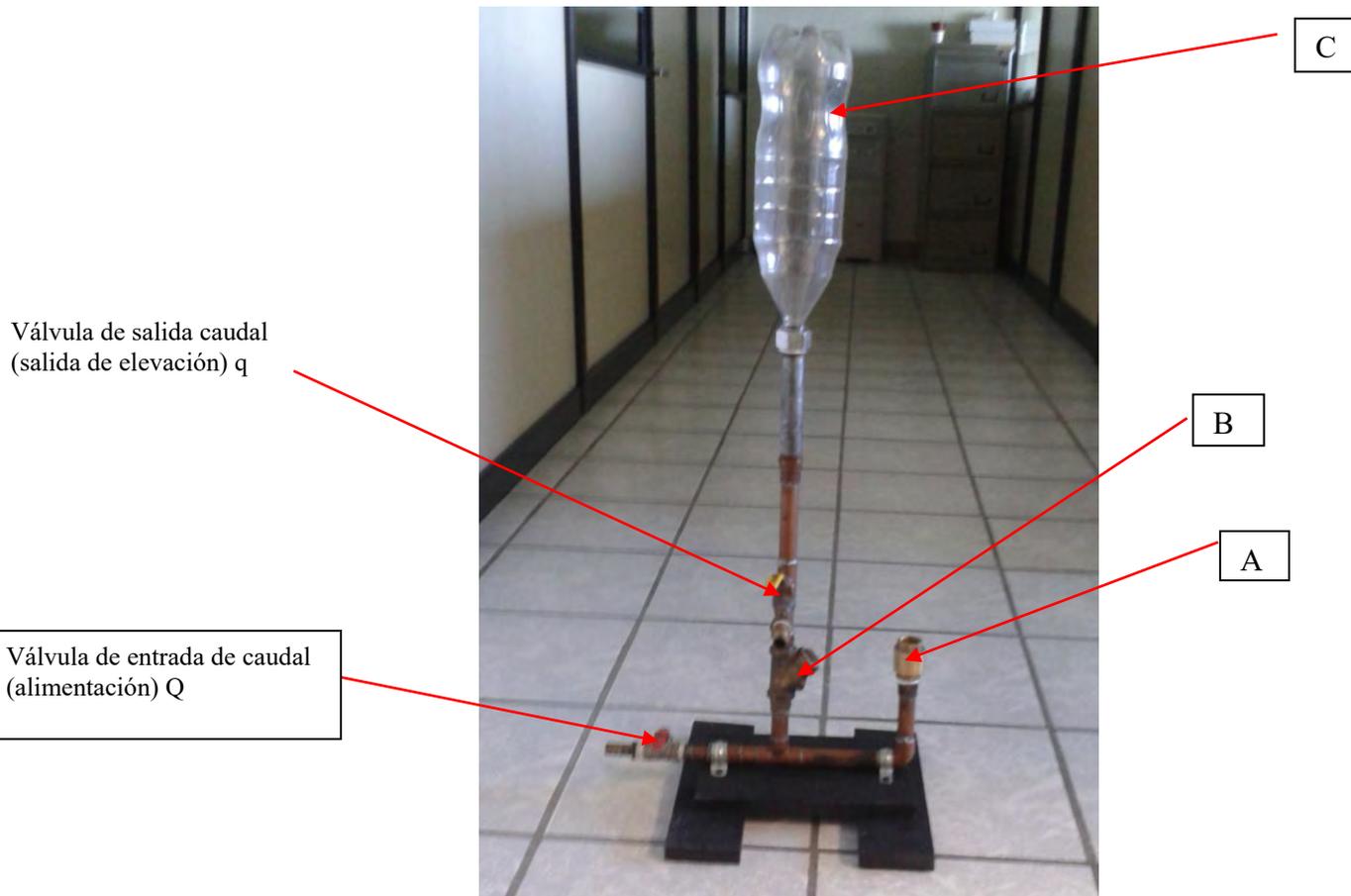


Figura 3 prototipo de ariete hidráulico

El agua se acelera a lo largo del tubo de alimentación hasta alcanzar una velocidad suficiente como para que se cierre la válvula (A), Figura 2. Entonces se crea una fuerte presión, al detenerse el agua bruscamente. Este golpe de presión abre la válvula (B) y hace pasar un pequeño chorro de agua al depósito (C), hasta que se equilibran las presiones. En ese momento, la gravedad abre la válvula (A) y se cierra la (B), repitiéndose de nuevo el ciclo. El agua, a cada golpe de aire hace fluir el agua, con continuidad, por la manguera de elevación. El ritmo de golpes por segundo suele ser de uno o dos.

Se debe de tener en cuenta que el agua que se acelera en el tubo de alimentación, es la que provoca el “golpe de ariete”, por lo que este ha de tener una longitud, inclinación y diámetro adecuados, sin curvas ni estrechamientos que provoquen pérdidas de carga por rozamiento.

Golpe de ariete

La Física reconoce el fenómeno denominado golpe de ariete o choque hidráulico, que ocurre cuando varía bruscamente la presión de un fluido dentro de una tubería, motivado por el cierre o abertura de una llave, grifo o válvula; también puede producirse por la puesta en marcha o detención de un motor o bomba hidráulica. Durante la fluctuación brusca de la presión el líquido fluye a lo largo de la tubería a una velocidad definida como de propagación de la onda de choque.

La energía cinética, que proporciona el agua en movimiento, al ser detenida origina un aumento brusco o golpe de presión, el cual provoca deformaciones elásticas en el líquido y en las paredes de la tubería. Este fenómeno, en general, se considera indeseable y por tal razón, con frecuencia se instalan dispositivos de seguridad.

Los cálculos aplicados en prototipo mostrado anteriormente son los siguientes

Para saber el caudal entregado en el depósito se da por la siguiente ecuación:

$$q = r \cdot Q \cdot h/H$$

Donde:

q: es el caudal entregado al depósito (m/s)

Q: caudal de alimentación (l/m)

h: desnivel de trabajo (m)

H: altura total de elevación (m)

r: eficiencia del ariete (%)

En la tabla número tres se puede apreciar la eficiencia de acuerdo a la altura total de entrega del caudal Para calcular la eficiencia del ariete se toma como referencia la ecuación de Eytelwein la cual es la siguiente:

$$h/H$$

h/H	2	3	4	6	8	10	12
R	.85	.81	.76	.67	.57	.43	.23

Figura 3. Tabla de eficiencias de acuerdo a la altura del caudal entregado

CONCLUSION

Resumen de resultados- aprovechando el agua de las lluvias de temporada, y almacenarla en tinacos comerciales y haciendo uso del ariete hidráulico utilizar el agua para uso habitual de las personas

Conclusiones- este prototipo debido a su estructura y peso lo hacen fácil de transportar a distintos lugares o zonas de difícil acceso, incluyendo gastos menores por la fabricación y el mantenimiento casi nulo durante su tiempo de operación

Poder hacer uso del bombeo del agua tanto en áreas rurales como en zonas urbanas

Recomendaciones- fácil de usar, no requiere del uso de la electricidad, prototipo económico y en apoyo del medio ambiente ya que no contamina

REFERENCIAS

Mataix, C., Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas. Editorial del Castillo, S.A. Madrid, 2ª ed., 1982.

Lencastre, A., Coutinho, A. Manual de ingeniería hidráulica. Universidad Pública de Navarra. Pamplona, 1998.

White, Frank M., Mecánica de fluidos. McGrawHill, Madrid, 2008.

<http://www.cubasolar.cu/biblioteca/Energia/Energia40/HTML/articulo10.htm>

http://www.terra.org/data/ariete_super.pdf

Calefacción para invernaderos mediante inducción electromagnética

Dr. Rafael Ordoñez Flores¹, Ing. Rafael Abel Ordoñez Pérez²,
Dr. José Crispín Hernández Hernández³ y Abigail Rodríguez Nava⁴

Resumen—En este trabajo se presenta el diseño, implementación y pruebas de un generador de aire caliente basado en la tecnología del calentamiento de metales por inducción electromagnética, el cual es concebido para implementarlo como calefacción para un invernadero. El objetivo es crear un dispositivo eficiente que optimice y use racionalmente el energético a un menor costo en comparación con el uso tradicional de quemadores de gas o diésel. No obstante, el uso de la electricidad en este dispositivo, al no emplear resistencias, el consumo de energía eléctrica es menor consiguiendo la misma temperatura del aire. Este equipo contribuye a la preservación del medio ambiente dado que no contamina directamente al no quemar hidrocarburos.

Palabras clave—Calefacción por inducción, invernadero, inducción electromagnética.

Introducción

La comunidad científica y tecnológica ha llevado a cabo diversas innovaciones que dan respuesta y solución a problemas sociales, económicos y ambientales, tales como la quema de combustibles fósiles, el calentamiento global, entre otros. El Calentador de Aire por Inducción es un dispositivo innovador que se propone para la calefacción, en este caso, de invernaderos, ya que obedece al excesivo consumo de hidrocarburos de los quemadores tradicionales, por tanto se prevé un ahorro del energético y la, consecuente, eliminación del uso de gas y/o diésel. La propuesta se caracteriza por su sustentabilidad, su impacto ambiental y economía, que podría abarcar los diversos estatus sociales satisfaciendo las necesidades actuales de cualquier sector económico. Este generador de aire caliente consume menos energía eléctrica que un calentador a base de resistencia para alcanzar una misma temperatura, por lo que requiere menos energía inclusive que los calentadores a gas o diésel, lo que beneficia el ahorro energético y la economía del usuario.

Su impacto ambiental radica en la nula emisión de gases de invernadero al no utilizar la combustión del gas o diésel como fuente de calentamiento, así como en el uso óptimo de la energía eléctrica al utilizar sólo la necesaria para calentar al aire a la temperatura deseada.

La inducción electromagnética es el proceso mediante el cual campos magnéticos generan campos eléctricos. Al generarse un campo eléctrico en un material conductor, los portadores de carga se verán sometidos a una fuerza y se inducirá una corriente eléctrica en el conductor [1]. El calentador de aire consiste de una bobina solenoide cuyo núcleo es el tubo donde pasa el aire; el campo electromagnético generado por la bobina induce una gran corriente en el tubo cuya potencia disipada sigue la relación $P = i^2 R$; de esta manera el aire se calienta inmediatamente al paso y contacto con el tubo caliente.

Se analizará el diseño de la geometría y dimensiones de la bobina de inducción, así como se hará la elección del material ferromagnético.

Principio de Funcionamiento

Una fuente de energía eléctrica de cierta frecuencia se utiliza para conducir una corriente alterna a través de una gran bobina. Esta bobina se conoce como la bobina de trabajo. El paso de corriente a través de esta bobina genera un campo magnético muy intenso y cambiando rápidamente en el espacio dentro de la bobina de trabajo [2]. La pieza de trabajo es la tubería donde pasa el aire, colocándose dentro del campo magnético alterno intenso para ser calentado, figura 1. Normalmente, el circuito inductivo se compensa con un elemento capacitivo para maximizar la transferencia de energía.

Variables a Caracterizar

Para la construcción del calentador se necesita conocer los parámetros que influyen en el sistema y aquellos que alteran la eficiencia de este dispositivo. Nuestras variables a caracterizar y controlar son:

- Inductancia de la bobina de trabajo.

¹ El Dr. Rafael Ordoñez Flores es Profesor Investigador del Dpto. Ing. Eléctrica y Electrónica y de la Maestría en Ing. Mecatrónica del Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala. rafael.ordonezf@gmail.com (**autor correspondiente**)

² El Ing. Rafael Abel Ordoñez Pérez es Profesor del Depto. de Ing. Industrial y del Centro de Incubación e Innovación Empresarial del Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala. raop20032000@yahoo.com.mx

³ El Dr. José Crispín Hernández Hernández es Profesor Investigador del Dpto. de Sistemas y Computación y de la Maestría en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Apizaco, Tlaxcala. josechh@yahoo.com

⁴ Abigail Rodríguez Nava, estudiante de Ing. Mecatrónica del Instituto Tecnológico de Apizaco. abigail.0000@hotmail.com

- Resistencia del inductor.
- Voltaje y corriente en la bobina.
- Caudal del aire a calentar.

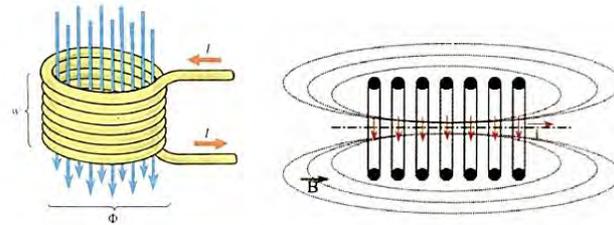


Figura 1. Líneas de campo magnético.

Características del Diseño del Sistema

En primera instancia se comprueba que existe un calentamiento apropiado en el interior del tubo, por lo que se calcula la profundidad del calentamiento en el núcleo (tubo de acero al carbono). La ecuación de la profundidad del calentamiento es:

$$\rho = \sqrt{\frac{1}{\pi f \mu \sigma}} \quad (1)$$

Donde f es la frecuencia, μ es la permeabilidad total del material ($4\pi \times 10^{-7} \mu r$) y σ la conductividad del material. La profundidad del calentamiento resulta de 5.12mm. Considerando que el grosor del tubo es de 3mm, se concluye que existirá una profundidad adecuada para que se pueda calentar el aire a su paso.

Dimensionamiento de la bobina de inducción y el transformador

El cálculo del inductor y del transformador se basa en una transferencia de potencia nominal de 1.5 kW, por lo que considerando una relación de transformación de 10:1, se necesitaría una resistencia de 0.10Ω en el secundario y corrientes del orden de 12 amperes en el primario y 120 A en el secundario; por lo tanto, los calibres de los alambres están en función de estas corrientes.

Al evaluar los parámetros que influyen en el sistema se necesita tener los valores correspondientes a las variables. En primera instancia se construyó la bobina de trabajo como se muestra en la figura 2, la cual está construida con tubo de cobre de 1/4" y 9m de longitud, lo que resulta en 34 espiras alrededor del núcleo. El núcleo es un tubo de acero al carbono (figura 2) por donde fluirá el aire con una longitud de 0.25m, un diámetro externo nominal de 2.3/8 pulgadas. La selección del alambre se realiza en función de la corriente que circula a través del mismo; el tubo de acero al carbono se selecciona por ser un material permeable y además por ser comercialmente accesible.



Figura 2. Bobina de inducción y Tubo de acero al carbono.

Las características resultantes de la bobina y su núcleo al hacer las mediciones correspondientes se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1
Parámetros del Sistema Bobina - Núcleo

Variable	Valor Medido
Voltaje de alimentación nominal	127V
Frecuencia de línea	60Hz
Resistencia de la bobina de inducción	0.06Ω
Inductancia de la bobina de inducción	49.7μH

En base a las características anteriores se realizan los siguientes cálculos:
Corriente máxima: El transformador fue diseñado con una relación de transformación 10:1, donde el voltaje de alimentación es de 127 V a 60 Hz. Dada esta relación 10:1, se tendrá un voltaje en el secundario de 12.7 V, lo que genera una corriente de:

$$i_s = \frac{V}{R} = \frac{12.7 V}{.10\Omega}$$

$$i_s = 127 A$$

Esta corriente será la máxima de salida en el secundario y de alimentación al inductor. La Tabla 2 muestra los datos de voltaje y corriente máximos que puede alcanzar nuestro circuito, los cuales se consideran para los dispositivos de protección que pueda llevar el calentador.

TABLA 2

Datos del Transformador		
VARIABLES	PRIMARIO	SECUENDARIO
Voltaje	127 V	12.7 V
Corriente máxima	12.5 A	125 A

Con los datos anteriores podemos obtener la potencia aparente de entrada y de la entregada al inductor:

$$S = V I = (127 V)(12.5) = 1587 VA$$

Cálculo del Transformador para el Calentamiento por Inducción

El cálculo simplificado del transformador se divide en varios pasos, debemos recordar que la potencia del transformador depende de la carga conectada a la misma. Para la construcción del transformador se hizo la elección del núcleo y se determinó la sección del mismo, así como también el número de espiras, el tipo de alambre y calibre para cada bobinado, se determinaron las corrientes para cada bobinado, entre otros aspectos.

El diseño se basa por el método por producto de área, A_p [3], para una potencia aparente de 1.5kVA máximo.

El cálculo de producto de área A_p está dado por la ecuación siguiente:

$$A_p = \left(\frac{P_t \times 10^4}{k_f B_m f k_u k_j} \right)^{1.14} \quad (2)$$

k_u = factor de utilización de ventana

k_f = 4.44 para la onda sinusoidal

B_m = densidad de flujo = 1.0 T

k_j = 534 @ 50 °C

Se seleccionó el núcleo apropiado de acuerdo al producto de área de 280.98cm⁴ o mayor.

Cálculo del número de vueltas del primario:

$$N_p = \frac{V_p \times 10^4}{k_f B_m f A_c} \quad (3)$$

$$N_p = \frac{127 \times 10^4}{4.44 (1) (60) (17.04)} = 279.77 \text{ vueltas} \approx 280 \text{ vueltas}$$

Para una corriente máxima en el primario de 12.5A se seleccionó el alambre AWG no.12.

Cálculo de las vueltas del secundario:

$$N_s = \frac{N_p V_s}{V_p} \quad (4)$$

$$N_s = \frac{(280)(12.7 V)}{127 V} = 28 \text{ vueltas}$$

Para una corriente máxima de 125 amperes, el cálculo arroja un alambre magneto AWG no.3, remplazándolo por dos alambres no. 8.

Medios de disipación y transferencia de calor

Para poder hacer que el aire gane el máximo de temperatura se deben tomar en cuenta dos aspectos: 1) los medios de disipación y 2) la disposición de los disipadores para transferir el calor del metal al aire.

En el primer caso, se busca aprovechar al máximo el campo magnético que crea la bobina; por lo tanto, se introduce un tubo metálico ferroso en el interior de la bobina dado que en éste el campo es más intenso, pero también se coloca otro tubo en el exterior para aprovechar el campo que se irradia hacia afuera de la bobina, como lo ilustra la figura 1. Por lo tanto, el calefactor se compone de dos tubos, el interno y el externo a la bobina, como se muestra en la figura 3, y el aire se hace pasar dentro del tubo interno, así como por la bobina, la cual también se calienta por efecto joule dada la resistividad del cobre. En este punto, también se diseñan unas aletas de tipo cónicas (figura 3) para transmitir el calor hacia el interior de la tubería.

Respecto al segundo aspecto, las aletas cónicas servirán para crear turbulencia al paso del aire con lo que el calor se transfiere a éste de una manera más eficiente. Estas aletas se disponen de manera helicoidal alrededor de la tubería como si fuese una escalera de caracol a lo largo de la tubería. La figura 4 muestra la colocación de estas aletas dentro de la tubería.

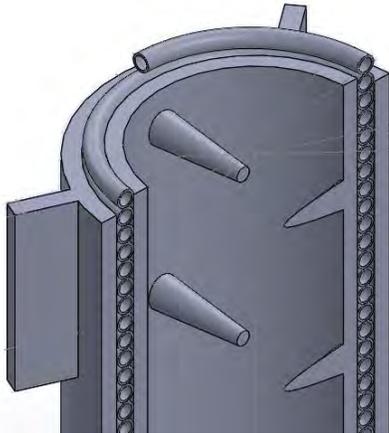


Figura 3. Calefactor compuesto de un tubo interno y externo a la bobina.



Figura 4. Disipadores soldados en el interior del tubo.

El calefactor se acopla a la turbina de aire mediante una placa. El prototipo final se muestra en la figura 5. En esta figura se puede apreciar también la conexión del transformador de corriente con la bobina de inducción.



Figura 5. Prototipo del generador de aire por inducción.

Finalmente se diseña el tablero eléctrico donde se conectan las protecciones termomagnéticas, el contactor trifásico para el motor, el temporizador y las botoneras de arranque y paro del sistema. El temporizador se añade con el fin de precalentar la tubería antes de hacer pasar el aire por ésta.

Análisis de resultados

Una vez realizadas las pruebas de laboratorio al prototipo, se arrojan los siguientes resultados mostrados en la tabla 3:

Tabla 3. Resultados técnicos del generador de aire por inducción.	
Velocidad del aire a la salida del calentador	15 ^m /s
Temperatura del aire (luego de 6 minutos de precalentamiento)	52°C
Temperatura del aire (luego de 15 minutos de funcionamiento donde la temperatura se mantuvo constante)	39°C
Temperatura en el interior del tubo	146°C
Temperatura en el tubo exterior (superior / inferior)	83°C / 49°C
Caudal de salida	313m ³ /hr
Energía térmica que puede entregar el calefactor para subir 10°C la temperatura	53.62KJ/min
Potencia eléctrica nominal del calefactor	1.5kW
Potencia nominal del motor trifásico	¾ HP

Este equipo se probó en un invernadero piloto con medidas de 20m largo x 6m ancho x 3m alto, lo que arroja un volumen de 360m³.

De acuerdo a las lecturas tomadas a la salida del calefactor, se tiene una velocidad de aire de salida de 15m/s a una temperatura constante de 39°C.

Calculando el caudal de salida (313m³/Hr), la energía térmica que puede entregar el calefactor para subir 10°C la temperatura interna del invernadero es de 53.62KJ/min.

Si la capacidad térmica del invernadero prototipo para un gradiente de temperatura de 10°C es de 3,693.6KJ, esto quiere decir, por ejemplo, que teóricamente da como resultado que el calefactor tarda 1 hora 9 minutos en llevar de 17°C a 27°C la temperatura interna (no se consideran las pérdidas de calor en las paredes de plástico del

invernadero).

Comentarios Finales

Conclusiones

Con el objetivo de disminuir los costos del energético para cubrir las necesidades de calefacción de los invernaderos, así como contribuir a la reducción de contaminación, se diseña e implementa una propuesta de un generador de aire alimentado por energía eléctrica y que proporciona la misma cantidad de calor que un calefactor a base de resistencias eléctricas pero con un menor consumo de potencia.

El resultado, es un prototipo de 2.2kW, que mantiene una temperatura de salida del aire constante de 39°C y una capacidad térmica de 53.6KJ/min para un gradiente de temperatura de 10°C, con lo que puede incrementar la temperatura en 10°C un invernadero de 360m³ en una hora.

Cabe mencionar que el diseño es escalable, por lo que ya se tienen las herramientas necesarias para poder diseñar equipos de mayor potencia.

Reconocimientos

Se reconoce al Departamento de Ingeniería de Eléctrica y Electrónica del Instituto Tecnológico de Apizaco por el apoyo recibido durante los largos y fructíferos períodos en los que se han llevado a cabo la labor de investigación y desarrollo del proyecto, que han dado como resultado este prototipo.

Trabajos futuros

El desarrollo de este prototipo aún no ha concluido, todavía se busca incrementar la temperatura del aire probando diferentes dimensiones (largo y diámetro) de la tubería así como los tamaños de las bobinas y diferentes tipos de disipadores en el interior de la tubería. También se probará el incremento de potencia para reducir el tiempo de calentamiento.

Referencias

- [1]. Zinn S. and Semiatin S.L. "Elements of induction heating, design, control and applications," Ed. EPRI Electric Power Research Institute, Inc. 1980.
- [2]. Galván C. "Calentamiento por inducción magnética, Electrónica y automática industriales," Capítulo 15.
- [3]. Colonel T. McLyman. "Transformer and inductor design handbook," Ed. Marcel Dekker, 2004.

Fuentes bibliográficas

Baca Urbina, "Formulación y evaluación de proyectos," Editorial McGraw Hill
Transformadores, //webpages.ull.es/users/ddtorres/Docencia/Intalaciones/Electrifica, Marzo 21, 2012.

ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA ALINEACIÓN SOSTENIBLE DE LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN CON EL NEGOCIO

M.C. Luis Daniel Ordóñez Pacheco¹, M.A. Laura Taide Contreras Álvarez²,
Ing. Martha Bernarda Mojica Mata³, M.C. Victoriano Reyes Méndez⁴ y Luis Felipe Cedillo Morales⁵

Resumen— El crecimiento acelerado y la integración desmedida de las Tecnologías de información y Comunicaciones (TIC's) en las empresas han ocasionado que no se consideren los distintos aspectos operativos, económicos y directivos de la empresa. Las necesidades de cada empresa son muy particulares, por lo que es necesario identificar los objetivos que requieren alcanzar y realizar una alineación estratégica de TI con el Negocio. En este trabajo se presenta una Metodología para la selección de la Tecnología y la Capacitación del Personal de TI en función de la capacidad de la empresa verificando que éstas se encuentren alineadas a las estrategias de negocio y que sean sostenibles, es decir tratando de reducir costos y con un alto compromiso de cuidado al medio ambiente.

Palabras clave—Tecnologías de Información, sustentabilidad, metodología, estrategias de negocio.

Introducción

La necesidad de plantear nuevas alternativas en tecnologías eliminando los tabús que tienen algunas empresas al no utilizar las Tecnologías de la Información y la Comunicación comúnmente llamadas “TICs”, porque creen que tienen altos costos al implementarlo en su infraestructura, ya que con la ayuda de algunos modelos de control interno se podrán establecer la efectividad y eficiencia operacional, confiabilidad de la información financiera y cumplimiento de políticas, leyes y normas con el fin de que las empresas puedan mejorar su competitividad con otras organizaciones.

Este trabajo se encuentra orientado hacia los problemas que presentan las empresas en sus redes, por ejemplo conocer los diferentes riesgos que pueden atentar no sólo en contra de la seguridad, sino también en la integridad de los equipos de cómputo y de los mismos usuarios que hacen uso de ellos. No solamente nos enfocaremos en los problemas de redes que puedan existir en una empresa, asimismo nos centraremos que sistemas de información es el adecuado, cumpliendo las necesidades de la empresas. Por lo tanto, al usar un Sistema de Información genera beneficios como “el rendimiento de las actividades existentes, en términos de velocidad, exactitud, eficacia y economía” (Ciampagna, 2011).

Teniendo como objetivos mejorar la gestión del negocio, del proceso o la organización, también se perfeccionará la comunicación entre el proveedor y/o el cliente y ahorrando costos y beneficiando la creación de nuevos productos manteniendo un nivel de satisfacción y equilibrio interno. (Diagnóstico Tecnológico del Sector Minorista (Red.es, 2006) (Campo, 2003).

Esta investigación se justifica desde tres puntos de vista. Desde el punto de vista práctico, ya que la misma propone al problema planteado una estrategia de acción que al aplicarla contribuirá a resolverlo. Desde el punto de vista teórico, esta investigación fomentará la reflexión y discusión sobre qué modelo de control interno es el adecuado o que tecnología es la ideal para cada uso de la empresa.

Desde el punto de vista metodológico, esta investigación está generando la aplicación de un nuevo método de investigación para generar conocimiento válido y confiable dentro del área de la Gerencia de Recursos Humanos en particular y de las Ciencias Administrativas en general. (Ciampagna, 2011).

Logrando que esta investigación abra nuevos caminos tecnológicos para empresas que presenten situaciones similares a la que aquí se plantean, sirviendo como marco referencial a estas.

¹ El M.C. Luis Daniel Ordóñez Pacheco es Profesor del Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Cd. Madero (ITCM), Cd. Madero, Tamaulipas. ordonez.dan@hotmail.com (autor corresponsal)

² La M.A. Laura Taide Contreras Álvarez es Profesora del Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Cd. Madero (ITCM), Cd. Madero, Tamaulipas.

³ La Ing. Martha Bernarda Mojica Mata es Profesora del Departamento de Sistemas y Computación del Instituto Tecnológico de Cd. Madero (ITCM), Cd. Madero, Tamaulipas.

⁴ El M.C. Victoriano Reyes Méndez es Profesor del Departamento de Ciencias Básicas del Instituto Tecnológico de Cd. Madero (ITCM), Cd. Madero, Tamaulipas.

⁵ El joven Luis Felipe Cedillo Morales, es alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Cd. Madero (ITCM), Cd. Madero, Tamaulipas.

Metodología

La metodología de evaluación de tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC's) considera una fase de contextualización a partir de cuestionarios en línea que deberán ser contestados por el responsable del área de TI y una fase de Revisión, que se realizan de forma paralela para determinar si la empresa tiene disponible la tecnología necesaria para sus procesos y si es adecuada. Posteriormente se realiza un proceso de evaluación de la tecnología por diferentes instrumentos.



Figura 1. Metodología

La metodología diseñada permitirá a las empresas reducir significativamente sus costos, sentando las bases para el crecimiento e innovación tras el cambio de ciclo económico. Los beneficios que se espera obtener para la empresa son:

Minimizar: en primer lugar, se identifican las oportunidades de reducción de costes más claras e inmediatas. Esta etapa proporciona resultados rápidos y maniobrabilidad mientras aumenta la confianza de la organización en la reducción de costes esperada.

Optimizar: se trabaja para realizar las operaciones actuales de manera más eficiente, mejorando el uso de activos (hardware y software) y descatalogando componentes no esenciales y, por lo tanto, reduciendo los costes de TI de forma duradera.

Rediseño: por último, se introducen los cambios estructurales en un nuevo y más eficiente modelo operativo de TI, lo que proporciona importantes mejoras en los costos de personal, ahorros derivados de la industrialización de procesos, empleo de tecnologías transformacionales adicionales y nuevas estrategias en la dirección de personas. Identificar y eliminar costes ocultos de TI, aquellos activos de TI (hardware y software) mantenidos y operados por otros departamentos diferentes a TI y después colaborar con los responsables de las unidades de negocio para gestionar la demanda de servicios de TI de manera más efectiva en costos. En cuanto al factor humano, este proyecto permitirá que la empresa implemente un programa de capacitación orientado a desarrollar las capacidades que la empresa requiere por parte de su personal.

Para iniciar con el proyecto se realizó la recopilación de información de las organizaciones, como la seguridad, su tipo de red y sistemas información que manejan, para ello nos basamos en unas preguntas de las normas de ISO 9000, ITIL y CMI para poder evaluar a las organizaciones y llegar a la conclusión en qué nivel están, y saber si su sistema de información es el adecuado, así también la red y su seguridad son los correctos.

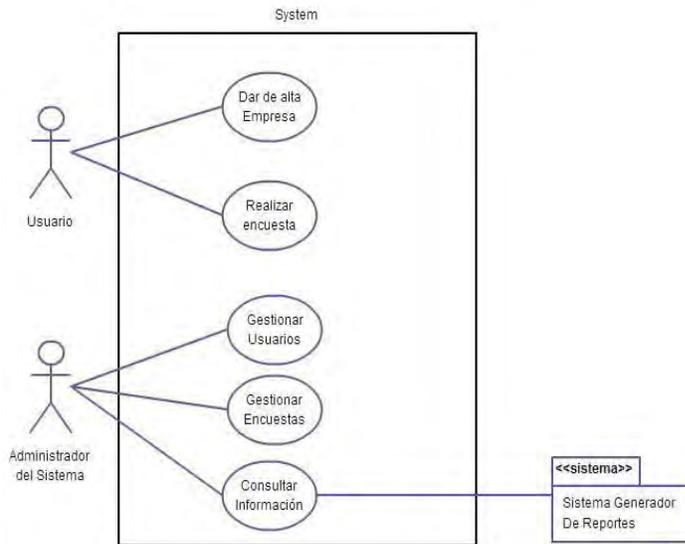


Figura 2 Diagrama de Caso de Uso

Para evaluar a las empresas se diseñó un instrumento de recolección de datos “encuesta”. Para dar de alta a la empresa tienen que llenar un formulario, una vez que estén correctos los datos ingresados le dan clic al botón registrar, de esta manera ya están dentro del sistema. Una vez que ya se registraron o ya hayan accedido al sistema, aparece otra pantalla, el cual podrá realizar la evaluación de la empresa, como lo muestra la siguiente figura, ya terminando de llenar los campos de la encuesta, tiene que esperar los resultados o puede salir del sistema en la opción logout que se encuentra en la barra de menú, y el resultado en su correo electrónico en formato PDF.

Figura 3. Encuesta

Una vez realizada la evaluación, aparece una interfaz mostrando los resultados que se obtuvo con la encuesta, estos resultados están validados con las normas de ISO 9000, ITIL y CMMI, si obtuvo un resultado desfavorable, el sistema te muestra las mejores opciones para mejorar la empresa y así cumplir con las normas ya antes mencionadas. Con el botón Reportes que está en la barra de menú, el administrador tiene la oportunidad de ver los resultados y a la vez generar los reportes.

Resultados de la Evaluación

Resultados	
Puntaje:	4
Categoría:	A
Detalles:	Requiere capacitación, desarrollo de procesos e indicadores y auditoría de acuerdo a mejores practicas.

Figura4. Resultado de la encuesta

Como se señaló en el diagrama de Caso de Uso, el administrador puede observar cuando realizaron la encuesta y quienes de los usuarios registrados la hicieron y llevar una especie de bitácora, ya sea en formato PDF o EXCEL con los datos ingresados del usuario y la empresa evaluada junto con los resultados obtenidos.

Impacto social

Debido a los cambios que ya están ocurriendo, la humanidad está obligada a adaptar sus patrones de consumo y de producción para hacer frente a las problemáticas ambientales. Los científicos nos alientan indicando lo mucho que se puede hacer para evitar que la degradación del medio ambiente se acentúe. Las modificaciones en las actividades humanas pueden mitigar o limitar el cambio climático. La reducción de las emisiones de carbono y la ampliación de las estrategias de reciclaje son ejemplos de esfuerzos de mitigación. Los cuatro motores del cambio están relacionados entre sí. El cambio físico en el medio ambiente es la base para las decisiones políticas sobre la regulación medioambiental. Las regulaciones, a su vez, pueden afectar el desarrollo, la disponibilidad y la diseminación de la tecnología. Las regulaciones, al igual que la disponibilidad de la tecnología afectan a los mercados nacionales y mundiales. Los hábitos de consumo, y por lo tanto la demanda de productos más verdes, pueden afectar el modo en que las empresas hacen negocios y alentarlos a adoptar novedosas tecnologías que les permitan satisfacer las nuevas necesidades del consumidor. A pesar de la creciente influencia de la globalización, los cambios de competencias profesionales, que resultan del paso hacia una economía más verde y con bajas emisiones de CO₂, siguen siendo muy específicos de cada país y determinados en buena medida por los desafíos específicos medioambientales, las políticas nacionales y, por tanto, el marco normativo, que puede incluir créditos, exenciones fiscales y otros incentivos. Sin embargo, la política y la legislación internacionales juegan hoy en día un papel más importante y están impulsando nuevos cambios a nivel de políticas nacionales. En el proyecto planteado se considera como un punto muy importante hacer conciencia en la empresa sobre el uso de Tecnologías Verdes, y destacar cómo también el aspecto ambiental es un factor importante a considerar en la selección de la Tecnología.

CONCLUSIONES

El Prototipo Web “organizaciones inteligentes”, es una gran herramienta que permite a las empresas diagnosticar que tipo de tecnologías de información y recomendar el uso de groupware para una mayor optimización en cuanto a sus servicios. La empresa Especialidades Industriales de Tampico, estuvo trabajando con el prototipo y dieron sus primeros reportes y comentarios en una Entrevista Abierta realizada a cada uno de los trabajadores incluyendo también al Gerente General. Con los resultados obtenidos en las entrevistas se llegó a la conclusión que el prototipo ayudo en varios aspectos importantes en la empresa, permitiendo tener muy organizado y actualizado su tecnología en cuestión de seguridad y redes. Dentro de los resultados también hubo aspectos negativos, que resultó ser que en la interfaz, algunos trabajadores lo consideraron que fue muy simple la interfaz diseñada, sugirieron que en trabajos futuros la interfaz sea más interactiva tanto en el sitio web de administración como en el sitio web adaptable.

Referencias

- Ciampagna, José M. Los sistemas de información en la organización. Obtenida el 3 de octubre de 2011, de elprofejose.files.wordpress.com/2011/10/03_los-sistemas-de-informacion-en-la-organizacion.pdf.
- Campo Martínez. Sara, Rubio Benito Natalia, Yagüe Ma. Jesús. Beneficios y costes del uso de las TIC para las empresas minoristas de distribución de electrodomésticos. Obtenido en 2003.
- Ivancevich, John M. et al. Gestión, Calidad y Competitividad. Madrid: McGraw-Hill, 1997, p. 15.
- Cháin Navarro, Celia. Gestión de información en las organizaciones. Murcia: DM, 1996, p. 101.
- Uran, Joseph M. Juran on Leadership for Quality: An executive handbook. New York: Free Press, 1989, p. 145.
- Weiss, Gerhard. “Multiagent Systems: A Modern Approach to Distributed Artificial Intelligence”. The MIT Press. 2001.
- López Yepes, José. El desarrollo de los sistemas de información y documentación. Cuadernos de la EUBD, 1991, vol. 1, nº 1, p. 23-33.
- Gil Pechuan, Ignacio. Sistemas y Tecnologías de la Información para la Gestión. Madrid: McGraw-Hill, 1997, p. 27-28.
- Senn, James A. Análisis y diseño de sistemas de información. México: McGraw-Hill, 1992.
- Gil Pechuan, Ignacio. Sistemas y tecnologías de la información para la gestión. Madrid: McGrawHill, 1997, p 60-61.
- Friend, D. Eis: straight to the point. Information Strategy: The Executive Journal, 1988, vol. 4, summer, p. 25-30.
http://www.upf.edu/hipertextnet/numero-1/sistem_infor.html

Gestión del costo de producción con base en el diseño de un sistema de medición de la productividad para las áreas operativas de una empresa manufacturera artesanal

Ing. Manuel Alejandro Orduña Rosales¹, Dr. José Adrián Trevera Juárez²,
Dr. J. G. Héctor Rosas Lezama³

Resumen—En un periodo de crecimiento, el logro de una mayor productividad se ha convertido en una prioridad para las empresas. El diseño e implementación de un sistema de medición de la productividad integrado a una evaluación de los costos de producción, será una herramienta gerencial que visualice donde se puede mejorar y permita comparar la producción elaborada con los recursos consumidos. La empresa en estudio está envuelta en un proceso de crecimiento y de alta competitividad, esto obliga a tener procesos controlados y precios accesibles, es por ello que implementar indicadores por área como herramienta de control y que permitan visualizar problemáticas o áreas de oportunidad que impacten en los costos de producción, en la rentabilidad y por lo tanto en la competitividad es elemental.

Palabras clave—Productividad, Costo de Producción, Mejora Continua, Indicadores de Desempeño.

Introducción

En un periodo de tímido crecimiento económico, el logro de una mayor productividad ha adquirido un nuevo sentido de urgencia, conviene señalar que el mejoramiento de la productividad en una organización o el empleo eficaz de los recursos disponibles es la mejor manera, en realidad la única de promover el desarrollo futuro de cualquier tipo de sociedad. (Prokopenko 1989)

La productividad es el punto en que los conocimientos técnicos y los intereses humanos, la tecnología, la gestión y el medio ambiente social y empresarial convergen. Cuando la productividad es el principal objetivo de una empresa, se puede integrar y equilibrar las esferas de la comercialización, de los costos de producción, de los rendimientos de las inversiones, de las ventas y del producto. El diseño, desarrollo e implementación de un sistema de medición de la productividad y una evaluación de los costos de producción para las áreas de la empresa, tendrá que rendir resultados importantes, puesto que permitirá a los jefes de área, gerencia y dirección visualizar en que parte de los elementos del costo de producción (mano de obra, materia prima y materiales, así como los gastos indirectos de fabricación) se puede mejorar, además de que promoverá la comprensión y el conocimiento de la competitividad interna a nivel de procesos y por consiguiente externa a nivel de mercado, puesto que se permitirá comparar la producción en diferentes niveles del sistema económico productivo con los recursos consumidos, y así promover entre los colaboradores un ambiente de medición y mejora continua que pueda fomentar como cultura laboral que incluso un pequeño esfuerzo por optimizar los recursos productivos puede producir notables resultados.

La presente propuesta de sistema de gestión del costo de producción con base en la implementación de indicadores de productividad o desempeño va dirigido a empresas con crecimiento inminente que participan en mercados de alta competitividad, puesto que están obligadas a tener procesos controlados y a su vez a calcular los costos de producción para cada uno de los centros de costos de la fabricación, para ofrecer a los clientes actuales y potenciales productos de alta calidad y a su vez poder cumplir con las exigencias de los precios en el mercado. En la búsqueda constante de la excelencia las empresas necesitan generar su propio sistema de medición de los resultados que midan las metas establecidas por la dirección con un enfoque dirigido a los costos de producción.

Dichos procesos de producción de la empresa en estudio son meramente artesanales, esto es actualmente un obstáculo que ha impedido un despegue importante por los altos costos de producción que su misma naturaleza requiere, es por ello que se necesita implementar indicadores por área que generen información importante como herramienta de control de dichos costos de producción y que estos a su vez sirvan para visualizar problemáticas o áreas de oportunidad de mejora que impacten en la utilidad y por lo tanto en la competitividad de la empresa.

¹ Autor corresponsal: Ing. Manuel Alejandro Orduña Rosales estudiante de Posgrado en el Instituto Tecnológico de Apizaco. alexo_r@hotmail.com

² Dr. José Adrián Trevera Juárez, docente de posgrado en el Instituto Tecnológico de Apizaco. treve@prodigy.net.mx

³ Dr. J. G. Héctor Rosas Lezama, docente de posgrado en el Instituto Tecnológico de Apizaco. rhector1953@hotmail.com

Alcances

La investigación tiene los siguientes alcances:

- Diseñar un sistema integrado que permita gestionar el costo de producción para cada área de producción o centro de costos de la empresa en vías a incrementar la rentabilidad.
- Definir una serie de indicadores de productividad aplicados a las áreas de producción para poder calcular estadísticas históricas - comparativas que permitan medir los procesos en vías a mejorar positivamente para la empresa los costos de producción y la optimización de los recursos empleados, además de servir como auxiliar en el establecimiento de metas.
- El surgimiento de nuevos departamentos de producción, se tendrán que ajustar a dicho sistema.
- La obtención de los resultados se dará de manera paulatina en medida de las mejoras que el sistema permita identificar y a las acciones que los responsables ejecuten en los procesos de producción.

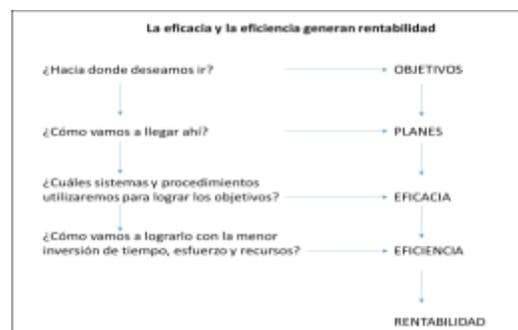
Descripción del Método

Fundamentos teóricos del sistema.

Un sistema de producción puede ser visto como un conjunto de actividades dentro del cual la creación del valor puede ocurrir. En un extremo del sistema están los input y del otro extremo los outputs, entre ambos extremos están una serie de operaciones o procesos, almacenajes e inspecciones. La fabricación de un producto o servicio puede ser visto en términos de ser un sistema de producción. (Schroeder, R., 2005)

Como es de mencionarse, podemos establecer metas dentro de un sistema de producción en base a dos términos muy importantes; la eficacia y la eficiencia. La eficacia con términos propios se puede definir como: “El logro de los objetivos sin importar el ¿Cómo?, es decir, podemos lograr algo sin importar la cantidad de recursos que se utilicen. A su vez la eficiencia, se puede definir como el logro de los objetivos pero esta vez considerando los recursos que se requieren para lograrlo, mientras menos recursos se empleen, es mejor. Para explicar estos términos se muestra el cuadro numero 1:

Cuadro 1: La eficacia y la eficiencia como generadores de rentabilidad en las organizaciones



Fuente: Elaboración Propia con base en (Rodríguez, 2005)

En términos sencillos, algo que se mide es porque ya ha sido elaborado. “Las organizaciones eficientes saben que todo aquello que no se puede medir o evaluar, tampoco se puede administrar. Están conscientes de que si no se genera suficiente información acerca de un proceso o producto o un servicio, serán incapaces de controlarlo. Si un proceso no se puede controlar significa que está a merced de la suerte”. (Summers, 2006)

Las mediciones según Summers (2006), “son indicadores de desempeño, diseñadas apropiadamente que sirven para amparar los resultados obtenidos en el pasado con el desempeño actual, permitiendo responder a esta interrogante; ¿Cómo saber que tan bien vamos?” Para seguir siendo competitivas, las organizaciones se ven obligadas a manejar a sus empleados, sus procesos, su programación, sus tiempos de ciclo de producción, su asociación con proveedores, su servicio de entrega y sus contratos de servicio con más eficiencia que sus competidores.

La competitividad de una organización tiene que ver con la calidad del producto, el precio y la calidad en el servicio; pero más al fondo de esto está la idea de cómo medir la salud o desempeño de una organización. En efecto, un aspecto fundamental en una organización es decidir qué y cómo se va a medir su salud o

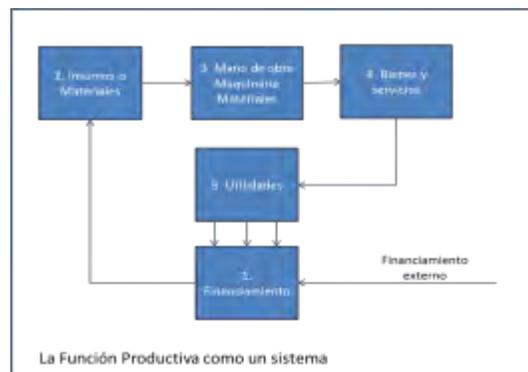
desempeño, ya que la elección de lo que un negocio o una área mide y analiza, comunica valor, encauza el pensamiento de los empleados y fija las prioridades. “Las medidas son un medio sistemático para convertir las ideas en acción. En la búsqueda de mejorar la competitividad de una organización, es necesario medir la que es importante y clave en los procesos, en la gente y en los resultados que se quieren mejorar”. (Gutiérrez, 2005).

Uno de los conceptos ligados a la medición del desempeño es la productividad, esta tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o en un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos. Tradicionalmente la productividad se mide por el cociente entre la salida o resultado total y las entradas o recursos empleados. En tanto la productividad es ver hacia a dentro y analizar la forma en la que esta funcionado el sistema actual”. (Gutiérrez, 2005)

Los resultados logrados pueden medirse en unidades producidas, o piezas vendidas o en utilidades, mientras que los recursos empleados pueden cuantificarse por número de trabajadores, tiempo total empleado, horas máquina, etc. En otras palabras la medición de la productividad resulta del valorar adecuadamente los recursos empleados para producir o generar ciertos resultados. Desafortunadamente, cuando se menciona el termino productividad, muchas personas suponen automáticamente que solamente quiere decir trabajo más duro. “Esto no es necesariamente cierto, la productividad es el resultado de tres componentes separados: la eficiencia de la tecnología (equipo, métodos, materiales,) eficiencia de la mano de obra, y eficiencia de la administración”. (Rue, W., Byars L., 2006)

Ahora, ya definiendo los conceptos de productividad y lo que de ella conllevan, es necesario enfocarla como una función productiva: la física y la económica, es decir, aunque el valor físico de las actividades de fabricación es el resultado de numerosas fuerzas que actúan recíprocamente, nos hay duda de que el desempeño de las actividades en el medio ambiente económico, representa influencia de importancia superior. (Velázquez, 2007)

Cuadro 2: La función productiva como un sistema



Fuente: Elaboración propia con base en Velázquez 2007

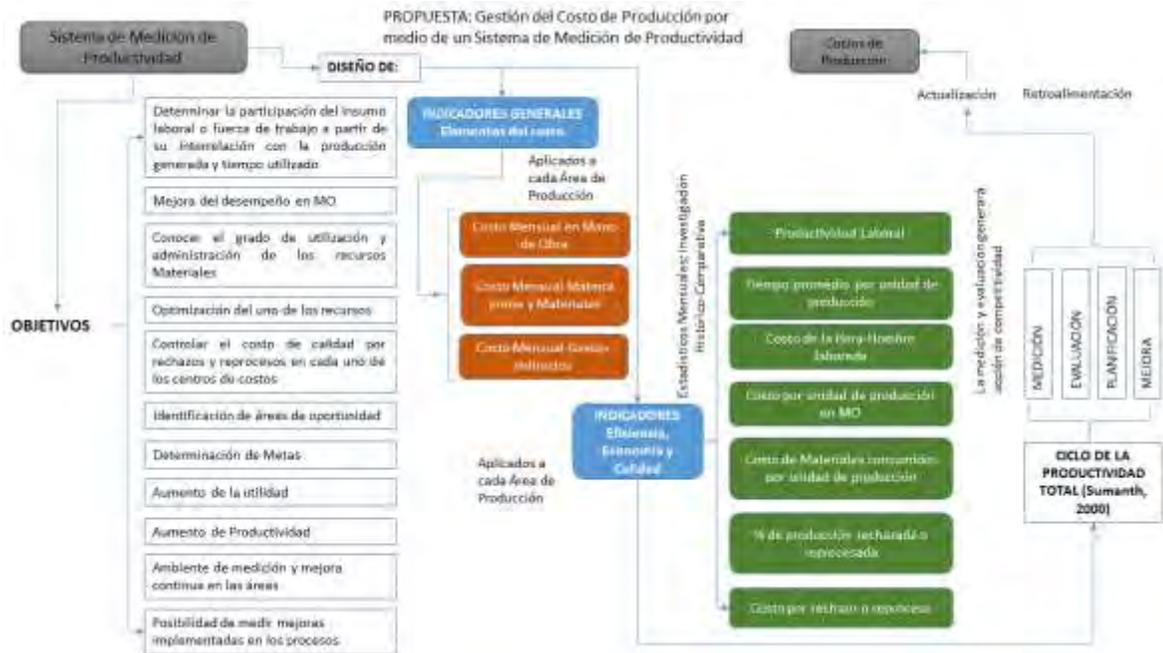
Descripción del Método

El sistema propuesto se diseñó en base a las necesidades previamente identificadas bajo los siguientes objetivos:

1. Determinar la participación del insumo laboral o fuerza de trabajo a partir de su interrelación con la producción generada y tiempo utilizado
2. Mejora del desempeño en MO
3. Conocer el grado de utilización y administración de los recursos Materiales
4. Optimización del uno de los recursos
5. Controlar el costo de calidad por rechazos y reprocesos en cada uno de los centros de costos
6. Identificación de áreas de oportunidad
7. Determinación de Metas
8. Aumento de la utilidad
9. Aumento de Productividad

10. Ambiente de medición y mejora continua en las áreas
11. Posibilidad de medir mejoras implementadas en los procesos

Esquema 1: Metodología propuesta del sistema de gestión del costo de producción con base en indicadores de productividad



Fuente: Elaboración propia, Propuesta

Se propone la elaboración de un sistema en base a tres indicadores generales de desempeño:

- Indicadores de Eficiencia
- Indicadores de Economía
- Indicadores de Calidad

Con los Indicadores de Eficiencia se pretende conocer y dar respuesta a la pregunta: ¿Cuánto le cuesta a la empresa producir lo que se está elaborando en cada centro de costos?, con ello se toma como base a los elementos principales del costo de producción, que son; mano de obra, materiales y gastos indirectos, esto traducido en indicadores de tiempo y de unidades de producción elaboradas.

En lo aplicado a Indicadores de Economía, se pretenderá saber si se están administrando bien los recursos por centro de producción, principalmente en la mano de obra y en el uso de los materiales o la materia prima, puesto que el resultado podrá permitir identificar posibles problemáticas o áreas de oportunidad, cada responsable del área podrá monitorear sus resultados y proponer mejoras.

Los Indicadores de Calidad, puesto que como problemática inicial se menciona que la empresa está atravesando una etapa de crecimiento en donde la calidad de los productos y el precio de venta de los productos es de vital importancia para poder incursionar en nuevos mercados, se pretende controlar el costo por rechazos o reparaciones internas de los procesos de manera que el sistema permita poder minimizar errores que decrementarían la utilidad del área de producción y por consiguiente en la de la empresa, o que en caso contrario incrementarían el precio o costo de producción de las piezas elaboradas, por lo que se daría respuesta a ¿Qué tan bien se están logrando los objetivos?

Por lo tanto para este proyecto se diseñó una serie de indicadores (los menos posibles, pero más útiles) que le permitirán a la empresa medir puntualmente los resultados en un análisis mensual de la productividad de sus áreas de producción o centros de costos, además de ello también:

- Se tendrá una herramienta de diagnóstico y medición de los procesos de producción

- Se podrán comparar desempeños entre periodos
- El sistema permitirá establecer relaciones entre variables que impactan los resultados de la productividad

Los indicadores a aplicar a cada área de producción o centro de costos se muestran en la tabla 1:

Tabla 1: Indicadores Generales de productividad por área de producción

Nombre del indicador	Fórmula	Utilidad
Costo Mensual en Mano de Obra	Calculo del Monto invertido en Mano de obra de cada una de las áreas de producción correspondiente al mes concluido	Monitoreo de los costos totales en Mano de obra
Costo Mensual Materia Prima y Materiales	Monto del consumo total de materiales de cada área de producción correspondiente al mes concluido	Monitoreo de los costos totales en Materiales
Costo Mensual Gastos Indirectos	Monto de los gastos indirectos de cada área de producción correspondientes al mes concluido	Monitoreo de los costos indirectos totales

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2: Indicadores específicos de Eficiencia, economía y calidad aplicados a cada área de producción o centro de costos

Nombre del indicador	Fórmula	Utilidad
Productividad laboral	Total Producido/ Total de horas hombre involucradas	Se identificara el comportamiento del resultado en cuanto al rendimiento y eficiencia del trabajo de los operarios.
Tiempo promedio por unidad de producción	Total de Horas - Hombre involucradas/ Total Producido	Monitoreo de tiempo promedio para producir una pieza, identificaremos posibles cambios y mejoras en los métodos de trabajo, se conocerá el grado de eficiencia y capacidad de producción instalada y utilizada actuales
Costo de la Hora-Hombre laborada	Total Nomina en Mano de obra / horas involucradas por periodo de tiempo	Permitirá Monitorear cambios en el personal involucrado
Costo por unidad de producción en mano de obra directa	Total de unidades de producción elaboradas / Monto en Nomina	Monitorear precio por pieza producida o unidad de producción en mano de obra.
Costo de Materiales consumidos por unidad de producción	Monto de consumo de materiales por periodo/ unidades de producción elaboradas	Identificaremos el costo que está teniendo en materiales el departamento, podremos identificar posibles mejoras en el aprovechamiento de los materiales, o el rendimiento de nuevos materiales
% de producción rechazada o reprocesada	Total de unidades de producción reprocesadas o rechazadas / Total de producción elaborada	Monto de los re-procesos y rechazos del área, en medida de poder bajarlos se traducirá en un mejor aprovechamiento de los recursos y esto a su vez en productividad
Costo por rechazo o reproceso	Costo por unidad de producción en Mano de obra + costo por unidad de producción en materiales* unidades rechazadas o reprocesadas	

Fuente: Elaboración Propia

Para poder calcular los indicadores se requerirán de manera periódica una serie de datos, los cuales se tendrán que recopilar de varios departamentos, los datos necesarios para que funcione el sistema de productividad son los siguientes:

Datos básicos necesarios

- Volumen de ventas
- Volumen de producción
- Horas hombre trabajadas
- Plantilla de personal ocupado
- Material o materia prima consumida
- Gastos indirectos consumibles
- Rechazos por área de producción

Comentarios Finales

Conclusiones

En la empresa de estudio se ha identificado la necesidad de medir puntualmente los procesos, puesto que se tiene la premisa de que se pueden optimizar y mejorar mediante el mejoramiento de la productividad o el empleo eficaz de los recursos disponibles, y al no tener un sistema de medición funcional que permita conocer dicho nivel de eficiencia y aprovechamiento de los recursos, los objetivos enfocados hacia una mayor competitividad se pueden tornar confusos y en ocasiones poco alcanzables.

Además, la necesidad de ser cada vez más competitivos en un mercado globalizado ha obligado a el cliente principal de la empresa a solicitar precios cada vez más bajos e incluso a la necesidad de negociar precios no solo de los modelos o productos nuevos que se van integrando al catálogo de producción, sino de los modelos ya existentes. Por otra parte, la inminente alza del precio en la materia prima y materiales de producción, realza la necesidad de tener un sistema que permita optimizar el uso y medir los resultados, además de visualizar áreas de oportunidad o de mejora para cada área de producción.

Recomendaciones

En la ejecución del sistema de gestión del costo de producción, se recomienda tener registros confiables acerca del consumo de materiales y de materia prima, así como de la plantilla de personal involucrado en la producción de cada centro de costos o departamentos operativos, puesto que si no se lleva cabo un control adecuado de salidas de materiales del almacén, o de cálculo de las horas hombre involucradas se podría tener resultados variables y sesgados. Otra recomendación, estriba en la razón de ser de este sistema, que es identificar problemáticas o áreas de oportunidad, por consiguiente los responsables de cada departamento tendrán que proponer metas que lleven a soluciones que conlleven a gestionar que el costo de producción baje.

Referencias

- Gutiérrez, H. Calidad total y productividad, 2da edición, MC GRAW HILL, México 2005
- Prokopenko, J. La gestión de la productividad; Manual práctico, Oficina Internacional del trabajo, Ginebra 1989
- Rodríguez, J., Cómo Administrar Pequeñas y Medianas Empresas. International Thomson Editores, México, 2005
- Rue, W., Byars L., Administración. Teoría y aplicaciones, Alfaomega, México, 2006
- Schroeder, R., Administración de operaciones. Casos y conceptos contemporáneos. 2da Edición, Mc Graw Hill, México 2005
- Sumanth, D. 1990, Administración de la Productividad Total, México, Mc Graw Hill.
- Summers, D. Administración de la calidad, Pearson Educación, México 2006
- Velázquez, A., Administración de los sistemas de producción, 6ta edición, Limusa, México 2007.

Prototipo purificador de agua mediante la acción del nopal (*Opuntia ficus indica*)

Órnelas Gutiérrez Eloy Iván¹, Campos Suazo Alejandra², Ma. Guadalupe López Granada³, Flora E. Mercader Trejo⁴ y Aarón López Rodríguez⁵

Resumen— Al paso de los años las comunidades indígenas en México han utilizado el cactus (nopal) como ingrediente primordial para su medicina tradicional. Desde entonces, esta planta milenaria ha estado presente tanto en la dieta como en bálsamos que mejoran la salud. Actualmente se realizan numerosas investigaciones que analizan las propiedades del *Opuntia ficus* (cactus, nopal). Entre ellas se encuentra la sustancia basada en baba de nopal que funciona para purificar el agua contaminada. Este trabajo presenta los resultados de la primera etapa del desarrollo del prototipo purificador, en donde se reúnen los resultados sobre los beneficios del mucilago (sustancia vegetal viscosa que se encuentra en algas, semillas u otros vegetales) así como las características fisicoquímicas del agua tratada con el mucilago. El prototipo está diseñado para tratar diferentes tipos de aguas mediante un filtro con distintos sustratos (arena, carbón activado, etc.) y posteriormente entra en contacto con el mucilago.

Palabras claves— Nopal, agua gris, sustratos, coagulante natural.

Introducción

El *Opuntia ficus-indica* o mejor conocido en México como el nopal, es una planta silvestre que pertenece a la familia del cactus al género *Opuntia*, la cual ha sido conocida por su gran producción de mucilago y por ser una fuente de alimento muy rica en nutrientes para organismo. El mucilago es un complejo utilizado por los cactus para almacenar agua y sobrevivir en climas extremadamente áridos [1]. Entre las principales características del nopal se destaca que son plantas arborescentes, arbustivas o rastreras, con forma simple o de matorrales. La característica principal del interés del nopal es debido a que para cultivarlo no requiere tierras de gran calidad, puede crecer en terrenos poco fértiles y de escasa húmeda, además los cuidados requeridos son mínimos, ver Figura 1. Esta especie *Opuntia ficus* originaria de América cuenta con 258 especies reconocidas internacionalmente, se cultiva en América, África, Europa, Asia y Oceanía, y sólo 100 se encuentran en México[2].

El mucilago es una sustancia compuesta de proteínas, monosacáridos y polisacáridos, crece en abundancia es de bajo costo y comestible. Las pencas del nopal se forman de hidratos de carbono complejos que contiene la capacidad de almacenar y retener agua, permitiendo la supervivencia del nopal en ambientes extremadamente áridos. El mucilago del nopal es una mezcla neutral de aproximadamente 55 residuos de azúcar de alto peso molecular compuesta básicamente de arabinosa (67.3%), galactosa (6.3%), ramnosa (5.4%) y xilosa (20.4%) [3]. Una manera para potabilizar agua para consumo humano implica un proceso de coagulación-floculación, donde la coagulación desestabiliza las partículas coloidales gracias al agregado de un reactivo químico o coagulante. Los coagulantes poseen iones cargados positivamente como Al^{+3} o Fe^{+3} , que anulan las cargas eléctricas sobre la superficie de la partícula coloide, permitiendo la aglomeración y formación de coágulos [4].

Para este proceso se utilizan coagulantes primarios que están basados en compuestos inorgánicos convencionales de aluminio o hierro, como sulfato de aluminio ($Al_2(SO_4)_3$), aluminato de sodio ($Na_2Al_2O_4$), sulfato ferroso ($FeSO_4$) y cloruro férrico ($FeCl_3$). La mayoría son sales ácidas que disminuyen el pH del agua por lo que dependiendo del agua a tratar, es necesario agregar un álcali como cal o sosa caústica [5]. El sulfato de aluminio es el coagulante químico más utilizado para la potabilización del agua, porque remueve los microorganismos entre un 90 a 99%, sin embargo al ser fácilmente asimilado por el hombre, se han investigado sus efectos en el organismo y se ha asociado su efecto en varias formas de cáncer, Alzheimer y enfermedades óseas. Una concentración de aluminio superior de 0.1 mg/L en el agua para consumo humano puede llegar a ser un factor de riesgo para la demencia, especialmente para el mal de de Alzhéimer [6]. Debido al problema asociado a la salud humana con el uso de coagulantes

¹ Órnelas Gutiérrez Eloy Iván, Estudiante en la carrera de Metrología Industrial de la Universidad Politécnica de Santa Rosa Jaureguí (UPSRJ), Querétaro, Qro ivan_upsrj@hotmail.com (Autor corresponsal)

² Campos Suazo Alejandra es Estudiante en la carrera de Metrología Industrial de la UPSRJ, Querétaro, Qro alecasu_poli@hotmail.com

³ María Guadalupe López Granada, Profesor investigador de tiempo completo. Dirección de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Posgrado (DIDETEP) UPSRJ glopez@upsrj.edu.mx

⁴ Flora E. Mercader Trejo, Directora. Dirección de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Posgrado (DIDETEP) UPSRJ fmercader@upsrj.edu.mx

⁵ Aarón López Rodríguez, Profesor investigador de tiempo completo. Dirección de Investigación, Desarrollo Tecnológico y Posgrado (DIDETEP) UPSRJ arodriguez@upsrj.edu.mx

químicos, se han desarrollado investigaciones acerca del uso de coagulantes naturales alternativos obtenidos de animales o vegetales para sustituir los coagulantes primarios. Los coagulantes naturales son sustancias solubles en agua, de origen animal o vegetal, que actúan de forma similar a los coagulantes sintéticos en el proceso de potabilización del agua. Las principales razones por cambiar el uso de coagulantes químicos a naturales son : a) Los coagulantes naturales son más económicos y de mayor acceso que a diferencia de los coagulantes químicos, b) Pueden remover metales pesados (Pb, Cr, Mg, etc.), c) Baja probabilidad de conferir pH extremo al agua tratada y son altamente biodegradables y d) Tiene una alta eficiencia para remover hasta un 99% de turbidez en el agua [1].



Figura 1. *Opuntia ficus-indica* (nopal) con sus frutos y flores en su ecosistema árido.

La siguiente etapa en el proceso es la floculación, la cual consiste en la aglomeración de las partículas desestabilizadas que forman pequeñas masas con una densidad mayor que la del agua (microflóculos) y más tarde se convierten en flóculos, lo cual permite que exista una eliminación de partículas coloidales y suspendidas de un 80 a 90% durante el proceso de potabilización. En base a lo anteriormente expuesto se ve la necesidad de investigar la acción de coagulantes naturales tal como el mucílago del nopal para tratar agua.

Descripción del Método

Recolección de agua para tratamiento de potabilización

El presente trabajo de investigación consta de tres etapas, la primera de ellas es el diseño del prototipo purificador de agua, la segunda es la construcción del prototipo y la tercera etapa es la caracterización fisicoquímica del agua tratada. El proyecto se encuentra en la etapa de caracterización fisicoquímica en donde se ha trabajado con tres tipos de agua: agua potable, agua de la llave y agua gris, esta última es recolectada del aljibe donde se almacenan las descargas provenientes de los lavabos de la Universidad Politécnica de Santa Rosa Jaureguí (UPSRJ). El agua gris a estudio, fue recolectada al momento de iniciar con el análisis, en un frasco estéril utilizando guantes, posterior a esto se llevó al laboratorio para iniciar con las mediciones correspondientes.

Obtención del coagulante

La obtención del coagulante resulta un procedimiento sencillo, inicia con la recolección de las pencas de nopal (*Opuntia ficus*), observando que no tuvieran plaga, de tamaño aproximado a 20 cm, omitiendo las pencas tiernas y las que se les observaba cortadas o falta de una parte de la penca del nopal. Estas pencas fueron lavadas con agua corriente y posteriormente con agua destilada, se eliminó la epidermis y toda la espina. Posteriormente se pesaron en una balanza analítica 500 g del nopal y se procedió a cortar en trozos pequeños de aproximadamente 2 cm de largo y ancho, una vez realizado lo anterior se colocaron en un recipiente que contenía 1 L de agua y se sometió a

calentamiento durante 20 minutos contados a partir de que empieza a hervir el agua, posteriormente se filtró y la sustancia viscosa que se obtuvo se utilizó como coagulante natural.

Metodología

Para el análisis del agua tratada por el mucilago del nopal, se consideraron tres muestras diferentes de agua: agua potable, agua de la llave y agua gris. A cada muestra se le añadió un volumen diferente de mucilago de 2.5, 5 y 10 mL, el estudio se realizó a diferentes tiempos de contacto 5, 10 y 15 minutos, posterior al tiempo de contacto se filtró por diferentes sustratos colocados en forma horizontal para obtener una mayor eficiencia en la filtración y poder aumentar la eliminación de sales y bacterias. Los sustratos utilizados fueron: grava, arena, zeolita y carbón activado (dispuestos en el orden mencionado). Para la caracterización fisicoquímica del agua tratada se realizaron mediciones de pH, parámetro de suma importancia tanto para aguas naturales como aguas residuales ya que el valor de *pH* ideal en el cual pueden interactuar los ecosistemas y sobrevivir las especies que lo conforman se encuentra entre 6.5 y 8.5, de tal forma que si este valor es alterado, los procesos biológicos que normalmente se llevan a cabo pueden ser perturbados y/o inhibidos y las consecuencias son adversas. El siguiente parámetro estudiado fue la *conductividad* la cual es una medida indirecta de la cantidad de sales ó sólidos disueltos que tiene un agua natural. Las unidades de medida de la conductividad son $\mu\text{S}/\text{cm}$ y es medido con la sonda CDC401, el valor permitido en una muestra de agua es de $400 \mu\text{S}/\text{cm}$.

Resultados y discusiones

Considerando la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, en la tabla 1 se muestran los límites permisibles para pH y conductividad. Límites permisibles en el parámetro de potencial de hidrógeno de 6.5 a 8.5 unidades pH, mientras tanto los límites permisibles de la conductividad son de $1200 \mu\text{S}/\text{cm}$. El intervalo de *pH* en el cual pueden interactuar los ecosistemas y sobrevivir las especies que lo conforman se encuentra entre 6.5 y 8.5, de tal forma que si este valor es alterado, los procesos biológicos que normalmente se llevan a cabo pueden ser perturbados y/o inhibidos y las consecuencias son adversas. El siguiente parámetro estudiado fue la *conductividad* la cual es una medida indirecta de la cantidad de sales ó sólidos disueltos que tiene un agua natural. Los iones en solución tienen cargas positivas y negativas; esta propiedad hace que la resistencia del agua al flujo de corriente eléctrica tenga ciertos valores. Si el agua tiene un número grande de iones disueltos su conductividad va a ser mayor. Cuanto mayor sea la conductividad del agua, mayor es la cantidad de sólidos o sales disueltas en ella.

Tabla 1. Límites permisibles en agua para uso y consumo humano.

Tipo de agua	Límites permisibles	
	Límites permisibles (pH)	Límites permisibles (conductividad eléctrica)
Agua para uso y consumo humano	6.5 a 8.5	$1200 \mu\text{S}/\text{cm}$

En la tabla 2 se presentan los resultados obtenidos de la caracterización para el agua potable de garrafón y agua gris sin tratar.

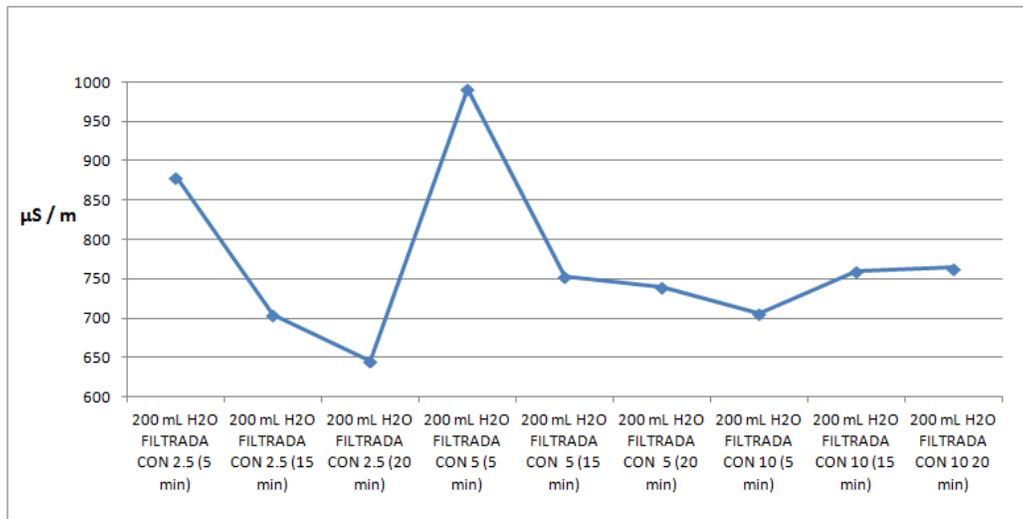
Tabla 2. Caracterización de agua gris y comercial.

Tipo de agua	Valores en muestras	
	pH	Conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}$
Potable comercial (Bonafont)	7.45	362
Agua gris sin tratar	12.6	830

Los resultados mostraron que una agua tratada con 2.5 mL de mucilago al pasar el tiempo favorece para la eliminación de sales y metales, por lo tanto su conductividad bajo de 830 a $640.6 \mu\text{S}/\text{cm}^2$. Mientras la muestra con 5 mL de volumen de mucilago también reduce su cantidad de sales y metales a los primeros 15 minutos, pero después

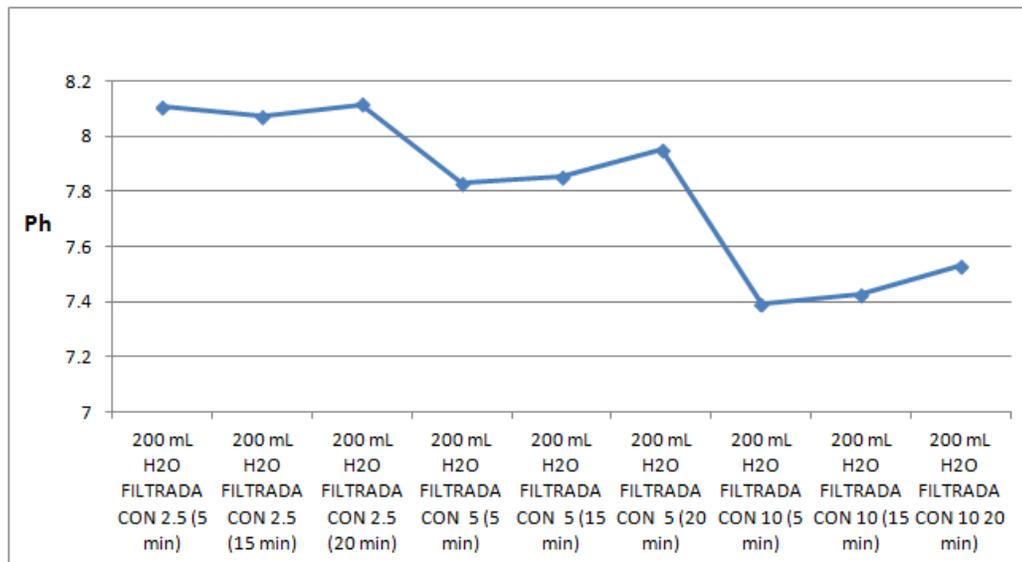
de los 15 minutos su eficiencia para la eliminación de contaminantes presentes en al agua se reduce comparada con la muestra con la muestra de 2.5 mL de volumen de mucilago. Por último la muestra con 10 mL de mucilago solo tiene la eficiencia de eliminación en los primeros 5 minutos, debido a que pasa el tiempo de 15 y 20 minutos su eficiencia para remover sales y contaminantes en agua desaparece ver Gráfica 1.

Gráfica 1. Resultados de mediciones de conductividad eléctrica en las diferentes muestras.



Las diferentes muestras presentaron una variación de pH como se muestra en la Gráfica 2 donde se observa que la muestra con 10 mL de volumen de mucilago en los primeros 5 minutos fue la más efectiva en la reducción de potencial de hidrógeno (pH) en comparación con las diferentes muestras, cabe resaltar que todas muestras tienen un pH que se encuentran bajo los límites permisibles.

Gráfica 2. Resultados de mediciones de potencial de hidrógeno en las diferentes muestras.



En la tabla 3 se presentan todos los valores obtenidos hasta el momento en los parámetros de conductividad eléctrica y potencial de hidrógeno (pH) después del tratamiento con el mucilago. Estos resultados son obtenidos mediante un equipo de medición de potencial de hidrógeno (pH) y conductividad eléctrica (µS/m).

Tabla 3. Resultados obtenidos en conductividad y potencial de hidrógeno después del tratamiento con el mucilago.

Volúmen de mucilago	Tiempo min	pH	conductividad $\mu\text{S} / \text{m}$
5	5	7.828	701
	15	7.856	753
	20	7.95	740
10	5	7.393	706
	15	7.428	760
	20	7.528	764
2.5	5	8.105	740
	15	8.07	705
	20	8.116	646

Comentarios finales

Con los resultados obtenidos hasta momento, se observó que los valores de pH obtenidos posteriormente al tratamiento están en un intervalo de 8.116 a 7.393, lo cual es indicativo de una mejora en la calidad del agua, se considera que el mucilago del nopal actúa como un posible coagulante para los contaminantes presentes en aguas grises, tales como detergentes. Así mismo se observa una disminución en el valor de conductividad lo cual posiblemente indicativo de la reducción de las sales presentes en aguas grises. Aun esta en la etapa de análisis de resultados y falta complementar con los estudios realizado por espectrofotometría de Ultravioleta visible para identificar la presencia de detergentes así como complementar el estudio con pruebas bacteriológicas.

Referencias

- 1-. Contreras Lozano, K. P., Yelitza Aguas Mendoza, J., Salcedo Mendoza, G., Olivero Verbel, R., & Mendoza Ortega, G. P. (2015). El Nopal (*Opuntia ficus-indica*) como coagulante natural complementario en la clarificación de agua
- 2-. Villabona Ortiz, Á., Paz Astudillo, I. C., & Martínez García, J. (2013). Caracterización de la *Opuntia ficus-indica* para su uso como coagulante natural. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 15(1), 137-144.
- 3-. Pichler, T., Young, K., & Alcantar, N. (2012). Eliminating turbidity in drinking water using the mucilage of a common cactus. *Water Science & Technology: Water Supply*, 12(2), 179-186
- 4-. Damelli, R., Nuñez, S., Altamirano, J. F., Avacca, N., Leporati, J., Ávalos, L. V., & Venghi, M. Importancia de la aplicación de *Opuntia ficus-indica*, en el diseño de dispositivo de purificación portátil, para el tratamiento de aguas naturales y contaminadas.
- 5-. Contreras Lozano, K. P., Yelitza Aguas Mendoza, J., Salcedo Mendoza, G., Olivero Verbel, R., & Mendoza Ortega, G. P. (2015). El Nopal (*Opuntia ficus-indica*) como coagulante natural complementario en la clarificación de agua.
- 6-. Verbel, R. E. O., Mendoza, Y. D. R. A., Martínez, I. D. M., Camargo, D. P. C., & Gazabón, L. E. M. Utilización de Tuna (*Opuntia ficus-indica*) como coagulante natural en la clarificación de aguas crudas.
- 7-. Romero, M. (2007). Tratamientos utilizados en potabilización de agua. *Boletín Electrónico [Internet]. [citado 2012 jun 16]*, 8, 1-12.
- 8-. Hernández, H. M., Reyes-Agüero, J. A., & Aguirre-Rivera, J. R. (2005). Systematic notes and a detailed description of *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.(Cactaceae). *Agrociencia*, 39(4), 395-408.

Correlatos Clínicos y Experimentales entre Síndrome de la Tourette y Epilepsia Inducida por Kindling

Orozco-Gollaz S.G¹ y Barradas-Bribiesca J.A²

Resumen— *Se realiza un análisis comparativo y correlacional de aspectos fisiopatogénicos así como manifestaciones clínicas y electrofisiológicas entre la frecuencia de tics (simples, complejos y fonológicos en el síndrome de la Tourette) (Shapiro A.K, 1988) con el orden y tiempo de aparición de manifestaciones clínicas y duración de la postdescarga en las diferentes etapas del Kindling amigdalino en gatos (Guardiola ³F.A, 1981) así como en ratas. (Racine 19 & Joy 19) Es notorio la existencia de un gradiente de sensibilidad de sistemas motores que van desde el sistema parpebral a sistema peribucal, otros sistemas faciales, sistemas motores del cuello, extremidad anterior, extremidad posterior y torso .*

Palabras clave— Tourette, Kindling, Tics y Sensibilidad de sistemas motores.

Introducción

El síndrome de la Tourette (TS) es un trastorno neurológico heredado que se caracteriza por movimientos involuntarios repetidos y sonidos vocales incontrolables e involuntarios que se llaman tics. Los tics más frecuentes pueden llegar a ser los motores simples como el parpadeo o guiño de los ojos, sacudidas verticales, encogimiento de los hombros, sacudidas horizontales de la cabeza, tic del brazo, muecas faciales, abrir la boca y tic de la mano. (DSM-IV, 1994⁴)

La Epilepsia al igual que el síndrome de la Tourette se caracteriza siempre por la presencia de trastornos motores que en la mayoría de los casos son de tipo convulsivo, así como por trastornos de la consciencia que pueden ir desde una discreta alteración de la conciencia o estado confusional como el fenómeno del Deja Vu hasta casos extremos como la crisis epiléptica generalizada tónico-clónica de tipo gran mal que se puede acompañar de una pérdida de la consciencia de una duración 2 o 3 horas.

Hace ya 140 años que Jackson⁵ (1975) definió a la Epilepsia como: “Un trastorno crónico de etiología diversa que se acompaña con descargas hipersincrónicas de alta frecuencia y alto voltaje en una parte del sistema nervioso o en todo el”. En esencia esta definición sigue siendo vigente.

La organización mundial de la salud (OMS, 1966) ha tipificado cerca de 400 formas de Epilepsias, sin embargo desde la propuesta de Henri Gastaut⁶ como presidente de la liga internacional de lucha contra la epilepsia 1966 propone 4 grandes grupos que hasta la fecha con pequeñas variantes sigue siendo el sistema de clasificación más utilizado a saber: crisis epilépticas parciales de sintomatología compleja (epilepsia Jacksoniana o psicomotora y epilepsia del lóbulo temporal) (65% del total), crisis epilépticas generalizadas (de tipo gran mal y pequeño mal) (30% del total), además de las hemi-generalizadas o unilaterales e inclasificables por insuficiencia de datos (5% del total).

Aproximadamente casi el 80% de las crisis epilépticas a nivel mundial son epilepsias esenciales o primarias en las cuales la epilepsia es el único síntoma que se presenta, en tanto que el 20% restante son llamadas sintomáticas o secundarias y son ligadas a un trastorno orgánico -funcional tales como, traumatismos, infecciones, mal nutrición, entre otras.

También la organización mundial de la salud (OMS⁷) indica que 18 de cada 1000 niños padecen epilepsia y 5 de cada 1000 adultos padecen epilepsias. Las epilepsias de niños y adolescentes casi siempre son primarias o esenciales

¹ Sofía Guadalupe Orozco Gollaz es estudiante de Psicología de la Universidad de Guanajuato Campus León Guanajuato sogdria@gmail.com (autor corresponsal)

² José Alberto Barradas Bribiesca es Profesor Investigador T.C de la Universidad de Guanajuato Campus León, Guanajuato jab1956@hotmail.com

³ Guardiola A.F & Osvaldo Vindrola “Amygdaloid kindling enhances the enkephalin content in the rat brain”, 1981.

⁴ DSM-IV “Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales”, 1994.

⁵ Henri Gastaut “Liga Internacional contra la Epilepsia (ILAE)”, 195-1995.

⁷ Organización Mundial de la Salud (OMS), “Clasificación de la Epilepsia”, 1966.

en tanto que en los adultos mayores de 18 años las epilepsias son con mayor frecuencia de tipo secundario o adquirido.

Los modelos experimentales para el estudio de la epilepsia utilizan estímulos de baja intensidad de carácter tanto eléctrico como químico. El modelo *kindling* eléctrico para el estudio experimental de epilepsia utilizado por primera vez por el psicólogo canadiense James Goddard⁸ (1969) consiste en administrar al animal experimental un estímulo eléctrico repetitivo de baja intensidad en alguna estructura nerviosa que típicamente pertenece al sistema límbico (sistema de regulación de las emociones) especialmente en el núcleo amigdalino. Las características del estímulo eléctrico para el modelo experimental de *Kindling* pueden ser las siguientes: duración de 1 s administrado una vez al día a 100 Hz y con un amperaje de 200 microamperios, duración de pulso 2 ms y duración de intervalo 8 ms.

Descripción del Método

Se analiza la frecuencia de síntomas motores simples, complejos y fonológicos de una gran muestra de pacientes con síndrome de la Tourette (Shapiro⁹, 1988). Se analiza también la participación de sistemas motores implicados en cada una de las etapas del modelo de estimulación eléctrica *Kindling* amigdalino en gatos y se establece un paralelismo en la secuencia de progresión de las diferentes etapas del modelo con la frecuencia de aparición de los diferentes síntomas en el síndrome de la Tourette, basados en la observación de datos etiológicos, fisiopatológicos, electrofisiológicos como manifestaciones clínicas para ambos casos.

Procedimiento

Se comparan los estudios realizados por Shapiro en 1988 con los estudios experimentales de diversos autores como Racine¹⁰ (1972) Joy¹¹ (1985) y Jakson (1975) en epilepsia inducida por *Kindling*.

Así el estudio realizado por Shapiro (1988) fue con 666 personas con Síndrome de la Tourette, en donde logró clasificar de manera jerárquica la frecuencia de aparición de Tics a partir de sistemas más complejos hasta llegar a los más simples como en la Tabla 1. muestra primero al parpado como con mayor frecuencia de aparición seguida por sacudidas verticales de la cabeza, encogimiento de los hombros, sacudidas horizontales de la cabeza, tic de todo el brazo, muecas faciales, abrir la boca, tic de la mano, tic de toda la pierna, tic de todo el torso, etc.

⁸ Graham Goddard "Modelo de epilepsia inducida por *Kindling*", 1960.

⁹ Shapiro "Estudio realizado con 666 pacientes con síndrome de Tourette" 1988

¹⁰ Ronald J. Racine "The classic five Racine stages", 1972

¹¹ Joy RM "The effects of neurotoxicants on kindling and kindled seizures", 1985.

Tics Motores Simples	
Parpadeo o guiño de los ojos	80%
Sacudidas verticales	69%
Sacudidas horizontales de la cabeza	47%
Encogimiento de hombros	55%
Tic de todo el brazo	44%
Muecas faciales	36%
Abrir la boca	34%
Tic de la mano	34%
Tic de toda la pierna	26%
Tic de todo el torso	24%
Tic del abdomen	19%
Tic del brazo	19%
Tic del antebrazo	16%
Tic de los labios	16%
Sacar la lengua	16%
Contracción de la nariz	15%
Tic del pie	14%
Contracción de la frente	13%
Tic del tórax	10%
Tic del muslo	10%
Tics fónicos complejos:	
Coprolalia	18%
Ecolalia	17%
Pallalia	

Tabla 1. Estudio realizado por Shapiro (1988) en personas que padecen el Síndrome de la Tourette

De acuerdo a la Tabla 1. se puede observar una similitud en la frecuencia jerárquica de aparición de tics con la Tabla 2. de Epilepsia inducida por *Kindling* donde se muestran las etapas evolutivas en las que aparece la epilepsia en diferentes áreas del cuerpo en ratas y gatos.

ESTADIO	RACINE, 1972 b	JOY, 1985
0		No hay una respuesta clara a la estimulación
1	Cierre del ojo ipsilateral, retracción, quieta	Cierre del ojo ipsilateral, clonus facial, olfateo, masticación
2	Masticación, balanceo de la cabeza, búsqueda, automatismos	Movimientos vigorosos de masticación, balanceo de la cabeza, clonus del cuello
3	Sacudidas, Clonus de las extremidades anteriores	Clonus unilateral o bilateral de las extremidades anteriores
4	Posición de canguro con clonus	Levantamiento sobre las patas posteriores con una extensión casi vertical del cuerpo
5	Clonus con caídas	Levantamiento, seguido por la pérdida de equilibrio y caída
6		Levantamiento y caídas repetidas
7		Ataque de carrera similar al provocado por estimulación audio génica, en la cual el sujeto corre rápidamente en círculos, dando saltos y giros violentos
8		El proceso del ataque de carrera involucra periodos de tono al inicio y término de la crisis

Tabla 3. Patrones conductuales durante el desarrollo del amigdalino inducido en rata. (M. Lorenza¹², 2001)

A partir de ambos estudios se hace una comparación paralela (Tabla 3.) donde se puede observar similitudes evolutivas de aparición de síntomas en ambos casos, lo cual podemos observar gradientes claros de sensibilidad de los sistema motores.

¹² M. Lorenza “Aspectos morfofuncionales en el *Kindling* eléctrico amigdalino”, 2001.

	Epilepsia producida por Kindling en la amígdala en el Gato. (Wada y Soto 1974)	Epilepsia producida por Kindling en la amígdala en la Rata. (Joy 1985)	Frecuencia de aparición de Tourette. (Shapiro 1988)
Estadio 1	Sacudidas faciales uni e ipsilaterales al sitio estimulado	Cierre del ojo ipsilateral, clonus facial, olfateo, masticación	Parpadeo o guiño de los ojos
Estadio 2	Sacudidas faciales.	Movimientos vigorosos de masticación, balanceo de la cabeza, clonus del cuello	Sacudidas verticales
Estadio 3	Sacudidas oscilatorias de la cabeza (nodding). El animal muestra salivación y dilatación de la pupila.	Clonus unilateral o bilateral de las extremidades anteriores	Encogimiento de hombros Sacudidas horizontales de la cabeza Tic de todo el brazo Muecas faciales
Estadio 4	Desviación de la cabeza con extensión tónica de la pata anterior contralateral al sitio de la estimulación. El animal corre en círculos.	Levantamiento de las patas posteriores en extensión casi vertical del cuerpo	Tic de la mano Tic de la pierna
Estadio 5	Sacudidas mioclónicas generalizadas. Relajación de esfínteres.	Levantamiento seguido de la pérdida de equilibrio y caída	Tic del torso Tic del abdomen
Estadio 6	Crisis convulsiva tonicoclónica generalizada.	Levantamiento y caídas repetidas	
Estadio 7	Producida espontáneamente	Ataque de carrera similar al provocado por estimulación audiológica, en la cual el sujeto corre rápidamente en círculos, dando saltos y giros violentos	
Estadio 8		El proceso de ataque de carrera involucra períodos de tono al inicio y término de la crisis	

13

Tabla 3. Tabla comparativa del Síndrome de la Tourette y epilepsia inducida por Kindling

Comentarios Finales

Resumen de resultados

En ambos estudios, el clínico en el que se analiza la frecuencia de los síntomas motores: simples, complejos y fonológicos en el síndrome de la Tourette como en el estudio experimental de epilepsia inducida por *Kindling* donde se analizan los sistemas motores implicados en cada una de las etapas del establecimiento de la epilepsia se pueden observar gradientes de sensibilidad para los diferentes sistemas motores.

Conclusiones

De manera general para la frecuencia de aparición (Tourette) como para el orden de aparición (*Kindling*) de síntomas motores, el orden es el siguiente :

1. Sistema Parpebral: parpadeo, orbicularis oculis y músculos asociados
2. Sistema motor peribucal: muecas, movimiento de las vibris, orbicularis oris y músculos asociados

¹³ Wada & Soto “Epilepsia inducida por *Kindling* en gatos”, 1974.

3. Sistema motor del cuello y/o hombro: esternocleidomastoideo, porción superior del trapecio y nervio accesorio
4. Extremidades anteriores: mano-antebrazo
5. Extremidades posteriores y torso: pie-pierna y torso
6. Activación generalizada de sistemas motores todo el cuerpo

Recomendaciones

Me parece importante insistir en la relevancia en los estudios que relacionan datos experimentales como clínicos para un entendimiento más cabal e integral de los fenómenos relacionados al sistema nervioso y la conducta tanto normal como patológica.

Referencias

- M. Lorenza "Aspectos morfofuncionales en el *Kindling* eléctrico amigdalino", 2001.
DSM-IV "Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales", 1994.
Henri Gastaut "Liga Internacional contra la Epilepsia (ILAE)", 195-1995.
Organización Mundial de la Salud (OMS), "Clasificación de la Epilepsia", 1966.
Ronald J. Racine "*The classic five Racine stages*", 1972
Joy RM "*The effects of neurotoxicants on kindling and kindled seizures*", 1985.
Shapiro "Estudio realizado con 666 pacientes con síndrome de Tourette" 1988
Graham Goddard "Modelo de epilepsia inducida por *Kindling*", 1960.
Guardiola A.F & Osvaldo Vindrola "*Amygdaloid kindling enhances the enkephalin content in the rat brain*", 1981.
Wada & Soto "Epilepsia inducida por *Kindling* en gatos", 1974.
Jackson "Definición de Epilepsia", 1975

Notas Biográficas

M. Lorenza realizó una tesis que se pasa en los aspectos morfofuncionales implicados en el desarrollo de la epilepsia inducida por *Kindling* amigdalino, 2001.

Henri Gastaut nació en Mónaco donde estudió medicina en la Universidad de Marseille y después se especializó en Neurología. Más adelante realizó estudios relacionados con la neuropsicología y la epilepsia lo que lo llevó a ser presidente en 1995 de la Liga Internacional contra la Epilepsia (ILAE).

Ronald J. Racine hizo estudios acerca de la epilepsia y creó el modelo de las cinco etapas de epilepsia inducida por *Kindling* en ratas. El área cerebral con la que trabajó fue en la amígdala y fue observando como reaccionaban las ratas.

Joy RM desarrolló el modelo de encastamiento y epilepsia inducida por *Kindling* en ratas, 1985.

Shapiro en 1988 realizó un estudio en 666 personas con padecimiento del Síndrome de la Tourette y de acuerdo a ese estudio pudo clasificar la frecuencia de aparición de tics en manera jerárquica.

Graham Goddard doctor en psicología en la Universidad de Mc Gill quien a su vez trabajaba con la psicología experimental y fue así como Goddard resultó ser el pionero en crear el fenómeno del modelo de la epilepsia inducida por *Kindling*, 1960

Guardiola A.F, fue un médico, catedrático, académico e investigador español nacionalizado mexicano. Se especializó en la neurofisiología y neuropsiquiatría. Realizó investigaciones sobre los mecanismos neuronales que subyacen a la epilepsia, particularmente sobre la relación que tienen dichos mecanismos con el sistema límbico, 1981

Wada & Soto en 1974 retomaron los estudios realizados por Goddard acerca de la epilepsia inducida por *Kindling* en la amígdala en ratas, así en base a lo observado realizaron una descripción de las diferentes formas en que reacciona el gato y en las diferentes etapas en las que se van presentando los síntomas.

Jackson en 1975 estableció universalmente la definición de Epilepsia y que hasta la actualidad sigue empleándose esta definición.

Comparación de competencias adquiridas en alumnos de Ingeniería Industrial: en la materia de probabilidad y estadística con y sin el uso de Minitab

Orozco Trujillo Cristina M1¹, MC Juan Hernández Paredes²,
MC Laura Alejandra García Tavera³ y MDO Jesús Amparo Morales⁴

Resumen—I En el presente artículo se presenta la metodología, la aplicación y resultados obtenidos en la comparación de competencias adquiridas en 3 grupos de alumnos de la carrera de ingeniería industrial específicamente en la materia de probabilidad y estadística mediante el uso o no del Minitab y los estilos de aprendizaje de los alumnos. Sin embargo por cuestiones de tiempo el análisis de los resultados de la materia de probabilidad y estadísticas no fue posible presentar los resultados en este trabajo y se dejan para un trabajo futuro.

Palabras clave— estrategias de enseñanza aprendizaje; Minitab, probabilidad y Estadística
Introducción

En este documento se muestra el trabajo realizado durante el semestre escolar Enero- Junio del año 2015 en el instituto Tecnológico Superior del Sur de Guanajuato, aplicado a los alumnos inscritos al 2 semestre de la carrera de ingeniería industrial que cursan la materia de probabilidad y Estadística, y de acuerdo al modelo educativo de evaluación por competencias, poder ver en el documento el planeamiento para determinar si el uso del software mejora la comprensión de la materia, así que se muestra metodología, cuadro de concentración de diseño de ítems derivados de los indicadores de estudio y los resultados obtenidos.

Descripción del Método

El siguiente trabajo es una investigación cuasi experimental, dado que los grupos de estudio no se conformaron en forma aleatoria, es decir los grupos A y C se conformaron en función al promedio siendo el grupo A los de mayor promedio y el B es el grupo que se conformó desde nivelación (grupo de remediales), en el cual los alumnos presentaron un nivel más bajo en el examen de selección y principalmente en las áreas de física y matemáticas. De los tres grupos se tiene un total de 91 alumnos como población a analizar, constituidos con las siguientes características:

Grupo A.- 31 alumnos regulares. Se imparte de 1 a 2

Grupo B.- 25 alumnos regulares y un repetidor, (remediales). Se imparte de 7 a 8

Grupo C.- 26 alumnos regulares y 8 repetidores. Se imparte de 2 a 3

De estos tres grupos se tomara el grupo B, como grupo de control, en el que se utilizara de apoyo en la didáctica el software de MINITAB, mientras que en los otros dos se usara como didáctica el método tradicional, donde el docente se apoya únicamente del pintarrón, explica algunos ejemplos tomados de algún libro de probabilidad y estadística y deja de tarea algunos ejercicios, tomados también de diferentes fuentes bibliográficas

De los tres grupos se realizara una evaluación global de estadística al final del curso, para analizar los resultados obtenidos y determinar si hay alguna diferencia en cuanto al uso del software MINITAB en la didáctica

¹ MI Cristina Orozco Trujillo es Profesor de la carrera de ingeniería industrial del ITSUR. c.orozco@itsur.edu.mx

² MC Juan Hernández Paredes es Profesor la carrera de ingeniería industrial del ITSUR jhernandez@itsur.edu.mx

³ MC Laura Alejandra García Tavera Coordinadora del depto. De desarrollo académico del ITSUR

⁴ MDO Jesús Amparo Morales Guzmán profesor de la carrera de ingeniería industrial del ITSUR ja.morales@itsur.edu.mx

que se refleje en el aprendizaje de las estadísticas, en comparación con una didáctica tradicionalista, además de realizar una inferencia en los resultados obtenidos en el examen global, con una investigación previa donde se determino el estilo de aprendizaje predominante en cada uno de los grupos, junto con el estilo de enseñanza de los docentes asignados a cada grupo.

Para la realización del examen global, que se aplicara a toda la población de alumnos que cursan la materia de probabilidad y estadística de ingeniería industrial del ITSUR (91 alumnos), se desarrollara un instrumento de evaluación en función a las competencias principales que deben de tener los alumnos al final de la materia, el cual se parte desde un análisis de las principales variables a considerar, los indicadores de dichas variables y los reactivos o ITEMS que se usaran para la evaluación final, los cuales pasaran por un proceso de validación y confiabilidad.

En el desarrollo de la evaluación que se usara para determinar el nivel de competencia que adquieren los alumnos que cursan la materia de probabilidad y estadística, al final del curso, se realiza en función de un análisis de las variables, indicadores y competencias que deben de tener los alumnos al final del curso.

La siguiente tabla no. 1 nos muestra el estudio de variables y los indicadores a dichas variables.

Tabla No. 1 DE variables e indicadores

Variable de estudio: nivel de conocimiento adquirido (competencias) en estadística		
Variables		Indicadores
Dependiente	Independiente	
Calificación en la evaluación final global	Didáctica(Estilo de enseñanza) Estilo de aprendizaje Motivación (actitud)	Asistencia y puntualidad Estructura de evaluación Calificaciones Participación Tareas asignadas y entregadas Cantidad de ejercicios explicados en clase Tiempo dedicado a estudiar fuera de clase Investigación de los temas por iniciativa propia del alumno (fuentes consultadas) Avance en el temario

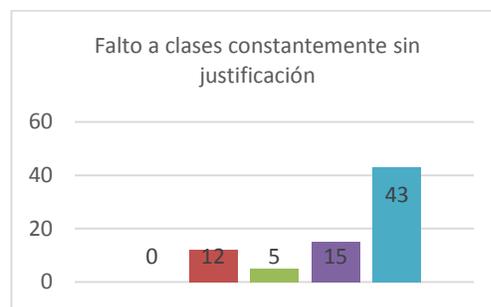
Por lo que la tabla 2 muestra las competencias que el alumno debe de adquirir al final de cada unidad, las cuales fueron tomadas del temario de la materia de probabilidad y estadística, para la materia de ingeniería industrial. En esta tabla se muestran únicamente la unidad 1,3 y 4 que son las que se utilizaran para realizar la evaluación, ya que son las unidades en las que se puede hacer un mayor uso del software minitab, y poder realizar una comparación entre los grupos de estudio

Competencia específica a desarrollar		
Unidad 1: Estadística Descriptiva.	Unidad 3: Distribuciones de Probabilidad Discretas.	Unidad 4: Distribuciones de Probabilidad Continuas

<ul style="list-style-type: none"> • El estudiante diseñara un cuestionario para la obtención de una muestra representativa de la población de interés. • Utilizara las técnicas de muestreo de tipo aleatorio probabilístico para la colección de datos, más apropiada a la situación real. • Analizar el conjunto de datos en la muestra, determinando estadísticamente sus parámetros y representaciones gráficas. Facilitando la toma de decisiones 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar las propiedades de las distribuciones discretas, sus características. • Identificar y determinar el modelo matemático apropiado a las características de las distribuciones de probabilidad discretas y análisis de resultados por: <ul style="list-style-type: none"> • Binomial, • Multinomial, • Hipergeométrica, • Poisson y • Geométrica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocer y aplica los conceptos de variable aleatoria continua, con base a situaciones reales o simuladas • Establecer la correspondiente distribución de probabilidad continua y su aplicación. • Aplicar en el estudio de procesos logísticos las distribuciones: <ul style="list-style-type: none"> • Uniforme, • Exponencial y • Normal.
--	---	---

Resultados del trabajo

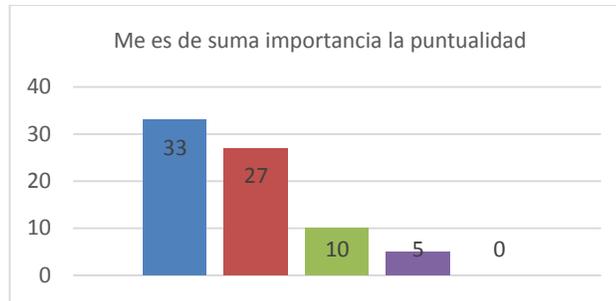
De los 21 planteamientos plasmados en el test para determinar los indicadores de actitud y aprendizaje por los alumnos de la población de estudio, se muestran las gráficas de los ítems 1, 5, 10, 13, 16, 17 y 19 por ser las más representativas.



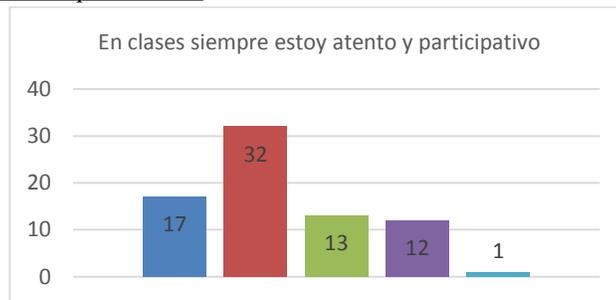
Esta grafica nos muestra que un total de 75 alumnos contestaron la encuesta, de los 91 que conforman la población, de los cuales 6.6 % no lo tiene definido, 20 % medianamente en desacuerdo, 57.3 % totalmente en desacuerdo, 16% medianamente de acuerdo, 77.3% manifiesta no faltar a clases sin justificación



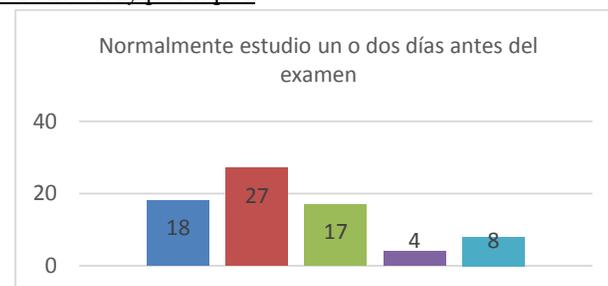
De los 75 alumnos que contestaron si estudian con anticipación los temas, nos muestra la gráfica que el 22.6 % no lo tiene definido, 25.3 % medianamente en desacuerdo, 18.6 % totalmente en desacuerdo, 28% medianamente de acuerdo, 5.3% totalmente de acuerdo. Por lo que el 68.5% no estudia todos los días, es decir no estudian con anticipación los temas, sino que se esperan hasta el momento de la clase para conocer del tema.



Con respecto a la puntualidad el 13.3 % no lo tiene definido la importancia de la misma, el 6.6 % medianamente en desacuerdo, 0 % totalmente en desacuerdo, 36 % medianamente de acuerdo, 44% totalmente de acuerdo. Para el 80% es importante la puntualidad.



Esta grafica nos muestra que el 17.3 % no tiene definido el poner atención en clases, 16 % medianamente en desacuerdo, 1.3 % totalmente en desacuerdo, 42.6% medianamente de acuerdo, 22.6% totalmente de acuerdo. El 65.2% manifiesta poner atención en clases y participar.



El 22.9 % no lo tiene definido el estudiar con un o dos días de anticipación para un examen, el 5.4 % medianamente en desacuerdo, 10.8 % totalmente en desacuerdo, 36.4% medianamente de acuerdo, 24.3 % totalmente de acuerdo. Por lo que el 60.7% estudia un o dos días antes del examen más el 22.9 que no lo tiene definido, lo cual comprueba nuevamente que la gran mayoría estudia únicamente para el examen.



De los alumnos encuestados, 37.8 % no lo tiene definido el dedicar tiempo a estudiar todos los días, 16.2 % medianamente en desacuerdo, 12.1 % totalmente en desacuerdo, 21.6% medianamente de acuerdo, 12.1% totalmente de acuerdo. El 28.3% no estudia todos los días, más el 37.8 que no lo tiene definido, por lo que junto con

el grafico anterior nos muestra que no se tiene el habito de estudiar constantemente, sino que solo cuando se va ha presentar un examen.



Este grafico nos muestra que 5.4 % no lo tiene definido, 0 % medianamente en desacuerdo, 4 % totalmente en desacuerdo, 8.1% medianamente de acuerdo, 82.4 % totalmente de acuerdo. El 90.5% manifiesta que si se esfuerza puede mejorar, lo cual nos indica junto con los datos anteriores, que el alumno realiza el mínimo esfuerzo necesario para acreditar una materia.

Referencias

- Chalvin, M. J., Los dos cerebros en el aula, Ed. TEA, Madrid, España, 1995
- De la Parra Paz, Eric, Herencia de vida para tus hijos. Crecimiento integral con técnicas PNL, Ed. Grijalbo, México, 2004.
- O'Connor, J., Seymour, J. Introducción a la PNL, Ed. Urano, México 1993.
- Verlee Williams, Linda, Aprender con todo el cerebro, Ed. Martínez Roca, España, 1995.
- Calderón. Martínez y Molina (2012). La educación superior y el mercado laboral tendencias del perfil de egreso. Congreso VII Congreso Internacional de Normatividad Legal, Gestión, Calidad y Competitividad 26 de octubre del 2012. México.
- CONAPO (2012). La situación actual de los jóvenes en México Secretaría General del CONAPO. Recuperado el 29 de marzo de 2012 en:
<http://www.conapo.gob.mx/publicaciones/juventud/capitulos/SINTESIS.pdf>
- CONAPO. Estimaciones con base en la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo y 2009.
- CONAPO. La situación actual de los jóvenes en México. Recuperado el 04 de junio del 2012 en:
http://www.conapo.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=446
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Serie Estudios y Perspectivas de la Sede Subregional de la CEPAL en México. Catálogo de Publicaciones de la Sede Subregional de la CEPAL en México. Recuperado el día 14 de enero de 2012 en: www.eclac.cl/mexico
- Cuna, E. (2010). Ciudadanía social y juventud en México: crisis, exclusión y desinterés del gobierno de Felipe Calderón, 2006--- 2010. Universidad Autónoma Metropolitana, México. Recuperado el 19 de junio de 2010 en: <http://lasa.international.pitt.edu/members/congress---papers/lasa2010/files/3794.pdf>
- Díaz---Barriga, F. (2011). Metodología de diseño curricular para educación superior. Trillas, México.
- Enguita, M. (1990). Educación formación y empleo en el umbral de los noventa. Centro de investigación,

documentación y Evaluación. CIDE. España.

Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI). 2012.

<http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/Boletines/Boletin/muestra.asp?tema=20&c=1047>

Instituto Nacional de Geografía y Estadística (INEGI). 2011. Censo de población y vivienda.
Recuperado el día 03 de junio de 2012 en:

<http://www.inegi.org.mx/sistemas/sisept/default.aspx?t=medu05&s=est&c=21774>

Jiménez, A. (2009). Reflexiones sobre la necesidad de acercamiento entre universidad y mercado laboral. Revista Iberoamericana de Educación, 50, 1---25. recuperado el día 06 de junio de 2012 en:

<http://www.rieoei.org/deloslectores/2895Vivas.pdf>

Mota, F. (2000). El quinto elemento: el capital social de las comunidades autónomas. Su impacto sobre el funcionamiento del sistema político autónomo. Revista Española de ciencia Política. Recuperado el 07 de mayo de 2012. En: <http://aecpa.es/uploads/files/recp/02/textos/04.pdf>

OECD. Panorama educativo 2011. <http://www.oecd.org/dataoecd/32/32/48667648.pdf>

Pallán, F. y Marúm, E. (1998). Demanda de posgrado y competitividad del personal Académico de la Educación Superior en México. Revisa de la ANUIES no. 102. Recuperado el 5 de febrero de 2012 en

www.anui.es/servicios/publicaciones/revsup/res102/txt2.htm

Kruger, L. (2001). Four Essays on Education, Growth and Labour Economics. Publicaciones en red.

Sacristán, P. (2002). Comprender y transformar la enseñanza. Morata. México.

Tuirán, R. (2011). Adolescentes y juventud: de hoy al mañana. Seminario de Educación Superior. Universidad Autónoma de México UNAM. Recuperado el 15 de junio de 2012. En:

<http://www.ses.unam.mx/publicaciones/articulos.php?proceso=visualiza&idart=1050>

UNESCO (2004). Educación de calidad para todos los jóvenes. 47a Conferencia Internacional de Educación de la UNESCO, Ginebra, 8---11 de septiembre 2004. Recuperado el 01 de junio del 2012 en:

http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/archive/publications/free_publications/educ_qualite_esp.pdf

Vargas M. (2004). La educación superior en américa latina. Globalización, exclusión y pobreza. Insumos latinoamericanos. México.

Análisis Cinemático de un Mecanismo Plano con Ocho Juntas de Revolución y Dos Juntas Prismáticas

Francisco Javier Ortega Herrera¹, Alejandro Gabriel Pineda Martínez²,
María Alejandra González Arreguín³, Jose Miguel García Guzmán⁴

Resumen—En el presente trabajo se desarrolla un modelo matemático que permite analizar la cinemática de un mecanismo plano formado por 8 eslabones, ocho juntas de revolución y dos juntas prismáticas. El modelo matemático es presentado en forma paramétrica y depende únicamente de las longitudes de los eslabones y las condiciones de posición, velocidad y aceleración del eslabón de entrada. El modelo matemático es resuelto numéricamente, modelado y simulado para comprobar que el mecanismo se mueva de la forma que el modelo matemático lo predice. Los resultados obtenidos muestran que dicho modelo es válido para todo el rango de movimiento del mecanismo y puede ser utilizado para determinar de forma adecuada su cinemática.

Palabras clave—Mecanismo, modelo, lazo, juntas, prismática.

Introducción

Ramírez y Méndez (2011) modelan dos tipos de plataformas paralelas con actuadores lineales para mostrar el uso que se le puede dar a la herramienta SimMechanics para disminuir los tiempos de diseño de mecanismos, muestran algunas generalidades sobre el entorno de SimMechanics, el uso de los sistemas coordenados y el manejo de los diagramas de bloques, presentan los pasos preliminares a seguir para modelar los mecanismos de ejemplo, como son: el planteamiento de la cinemática inversa, el Jacobiano y la interpolación de trayectorias. Vázquez, Jiménez, Domínguez, Reyes, Delfín y Lara (2009) presentan la modelación, programación, simulación y control de un robot paralelo planar, para manejar los movimientos del simulador del robot, es diseñado y construido un controlador manual, el controlador maneja la cinemática inversa y directa del robot simulado.

Pucheta y Cardona (2004) la síntesis de mecanismos es una tarea perteneciente al diseño conceptual que vincula geometría, cinemática y análisis combinatorio para encontrar un mecanismo adecuado para un movimiento propuesto. Tiene especial aplicación en la industria aeronáutica y mecánica en general, cuando en un marco con restricciones espaciales severas, se debe hallar una alternativa inicial factible para su posterior análisis y optimización, desarrollan una metodología para la síntesis de tipo y dimensional de mecanismos utilizando algoritmos genéticos y ecuaciones algebraicas exactas a partir de partes de cuerpos y movimientos descriptos por el usuario. Pucheta y Cardona (2012) presentan una metodología de síntesis dimensional de mecanismos de eslabonamientos que realizan tareas cinemáticas complejas. La metodología utilizada en la síntesis topológica está basada en una representación computacional de las partes a mover y de los mecanismos disponibles mediante grafos. Para la síntesis dimensional, se utilizan ecuaciones de posiciones precisas en combinación con una aproximación que tiene en cuenta el error cinemático de la tarea. Comentan que para minimizar el error cinemático y satisfacer las restricciones de diseño se utiliza un algoritmo genético con múltiples objetivos y múltiples restricciones. Muestran resultados de aplicación de la metodología para el diseño de eslabonamientos planos para tareas cinemáticas simples y múltiples, y se introducen los desarrollos a futuro para abordar múltiples condiciones de operación requeridos por mecanismos metamórficos. Calle Díaz y Henao (2006) proponen un método para el análisis cinemático de mecanismos planos el cual combina la clasificación estructural de los grupos de Assur y la representación por medio

¹ Francisco Javier Ortega Herrera, Profesor Asociado C, Coordinación de Ingeniería Electromecánica, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carr. Irapuato-Silao km 12.5, Colonia El Copal, C.P. 36821, Irapuato, Gto, México, fortega@itesi.edu.mx.

² Alejandro Gabriel Pineda Martínez, Estudiante de Ingeniería Electromecánica, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carr. Irapuato-Silao km 12.5, Colonia El Copal, C.P. 36821, Irapuato, Gto, México, diesellife_24@hotmail.com.

³ María Alejandra González Arreguín, Estudiante de Ingeniería Electromecánica, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carr. Irapuato-Silao km 12.5, Colonia El Copal, C.P. 36821, Irapuato, Gto, México, alejandra.glez.arreguin@gmail.com.

⁴ Jose Miguel García Guzmán, Profesor Asociado C, Coordinación de Ingeniería Electromecánica, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carr. Irapuato-Silao km 12.5, Colonia El Copal, C.P. 36821, Irapuato, Gto, México, migarcia@itesi.edu.mx.

de grafos. Este método presenta una viabilidad de análisis que permite el planteamiento general y facilita la sistematización de los grupos de Assur y plantea un método general de solución que puede ser de gran apoyo en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Mesa y Durango (2005) presentan soluciones analíticas para el grupo primario R y el grupo de Assur de clase II RRR, usando notación polar compacta y definiendo la inversión geométrica para llegar a una solución lineal, las soluciones analíticas son codificadas como funciones de Matlab y validadas mediante el análisis de un mecanismo por técnicas gráficas. La combinación del análisis estructural de mecanismos según Assur y el enfoque propuesto por Erdman y Sandor (1998) para el análisis cinemático de mecanismos usando números complejos y definiendo la inversión cinemática resulto en una técnica general para el análisis de mecanismos planos con ventajas considerables para su codificación en computador. El Matlab resulta es una herramienta adecuada para codificar las soluciones analíticas desarrolladas, permitiendo el análisis de múltiples posiciones en el rango propuesto del movimiento del mecanismo y con exactitud apropiada.

El objetivo del presente trabajo es desarrollar un modelo matemático que permita determinar la posición, velocidad y aceleración de un mecanismo plano con ocho juntas de revolución y dos juntas prismáticas, el modelo es desarrollado utilizando el método de lazo vectorial y es modelado en Solidworks para observar su funcionamiento.

Descripción del Método

El método utilizado para desarrollar el modelo matemático del presente caso de estudio es el método de lazo vectorial. En la Figura 1 se muestra una ilustración del mecanismo bajo estudio y en la Figura 2 se presenta su correspondiente diagrama vectorial.

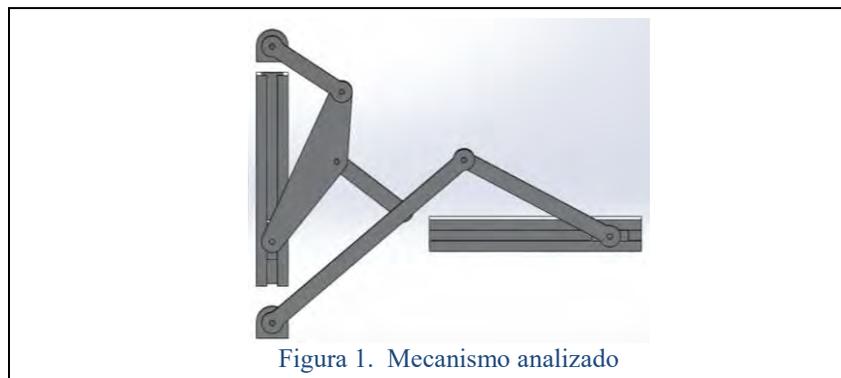


Figura 1. Mecanismo analizado

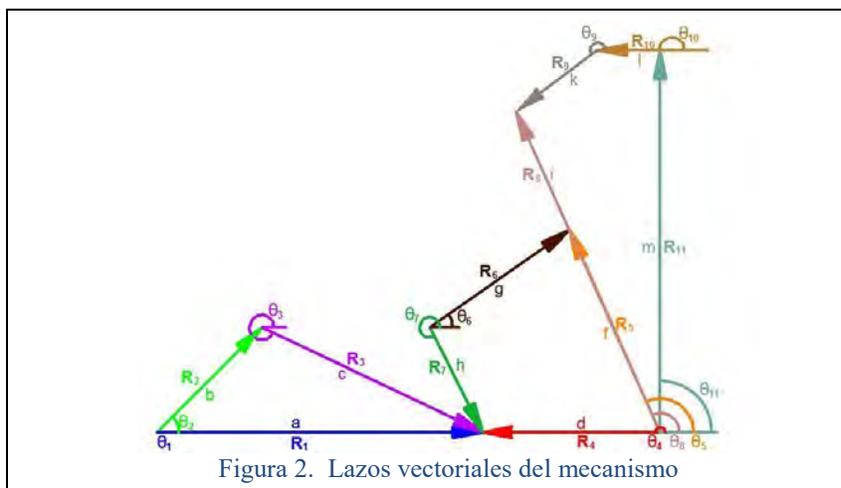


Figura 2. Lazos vectoriales del mecanismo

Partiendo del diagrama vectorial de la Figura 2 se escriben las ecuaciones de lazo vectorial mostradas en las Ecuaciones (1) a (3).

$$R_2 + R_3 - R_1 = 0 \tag{1}$$

$$R_4 - R_5 + R_6 - R_7 = 0 \tag{2}$$

$$-R_8 + R_9 + R_{10} + R_{11} = 0 \quad (3)$$

Expresando en forma de números complejos los vectores mostrados en las Ecuaciones (1) a (3) se obtienen las Ecuaciones (4) a (6), donde $a, b, c, d, f, g, h, i, k, l, m$, representan la magnitud de los vectores $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8, R_9, R_{10}$ y R_{11} respectivamente y los ángulos $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5, \theta_6, \theta_7, \theta_8, \theta_9, \theta_{10}$ y θ_{11} , indican la dirección y sentido de los vectores $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8, R_9, R_{10}$ y R_{11} respectivamente. Las variables del sistema son: $a, d, m, \theta_2, \theta_3, \theta_5, \theta_6, \theta_7, \theta_8$ y θ_9 . Las Ecuaciones (4) a (6) representan las ecuaciones de posición del mecanismo.

$$be^{j\theta_2} + ce^{j\theta_3} - ae^{j\theta_1} = 0 \quad (4)$$

$$de^{j\theta_4} - fe^{j\theta_5} + ge^{j\theta_6} - he^{j\theta_7} = 0 \quad (5)$$

$$-ie^{j\theta_8} + ke^{j\theta_9} + le^{j\theta_{10}} + me^{j\theta_{11}} = 0 \quad (6)$$

Derivando respecto al tiempo las Ecuaciones (4) a (6) se obtienen las Ecuaciones (7) a (9) las cuales representan las Ecuaciones de velocidad del mecanismo analizado.

$$bj\dot{\theta}_2 e^{j\theta_2} + cj\dot{\theta}_3 e^{j\theta_3} - a\dot{\theta}_1 e^{j\theta_1} - aj\dot{\theta}_1 e^{j\theta_1} = 0 \quad (7)$$

$$e^{j\theta_4} (dj\dot{\theta}_4 + \dot{d}) - fj\dot{\theta}_5 e^{j\theta_5} + gj\dot{\theta}_6 e^{j\theta_6} - hj\dot{\theta}_7 e^{j\theta_7} = 0 \quad (8)$$

$$-ij\dot{\theta}_8 e^{j\theta_8} + kj\dot{\theta}_9 e^{j\theta_9} + lj\dot{\theta}_{10} e^{j\theta_{10}} + m\dot{\theta}_{11} e^{j\theta_{11}} = 0 \quad (9)$$

Derivando respecto al tiempo las Ecuaciones (7) a (9) se obtienen las Ecuaciones (10) a (12) las cuales representan las Ecuaciones de aceleración del mecanismo analizado.

$$bj\ddot{\theta}_2 e^{j\theta_2} - b\dot{\theta}_2^2 e^{j\theta_2} + cj\ddot{\theta}_3 e^{j\theta_3} - c\dot{\theta}_3^2 e^{j\theta_3} - e^{j\theta_1} (\ddot{a} + \dot{a}j\dot{\theta}_1 + aj\ddot{\theta}_1) - j\dot{\theta}_1 e^{j\theta_1} (\dot{a} + aj\dot{\theta}_1) = 0 \quad (10)$$

$$j\dot{\theta}_4 e^{j\theta_4} (\dot{d} + dj\dot{\theta}_4) + e^{j\theta_4} (dj\ddot{\theta}_4 + \dot{d}j\dot{\theta}_4 + \ddot{d}) - fj\ddot{\theta}_5 e^{j\theta_5} + f\dot{\theta}_5^2 e^{j\theta_5} + gj\ddot{\theta}_6 e^{j\theta_6} - g\dot{\theta}_6^2 e^{j\theta_6} - hj\ddot{\theta}_7 e^{j\theta_7} + h\dot{\theta}_7^2 e^{j\theta_7} = 0 \quad (11)$$

$$-ij\ddot{\theta}_8 e^{j\theta_8} + i\dot{\theta}_8^2 e^{j\theta_8} + kj\ddot{\theta}_9 e^{j\theta_9} - k\dot{\theta}_9^2 e^{j\theta_9} + lj\ddot{\theta}_{10} e^{j\theta_{10}} - l\dot{\theta}_{10}^2 e^{j\theta_{10}} + j\dot{\theta}_{11} e^{j\theta_{11}} (\dot{m} + mj\dot{\theta}_{11}) + e^{j\theta_{11}} (\dot{m} + mj\dot{\theta}_{11} + mj\ddot{\theta}_{11}) = 0 \quad (12)$$

Las Ecuaciones (4) a (12) representan las Ecuaciones necesarias para conocer la cinemática del mecanismo del presente caso de estudio.

Resultados

En la Figura 3 se muestra el modelo del mecanismo estudiado creado en Solidworks mediante el cual se comprueba su funcionamiento.

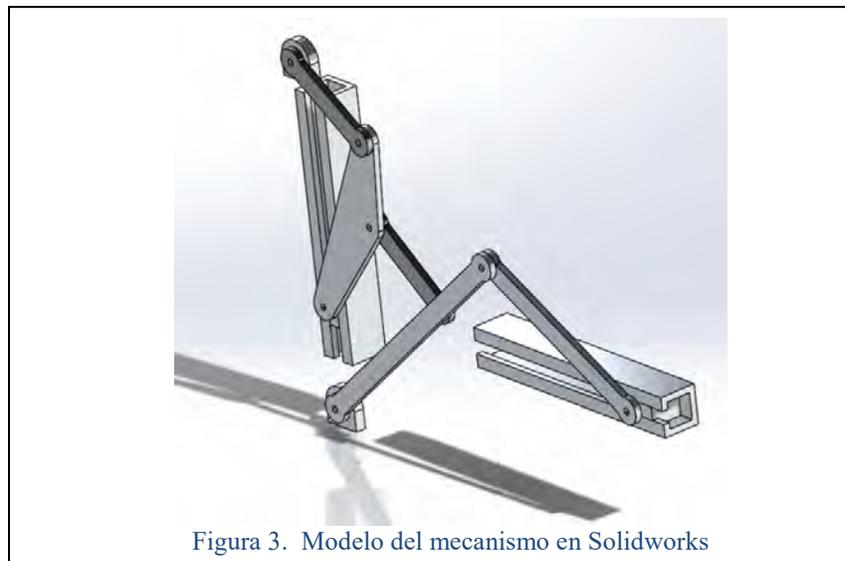


Figura 3. Modelo del mecanismo en Solidworks

La solución del modelo matemático presentado en las Ecuaciones (4) a (12) es mostrado en las Ecuaciones (13) a (63) las cuales se presentan a continuación.

Las Ecuaciones (13) a (39) son la solución de las Ecuaciones (4) a (6) las cuales permiten conocer la posición de todos los eslabones del mecanismo analizado.

$$a = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4C}}{2} \quad (13)$$

$$\theta_3 = 2 \tan^{-1} \left(\frac{-E \pm \sqrt{E^2 - 4DF}}{2D} \right) \quad (14)$$

$$\theta_5 = 2 \tan^{-1} \left(\frac{-Q \pm \sqrt{Q^2 - 4PR}}{2P} \right) \quad (15)$$

$$\theta_6 = 2 \tan^{-1} \left(\frac{-N \pm \sqrt{N^2 - 4MO}}{2M} \right) \quad (16)$$

$$\theta_9 = 2 \tan^{-1} \left(\frac{-Y \pm \sqrt{Y^2 - 4XZ}}{2X} \right) \quad (17)$$

$$m = \frac{-C_1 \pm \sqrt{C_1^2 - 4D_1}}{2} \quad (18)$$

donde

$$B = -2b(\cos\theta_1 \cos\theta_2 + \text{sen}\theta_1 \text{sen}\theta_2) \quad (19)$$

$$C = b^2 - c^2 \quad (20)$$

$$D = b \text{sen}\theta_2 - b \cos\theta_2 \tan\theta_1 + c \tan\theta_1 \quad (21)$$

$$E = 2c \quad (22)$$

$$F = b \text{sen}\theta_2 - b \cos\theta_2 \tan\theta_1 - c \quad (23)$$

$$K = d \cos\theta_4 - h \cos\theta_7 \quad (24)$$

$$L = d \text{sen}\theta_4 - h \text{sen}\theta_7 \quad (25)$$

$$M = g^2 + K^2 + L^2 - f^2 - 2gK \quad (26)$$

$$N = 4Lg \quad (27)$$

$$O = g^2 + K^2 + L^2 - f^2 + 2gK \quad (28)$$

$$P = 2fK - g^2 + K^2 + L^2 + f^2 \quad (29)$$

$$Q = -4Lf \quad (30)$$

$$R = -g^2 + K^2 + L^2 + f^2 - 2fK \quad (31)$$

$$W = -i \text{sen}\theta_8 + l \text{sen}\theta_{10} + i \cos\theta_8 \tan\theta_{11} - l \cos\theta_{10} \tan\theta_{11} \quad (32)$$

$$X = W + k \tan\theta_{11} \quad (33)$$

$$Y = 2k \quad (34)$$

$$Z = W - k \tan\theta_{11} \quad (35)$$

$$A_1 = i \cos\theta_8 - l \cos\theta_{10} \quad (36)$$

$$B_1 = i \text{sen}\theta_8 - l \text{sen}\theta_{10} \quad (37)$$

$$C_1 = -2(A_1 \cos\theta_{11} + B_1 \text{sen}\theta_{11}) \quad (38)$$

$$D_1 = A_1^2 + B_1^2 - k^2 \quad (39)$$

Las Ecuaciones (40) a (51) son la solución de las Ecuaciones (7) a (9) las cuales permiten determinar la velocidad de todos los eslabones del mecanismo.

$$\dot{\theta}_3 = \frac{G \tan\theta_1 - H}{c(\cos\theta_3 + \text{sen}\theta_3 \tan\theta_1)} \quad (40)$$

$$\dot{a} = \frac{G - c\dot{\theta}_3 \text{sen}\theta_3}{\cos\theta_1} \quad (41)$$

$$\dot{\theta}_6 = \frac{-S \tan\theta_5 - T}{g(\cos\theta_6 - \text{sen}\theta_6 \tan\theta_5)} \quad (42)$$

$$\dot{\theta}_5 = \frac{-T \tan\theta_6 - S}{f(\text{sen}\theta_5 - \cos\theta_5 \tan\theta_6)} \quad (43)$$

$$\dot{\theta}_9 = \frac{E_1 \tan \theta_{11} - F_1}{k(\cos \theta_9 + \operatorname{sen} \theta_9 \tan \theta_{11})} \quad (44)$$

$$\dot{m} = \frac{-F_1 \tan \theta_9 - E_1}{\operatorname{sen} \theta_{11} \tan \theta_9 + \cos \theta_{11}} \quad (45)$$

donde

$$G = a\dot{\theta}_1 \operatorname{sen} \theta_1 - b\dot{\theta}_2 \operatorname{sen} \theta_2 \quad (46)$$

$$H = b\dot{\theta}_2 \cos \theta_2 - a\dot{\theta}_1 \cos \theta_1 \quad (47)$$

$$S = \dot{d} \cos \theta_4 - d\dot{\theta}_4 \operatorname{sen} \theta_4 + h\dot{\theta}_7 \operatorname{sen} \theta_7 \quad (48)$$

$$T = \dot{d} \operatorname{sen} \theta_4 + d\dot{\theta}_4 \cos \theta_4 - h\dot{\theta}_7 \cos \theta_7 \quad (49)$$

$$E_1 = i\dot{\theta}_8 \operatorname{sen} \theta_8 - l\dot{\theta}_{10} \operatorname{sen} \theta_{10} - m\dot{\theta}_{11} \operatorname{sen} \theta_{11} \quad (50)$$

$$F_1 = -i\dot{\theta}_8 \cos \theta_8 + l\dot{\theta}_{10} \cos \theta_{10} + m\dot{\theta}_{11} \cos \theta_{11} \quad (51)$$

Las Ecuaciones (52) a (63) son la solución de las Ecuaciones (10) a (12) las cuales permiten determinar la aceleración de todos los eslabones del mecanismo.

$$\ddot{\theta}_3 = \frac{I \tan \theta_1 - J}{c(\cos \theta_3 + \operatorname{sen} \theta_3 \tan \theta_1)} \quad (52)$$

$$\ddot{a} = \frac{I + J \tan \theta_3}{\operatorname{sen} \theta_1 \tan \theta_3 + \cos \theta_1} \quad (53)$$

$$\ddot{\theta}_6 = \frac{-U \operatorname{ctg} \theta_5 - V}{g(\cos \theta_6 - \operatorname{sen} \theta_6 \operatorname{ctg} \theta_5)} \quad (54)$$

$$\ddot{\theta}_5 = \frac{V \tan \theta_6 - U}{f(\operatorname{sen} \theta_3 - \cos \theta_5 \tan \theta_6)} \quad (55)$$

$$\ddot{\theta}_9 = \frac{G_1 \tan \theta_{11} - H_1}{k(\cos \theta_9 + \operatorname{sen} \theta_9 \tan \theta_{11})} \quad (56)$$

$$\ddot{m} = \frac{-H_1 \tan \theta_9 - G_1}{\operatorname{sen} \theta_{11} \tan \theta_9 + \cos \theta_{11}} \quad (57)$$

donde

$$I = -b\dot{\theta}_2 \operatorname{sen} \theta_2 - b\dot{\theta}_2^2 \cos \theta_2 - c\dot{\theta}_3^2 \cos \theta_3 + \operatorname{sen} \theta_1 (\dot{a}\dot{\theta}_1 + a\ddot{\theta}_1) + \dot{a}\dot{\theta}_1 \operatorname{sen} \theta_1 + a\dot{\theta}_1^2 \cos \theta_1 \quad (58)$$

$$J = b\dot{\theta}_2 \cos \theta_2 - b\dot{\theta}_2^2 \operatorname{sen} \theta_2 - c\dot{\theta}_3^2 \operatorname{sen} \theta_3 - \cos \theta_1 (\dot{a}\dot{\theta}_1 + a\ddot{\theta}_1) - \dot{a}\dot{\theta}_1 \cos \theta_1 + a\dot{\theta}_1^2 \operatorname{sen} \theta_1 \quad (59)$$

$$U = -d\dot{\theta}_4^2 \cos \theta_4 - \dot{d}\dot{\theta}_4 \operatorname{sen} \theta_4 - \operatorname{sen} \theta_4 (d\ddot{\theta}_4 + \dot{d}\dot{\theta}_4) + \ddot{d} \cos \theta_4 + f\dot{\theta}_5^2 \cos \theta_5 - g\dot{\theta}_6^2 \cos \theta_6 + h\ddot{\theta}_7 \operatorname{sen} \theta_7 + h\dot{\theta}_7^2 \cos \theta_7 \quad (60)$$

$$V = -d\dot{\theta}_4^2 \operatorname{sen} \theta_4 + \dot{d}\dot{\theta}_4 \cos \theta_4 + \cos \theta_4 (d\ddot{\theta}_4 + \dot{d}\dot{\theta}_4) + \ddot{d} \operatorname{sen} \theta_4 + f\dot{\theta}_5^2 \operatorname{sen} \theta_5 - g\dot{\theta}_6^2 \operatorname{sen} \theta_6 - h\ddot{\theta}_7 \cos \theta_7 + h\dot{\theta}_7^2 \operatorname{sen} \theta_7 \quad (61)$$

$$G_1 = i\ddot{\theta}_8 \operatorname{sen} \theta_8 + i\dot{\theta}_8^2 \cos \theta_8 - k\dot{\theta}_9^2 \cos \theta_9 - l\ddot{\theta}_{10} \operatorname{sen} \theta_{10} - l\dot{\theta}_{10}^2 \cos \theta_{10} - \operatorname{sen} \theta_{11} (\dot{m}\dot{\theta}_{11} + m\ddot{\theta}_{11}) - \dot{m}\dot{\theta}_{11} \operatorname{sen} \theta_{11} - m\dot{\theta}_{11}^2 \cos \theta_{11} \quad (62)$$

$$H_1 = -i\ddot{\theta}_8 \cos \theta_8 + i\dot{\theta}_8^2 \operatorname{sen} \theta_8 - k\dot{\theta}_9^2 \operatorname{sen} \theta_9 + l\ddot{\theta}_{10} \cos \theta_{10} - l\dot{\theta}_{10}^2 \operatorname{sen} \theta_{10} + \cos \theta_{11} (\dot{m}\dot{\theta}_{11} + m\ddot{\theta}_{11}) + \dot{m}\dot{\theta}_{11} \cos \theta_{11} - m\dot{\theta}_{11}^2 \operatorname{sen} \theta_{11} \quad (63)$$

Las Ecuaciones (13) a (63) representan la solución de la cinemática del mecanismo analizado, dicho modelo es validado mediante una simulación, la cual por razones de espacio no se muestra en el presente trabajo.

Comentarios Finales

Para el presente trabajo se obtienen en siguiente resumen de resultados, conclusiones y recomendaciones las cuales pueden ser empleadas para futuros trabajos.

Resumen de resultados

En el presente trabajo se presenta el desarrollo del modelo matemático que permite determinar la cinemática de todos los eslabones del mecanismo analizado en el presente caso de estudio, además se muestra el modelado realizado en Solidworks el cual es utilizado para comprobar el funcionamiento de dicho mecanismo.

Conclusiones

El modelo matemático desarrollado permite conocer la cinemática del mecanismo analizado, lo cual es el punto de partida para conocer posteriormente los esfuerzos que pueden soportar los distintos eslabones del mecanismo, cuando estos son sometidos a fuerzas externas. La solución analítica de la cinemática de un mecanismo generalmente es un proceso complicado y tedioso, esto es debido a las no linealidades que presenta el sistema de ecuaciones que se forman, lo cual vuelve complicado obtener una solución analítica. Debido a que el modelo matemático a sido desarrollado en forma paramétrica esto permite que el modelo desarrollado sea utilizado para cualquier mecanismo que tenga la configuración del mecanismo mostrado en el presente caso de estudio.

Recomendaciones

Se recomienda crear un programa de computado que permita realizar el análisis del presente mecanismo para facilitar dicho análisis y buscar la cinemática que se adecue a las necesidades que el diseñador requiere, sin el complejo desarrollo de las ecuaciones matemáticas.

Referencias

- Erdman A. y Sandor G., “Diseño de Mecanismos: Análisis y Síntesis”, Pearson, México, 1998.
- Calle G., Díaz A. y Henao E., “Análisis cinemático de mecanismos planos por el método de los grafos”, *Scientia et Technica*, Vol. XII, No 31, 2006.
- Mesa L. y Durango S. “Solución analítica de mecanismos usando grupos de Assur”, *Scientia et Technica*, Vol. XI, No 27, pp. 121-126, 2005.
- Pucheta M. A. y Cardona A., “Software para síntesis de mecanismos planos”, *Mecánica Computacional*, Vol. XXIII, No. 1, pp. 3369-3389, 2004.
- Pucheta M. A. y Cardona A. “Dimensionamiento automático de mecanismos de eslabonamientos para tareas complejas”, *Mecánica Computacional*, Vol. XXXI, No. 1, pp. 2815-2831, 2012.
- Ramírez D. A. y Méndez L. M. “Modelamiento dinámico de mecanismos paralelos con actuadores prismáticos utilizando SimMechanics de Matlab”, *Intekhnia*, Vol. 6, No. 2, pp. 75 – 85, 2011.
- Vázquez I., Jiménez E., Domínguez G., Reyes L. Delfín J. y Lara S., “Modelación y diseño de un simulador de un robot paralelo manejado por un controlador manual didáctico”, *8º Congreso Nacional de Mecatrónica*, Asociación Mexicana de Mecatrónica A.C, 26 y 27 de Noviembre 2009, pp.319-324.

Notas Biográficas

M. I. Francisco Javier Ortega Herrera profesor asociado C de la coordinación de Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, tiene licenciatura en Ingeniería Mecánica y maestría en Ingeniería mecánica ambas por la universidad de Guanajuato.

María Alejandra González Arreguín, estudiante del 5 semestre de la carrera de Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

Alejandro Gabriel Pineda Martínez estudiante del 5 semestre de la carrera de Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

M. I. Jose Miguel García Guzmán profesor asociado C de la coordinación de Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, tiene Licenciatura en Ingeniería Electromecánica y Maestría en Eléctrica ambas por el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

Agradecimientos

“Programa apoyado por el CONACYT” mediante el proyecto “Programa para incrementar la participación de estudiantes de licenciatura en proyectos de investigación” apoyado en la convocatoria “Jóvenes talentos 2015”

Al Tecnológico Nacional de México por el apoyo otorgado mediante el proyecto “Diseño, construcción y análisis de prototipos de mecanismos”

Interfaz Gráfica de Usuario para el Análisis Cinemático de un Mecanismo Plano 8R2P Formado por Ocho Eslabones

Francisco Javier Ortega Herrera¹, María Alejandra González Arreguín², Alejandro Gabriel Pineda Martínez³,
Jose Miguel García Guzmán⁴

Resumen—En el presente trabajo una Interfaz Gráfica de Usuario (GUI) es desarrollada, esta realiza el análisis cinemático de un mecanismo plano compuesto por 8 eslabones, 8 juntas de revolución y 2 juntas prismáticas. Para la elaboración de la GUI primeramente se desarrolla un modelo matemático que determina la posición, velocidad y aceleración de todos los eslabones que forman el mecanismo. La GUI es desarrollada con la ayuda del Software Engineering Equation Solver (EES), la GUI facilita el análisis del mecanismo planteado en el caso de estudio analizado permitiendo obtener la cinemática del mismo en cualquier posición que se desee sin que el usuario utilice complejas ecuaciones, permitiendo centrar su análisis en el movimiento del mecanismo y no en la obtención del modelo que lo rige.

Palabras clave—Simulación, GUI, Análisis, Mecanismo, Cinemática.

Introducción

El análisis de la cinemática de los mecanismos es muy importante, debido que una mala cinemática provoca que los mecanismos no realicen la tarea deseada, ocasionando problemas durante el funcionamiento de un mecanismo o una máquina. Durango, Calle y Ruiz (2010) mencionan que el cálculo de las fuerzas en los pares cinemáticos de los mecanismos por dinámica inversa se realiza generalmente sin consideraciones de fricción, en la práctica, en el análisis de los mecanismos articulados se debe tener en cuenta la fricción, la solución de la dinámica inversa en un procedimiento complejo. Los autores desarrollan una interpretación analítica del método aproximado Artobolevski para el grupo de Assur segunda clase con tres pares de rotación. Los resultados finales de las reacciones calculadas con el método implementado presentan una buena aproximación con respecto a la solución gráfica.

proponen un nuevo método analítico para el análisis cinemático de mecanismos articulados planos, que consiste en la combinación de los métodos del álgebra vectorial y del método de Assur, el cual se basa en la construcción de mecanismos articulados a partir de grupos estructurales y mecanismos de primera clase y de los grupos estructurales de segunda clases de tercera variedad, el Enfoque propuesto simplifica mucho el análisis de mecanismos de cualquier grado de complejidad ya que esto no requiere la formulación de las ecuaciones para el mecanismo completo. El mecanismo se presenta compuesto de bloques que tienen en su estructura mecanismos de primera clase, grupos estructurales y el conjunto de ecuaciones que los acompañan (Voronin y Álvarez, 2008)

Unda y Garcia de Jalon (1985) presentan un método numérico de análisis cinemático y dinámico con computador de sistemas mecánicos formados por varios sólidos rígidos. El método presentado utiliza un nuevo sistema de coordenadas no independientes formado por las coordenadas cartesianas de algunos puntos del mecanismo y las componentes cartesianas de algunos vectores unitarios solidarios al mismo, mediante los que se define la posición y el movimiento del sistema. Las ecuaciones de restricción que ligan estas coordenadas se establecen como condiciones de sólido rígido de cada elemento y como restricciones de par. La inclusión de componentes cartesianas de vectores unitarios dentro de este sistema de coordenadas, facilita en gran manera la formulación de las restricciones de par cuando el par cinemático está asociado con una dirección particular, como sucede en los pares de revolución (R), cilíndricos (C) o prismáticos (P). Las ecuaciones de restricción resultan lineales o cuadráticas.

¹ Francisco Javier Ortega Herrera, Profesor Asociado C, Coordinación de Ingeniería Electromecánica, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carr. Irapuato-Silao km 12.5, Colonia El Copal, C.P. 36821, Irapuato, Gto, México, frortega@itesi.edu.mx.

² María Alejandra González Arreguín, Estudiante de Ingeniería Electromecánica, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carr. Irapuato-Silao km 12.5, Colonia El Copal, C.P. 36821, Irapuato, Gto, México, alejandra.glez.arreguin@gmail.com.

³ Alejandro Gabriel Pineda Martínez, Estudiante de Ingeniería Electromecánica, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carr. Irapuato-Silao km 12.5, Colonia El Copal, C.P. 36821, Irapuato, Gto, México, diesellife_24@hotmail.com.

⁴ Jose Miguel García Guzmán, Profesor Asociado C, Coordinación de Ingeniería Electromecánica, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Carr. Irapuato-Silao km 12.5, Colonia El Copal, C.P. 36821, Irapuato, Gto, México, migarcia@itesi.edu.mx.

Las ecuaciones diferenciales del movimiento se obtienen fácilmente mediante el Teorema de las Potencias Virtuales.

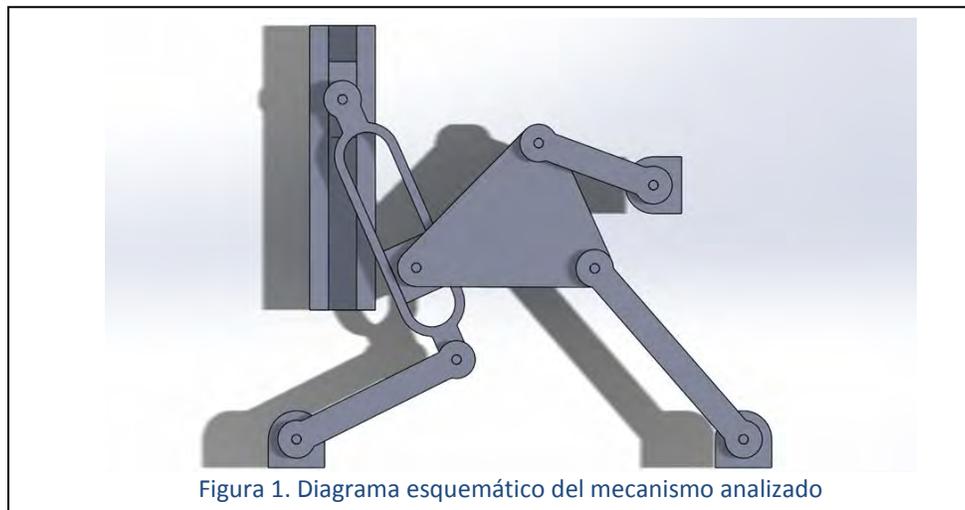
Saucedo, Sánchez y Huerta (2007) desarrollan un prototipo de un banco experimental el cual provino de la necesidad de realizar un estudio sobre el comportamiento elástico de los brazos robóticos conocidos como robot seriales. De las etapas de diseño se ha pasado a la fabricación del modelo físico que es utilizado como una cadena cinemática experimental, para generalizar resultados obtenidos por modelos teóricos usando Método de Elemento Finito (FEM) y de valores experimentales de esfuerzo usando extensimetría. El desarrollo experimental de análisis de vibración y de esfuerzo/deformación ha sido implementado para la adquisición, acondicionamiento de señal y procesamiento de datos. Se presentan los resultados preliminares de simulación de una cadena cinemática reconfigurable usando análisis, de elemento finito obteniendo una simulación de su estado esfuerzo/deformación. Aplicando teoría del medio continuo, se proponen dos tipos de deformación elástica para caracterizar la deformación de eslabones y articulaciones que producen el cambio de posición final que difiere del previsto utilizando el modelo de cuerpo rígido.

Quintero, Calle y Díaz (2004) presentan un procedimiento para realizar la síntesis de un mecanismo que cumpla con las condiciones definidas (generación de trayectoria o de guiado de un cuerpo) para múltiples puntos de precisión. Para la generación de guiado de un cuerpo se extiende la aplicación tradicional, mecanismo de cuatro eslabones (4B), a mecanismos de seis eslabones. La metodología empleada para la obtención del mecanismo utiliza los procedimientos propios de los algoritmos genéticos.

En el presente trabajo una interfaz que permite realizar el análisis cinemático de un mecanismo plano formado por ocho eslabones y con ocho juntas de revolución y dos prismáticas, también una simulación en el programa Working Model® y una simulación en el software solidworks® es realizado todo esto con el fin de comprobar el modelo desarrollado en el cual se basa la programación de la interfaz gráfica. El modelo matemático desarrollado tiene como punto de partida el método de lazo vectorial de cierre de circuito utilizando números complejos.

Modelo Matemático

El modelo matemático se desarrolla utilizando el método de lazo vectorial, el cual consiste en trazar vectores a lo largo de los eslabones con el objetivo de crear lazos vectoriales cerrados. En la Figura 1 se presenta un diagrama del mecanismo analizado y la Figura 2 muestra un diagrama de los lazos vectoriales creados.



Partiendo de los vectores mostrados en la Figura 2 se crean los tres lazos vectoriales presentados en las Ecuaciones (1), (2) y (3)

$$\mathbf{R}_1 + \mathbf{R}_2 + \mathbf{R}_3 - \mathbf{R}_4 = 0 \quad (1)$$

$$\mathbf{R}_8 + \mathbf{R}_1 + \mathbf{R}_5 - \mathbf{R}_6 - \mathbf{R}_7 = 0 \quad (2)$$

$$\mathbf{R}_7 + \mathbf{R}_9 - \mathbf{R}_{10} - \mathbf{R}_{11} = 0 \quad (3)$$

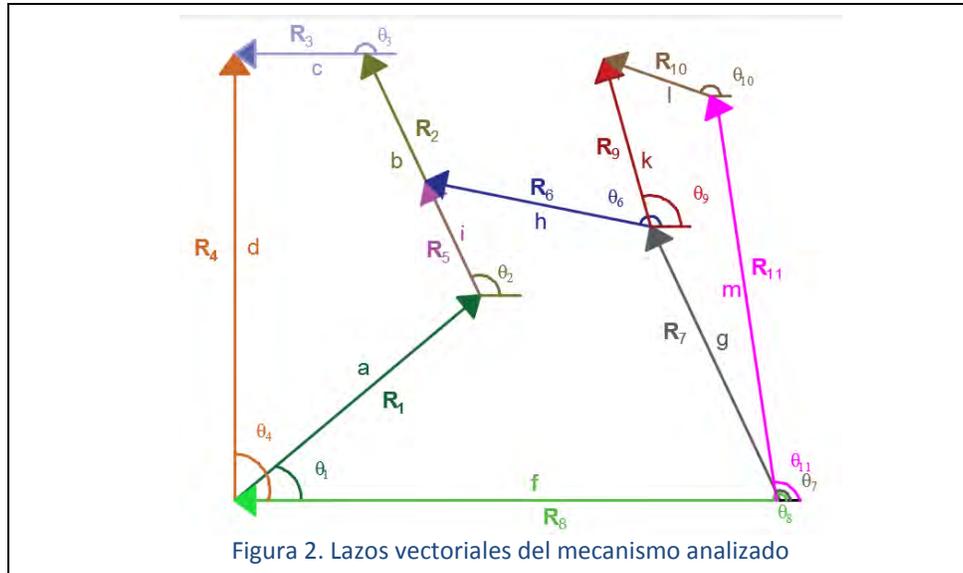


Figura 2. Lazos vectoriales del mecanismo analizado

Escribiendo las Ecuaciones (1) a (3) en términos de números complejos donde se muestran en forma paramétrica la magnitud de los vectores y su orientación se obtienen las Ecuaciones (4) a (6). Adicionalmente a las Ecuaciones de lazo vectorial se necesitan la relación entre los ángulos del mecanismo mostrada en la Ecuación (7).

$$ae^{j\theta_1} + be^{j\theta_2} + ce^{j\theta_3} - de^{j\theta_4} = 0 \quad (4)$$

$$fe^{j\theta_8} + ae^{j\theta_1} + ie^{j\theta_2} - he^{j\theta_6} - ge^{j\theta_7} = 0 \quad (5)$$

$$ge^{j\theta_7} + ke^{j\theta_9} - le^{j\theta_{10}} - me^{j\theta_{11}} = 0 \quad (6)$$

$$\theta_6 = \theta_9 + \alpha \quad (7)$$

Donde $a, b, c, d, f, g, h, i, k, l, m$, representan la magnitud de los vectores $R_1, R_2, R_3, R_4, R_8, R_7, R_6, R_5, R_9, R_{10}$ y R_{11} respectivamente y los ángulos $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4, \theta_5, \theta_6, \theta_7, \theta_8, \theta_9, \theta_{10}$ y θ_{11} , indican la dirección y sentido de los vectores $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8, R_9, R_{10}$ y R_{11} respectivamente. Las variables del sistema son: $d, i, \theta_1, \theta_2, \theta_6, \theta_7, \theta_9$ y θ_{10} . Separando en sus componentes real e imaginaria las Ecuaciones (4) a (6) se obtienen las Ecuaciones (8) a (13) las cuales en conjunto con la Ecuación (7) resuelven el problema de posición del mecanismo y permiten obtener la posición de todos los eslabones del mecanismo.

$$a \cos \theta_1 + b \cos \theta_2 + c \cos \theta_3 - d \cos \theta_4 = 0 \quad (8)$$

$$f \cos \theta_8 + a \cos \theta_1 + i \cos \theta_2 - h \cos \theta_6 - g \cos \theta_7 = 0 \quad (9)$$

$$g \cos \theta_7 + k \cos \theta_9 - l \cos \theta_{10} - m \cos \theta_{11} = 0 \quad (10)$$

$$a \sin \theta_1 + b \sin \theta_2 + c \sin \theta_3 - d \sin \theta_4 = 0 \quad (11)$$

$$f \sin \theta_8 + a \sin \theta_1 + i \sin \theta_2 - h \sin \theta_6 - g \sin \theta_7 = 0 \quad (12)$$

$$g \sin \theta_7 + k \sin \theta_9 - l \sin \theta_{10} - m \sin \theta_{11} = 0 \quad (13)$$

Derivando respecto al tiempo las ecuaciones (4) a (7) se obtienen las Ecuaciones (14) a (17), las cuales son las Ecuaciones de velocidad del mecanismo.

$$aj\dot{\theta}_1 e^{j\theta_1} + bj\dot{\theta}_2 e^{j\theta_2} - d\dot{\theta}_4 e^{j\theta_4} = 0 \quad (14)$$

$$aj\dot{\theta}_1 e^{j\theta_1} + ie^{j\theta_2} + ij\dot{\theta}_2 e^{j\theta_2} + hj\dot{\theta}_6 e^{j\theta_6} - gj\dot{\theta}_7 e^{j\theta_7} = 0 \quad (15)$$

$$gj\dot{\theta}_7 e^{j\theta_7} + kj\dot{\theta}_9 e^{j\theta_9} - lj\dot{\theta}_{10} e^{j\theta_{10}} = 0 \quad (16)$$

$$\dot{\theta}_6 = \dot{\theta}_9 \quad (17)$$

Separando en sus componentes real e imaginaria las Ecuaciones (14) a (16), se obtienen las Ecuaciones (18) a (23) las cuales en conjunto con la Ecuación (17) resuelven el problema de velocidad del mecanismo y permiten obtener la velocidad de todos los eslabones del mecanismo.

$$-a\dot{\theta}_1 \sin \theta_1 - b\dot{\theta}_2 \sin \theta_2 - d\dot{\theta}_4 \cos \theta_4 = 0 \quad (18)$$

$$-a\dot{\theta}_1 \sin \theta_1 + i \cos \theta_2 - i\dot{\theta}_2 \sin \theta_2 + h\dot{\theta}_6 \sin \theta_6 + g\dot{\theta}_7 \sin \theta_7 = 0 \quad (19)$$

$$-g\dot{\theta}_7 \text{sen } \theta_7 - k\dot{\theta}_9 \text{sen } \theta_9 + l\dot{\theta}_{10} \text{sen } \theta_{10} = 0 \quad (20)$$

$$a\dot{\theta}_1 \text{cos } \theta_1 + b\dot{\theta}_2 \text{cos } \theta_2 - \dot{d} \text{sen } \theta_4 = 0 \quad (21)$$

$$a\dot{\theta}_1 \text{cos } \theta_1 + i \text{sen } \theta_2 + i\dot{\theta}_2 \text{cos } \theta_2 - h\dot{\theta}_6 \text{cos } \theta_6 - g\dot{\theta}_7 \text{cos } \theta_7 = 0 \quad (22)$$

$$g\dot{\theta}_7 \text{cos } \theta_7 + k\dot{\theta}_9 \text{cos } \theta_9 - l\dot{\theta}_{10} \text{cos } \theta_{10} = 0 \quad (23)$$

Derivando respecto al tiempo las ecuaciones (14) a (17) se obtienen las Ecuaciones (24) a (27), las cuales son las Ecuaciones de aceleración del mecanismo.

$$aj\ddot{\theta}_1 e^{j\theta_1} - a\dot{\theta}_1^2 e^{j\theta_1} + bj\ddot{\theta}_2 e^{j\theta_2} - b\dot{\theta}_2^2 e^{j\theta_2} - \ddot{d} e^{j\theta_4} = 0 \quad (24)$$

$$aj\ddot{\theta}_1 e^{j\theta_1} - a\dot{\theta}_1^2 e^{j\theta_1} + e^{j\theta_2} (i + ij\dot{\theta}_2 + ij\ddot{\theta}_2) + j\dot{\theta}_2 e^{j\theta_2} (i + ij\dot{\theta}_2) - hj\ddot{\theta}_6 e^{j\theta_6} + h\dot{\theta}_6^2 e^{j\theta_6} - gj\ddot{\theta}_7 e^{j\theta_7} + g\dot{\theta}_7^2 e^{j\theta_7} = 0 \quad (25)$$

$$gj\ddot{\theta}_7 e^{j\theta_7} - g\dot{\theta}_7^2 e^{j\theta_7} + kj\ddot{\theta}_9 e^{j\theta_9} - k\dot{\theta}_9^2 e^{j\theta_9} - lj\ddot{\theta}_{10} e^{j\theta_{10}} + l\dot{\theta}_{10}^2 e^{j\theta_{10}} = 0 \quad (26)$$

$$\ddot{\theta}_9 = \ddot{\theta}_6 \quad (27)$$

Separando en sus componentes real e imaginaria las Ecuaciones (24) a (26), se obtienen las Ecuaciones (28) a (33) las cuales en conjunto con la Ecuación (27) resuelven el problema de aceleración del mecanismo y permiten obtener la aceleración de todos los eslabones del mecanismo.

$$-a\ddot{\theta}_1 \text{sen } \theta_1 - a\dot{\theta}_1^2 \text{cos } \theta_1 - b\ddot{\theta}_2 \text{sen } \theta_2 - b\dot{\theta}_2^2 \text{cos } \theta_2 - \ddot{d} \text{cos } \theta_4 = 0 \quad (28)$$

$$-a\ddot{\theta}_1 \text{sen } \theta_1 - a\dot{\theta}_1^2 \text{cos } \theta_1 - \text{sen } \theta_2 (i\ddot{\theta}_2 + i\dot{\theta}_2^2) + i \text{cos } \theta_2 - i\dot{\theta}_2 \text{sen } \theta_2 - i\dot{\theta}_2^2 \text{cos } \theta_2 + h\ddot{\theta}_6 \text{sen } \theta_6 + h\dot{\theta}_6^2 \text{cos } \theta_6 + g\ddot{\theta}_7 \text{sen } \theta_7 + g\dot{\theta}_7^2 \text{cos } \theta_7 = 0 \quad (29)$$

$$-g\ddot{\theta}_7 \text{sen } \theta_7 - g\dot{\theta}_7^2 \text{cos } \theta_7 - k\ddot{\theta}_9 \text{sen } \theta_9 - k\dot{\theta}_9^2 \text{cos } \theta_9 + l\ddot{\theta}_{10} \text{sen } \theta_{10} + l\dot{\theta}_{10}^2 \text{cos } \theta_{10} = 0 \quad (30)$$

$$a\ddot{\theta}_1 \text{cos } \theta_1 - a\dot{\theta}_1^2 \text{sen } \theta_1 + b\ddot{\theta}_2 \text{cos } \theta_2 - b\dot{\theta}_2^2 \text{sen } \theta_2 - \ddot{d} \text{sen } \theta_4 = 0 \quad (31)$$

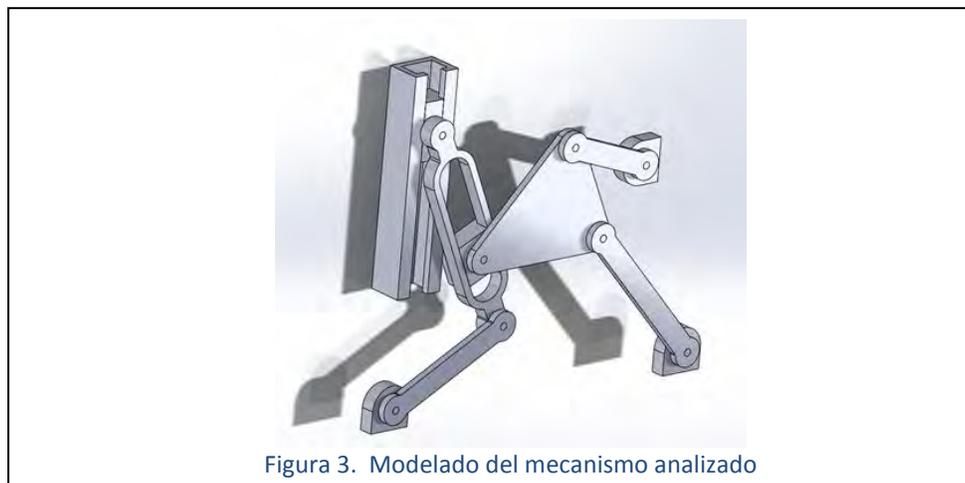
$$a\ddot{\theta}_1 \text{cos } \theta_1 - a\dot{\theta}_1^2 \text{sen } \theta_1 + \text{cos } \theta_2 (i\ddot{\theta}_2 + i\dot{\theta}_2^2) + i \text{sen } \theta_2 + i\dot{\theta}_2 \text{cos } \theta_2 - i\dot{\theta}_2^2 \text{sen } \theta_2 - h\ddot{\theta}_6 \text{cos } \theta_6 + h\dot{\theta}_6^2 \text{sen } \theta_6 - g\ddot{\theta}_7 \text{cos } \theta_7 + g\dot{\theta}_7^2 \text{sen } \theta_7 = 0 \quad (32)$$

$$g\ddot{\theta}_7 \text{cos } \theta_7 - g\dot{\theta}_7^2 \text{sen } \theta_7 + k\ddot{\theta}_9 \text{cos } \theta_9 - k\dot{\theta}_9^2 \text{sen } \theta_9 - l\ddot{\theta}_{10} \text{cos } \theta_{10} + l\dot{\theta}_{10}^2 \text{sen } \theta_{10} = 0 \quad (33)$$

Las Ecuaciones (7) a (13), (17) a (23) y (27) a (33) permiten conocer la posición, velocidad y aceleración de todos los eslabones del mecanismos, para resolverlas numéricamente basta con darle valores numéricos a: $a, b, c, f, g, h, k, l, m, \theta_3, \theta_4, \theta_5, \theta_8$ y θ_{11} .

Resultados

Primeramente el mecanismo analizado en el presente caso de estudio es modelado en el programa Solidworks para poder comprobar que su ensamble no tenga problemas y realizar una animación del preliminar del funcionamiento del mecanismo. En las Figuras 3 y 4 se observan imágenes del mecanismo modelado en el presente caso de estudio.



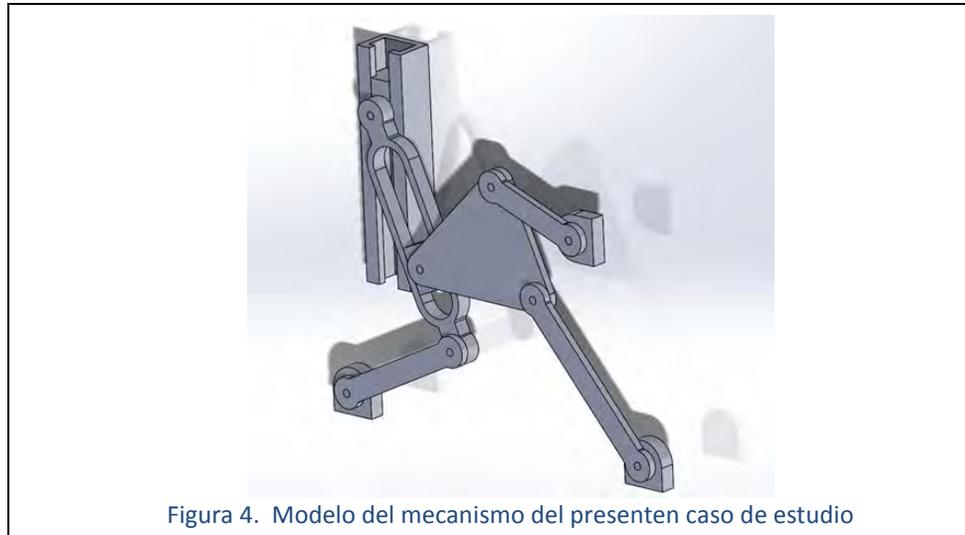


Figura 4. Modelo del mecanismo del presente caso de estudio

Posteriormente se realiza una interfaz en Working model la cual es mostrada en la Figura 5, en ella se muestra el movimiento del mecanismo se pueden variar las longitudes de los eslabones que lo integran, así como la velocidad del motor que introduce el movimiento al sistema. Se puede obtener, la posición, velocidad y aceleración de todos los eslabones del mecanismo analizado. Tanto la interfaz de Working model como el modelo creado en Solidworks permiten validar el modelo matemático desarrollado y resuelto numéricamente en el software EES.

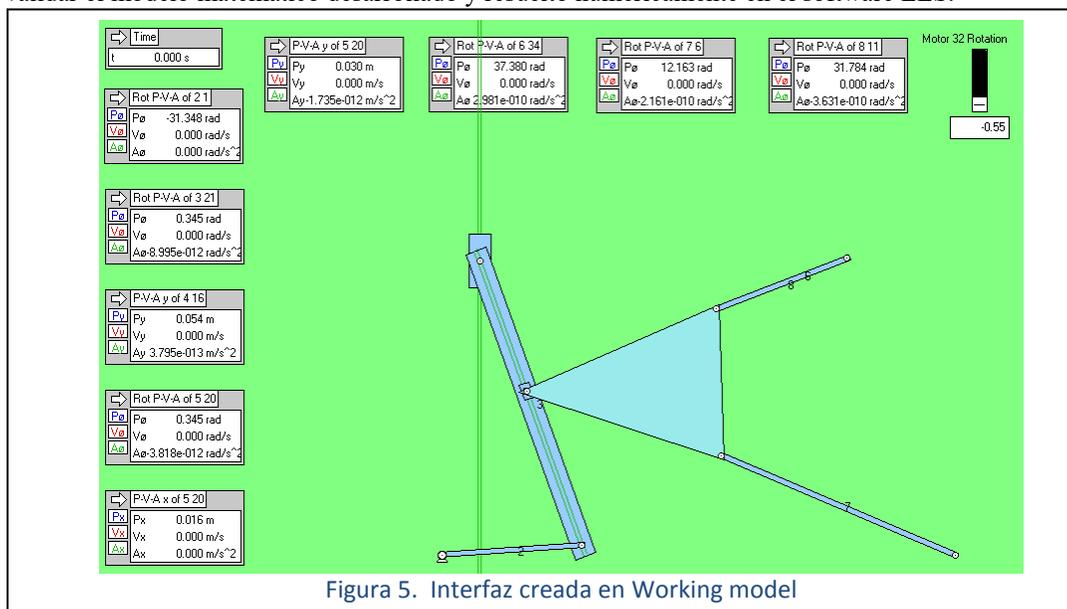


Figura 5. Interfaz creada en Working model

La Figura 6 presenta la Interfaz Gráfica de Usuario desarrollada para el caso de estudio planteado, la cual permite determinar la posición, velocidad y aceleración, en ella basta con introducir las longitudes de los eslabones, y las condiciones iniciales del eslabón de entrada como son la posición, velocidad y aceleración.

Comentarios Finales

Resumen de resultados

En el desarrollo del presente caso de estudio se desarrolla una Interfaz Gráfica de Usuario, una animación en Solidworks y una simulación en Working Model que también está en forma paramétrica y permite ser modificada para analizar el mecanismo planteado sujeto a distintas condiciones iniciales de funcionamiento y a distintas longitudes de sus eslabones.

Conclusiones

La Interfaz Gráfica de Usuario, la simulación realizada y el modelo desarrollado permiten analizar con facilidad el mecanismo planteado en el presente caso de estudio, esto debido a que resolver analíticamente el caso de estudio

planteado es complejo debido a las no linealidades que presenta el modelo matemático desarrollo, estas herramientas creadas facilitan el complejo estudio del mecanismo simplificando de tal forma que el usuario solo centre su atención en la interpretación de los resultados y en como poder mejorar el funcionamiento del mismo, olvidándose del tedioso y difícil análisis matemático que se requiere para el análisis de la cinemática del mecanismo.

Recomendaciones

Se recomienda complementar la interfaz de modo que también se pueda analizar las fuerzas que soportan los eslabones del mecanismo y no solo que permita determinar la cinemática del mecanismo.

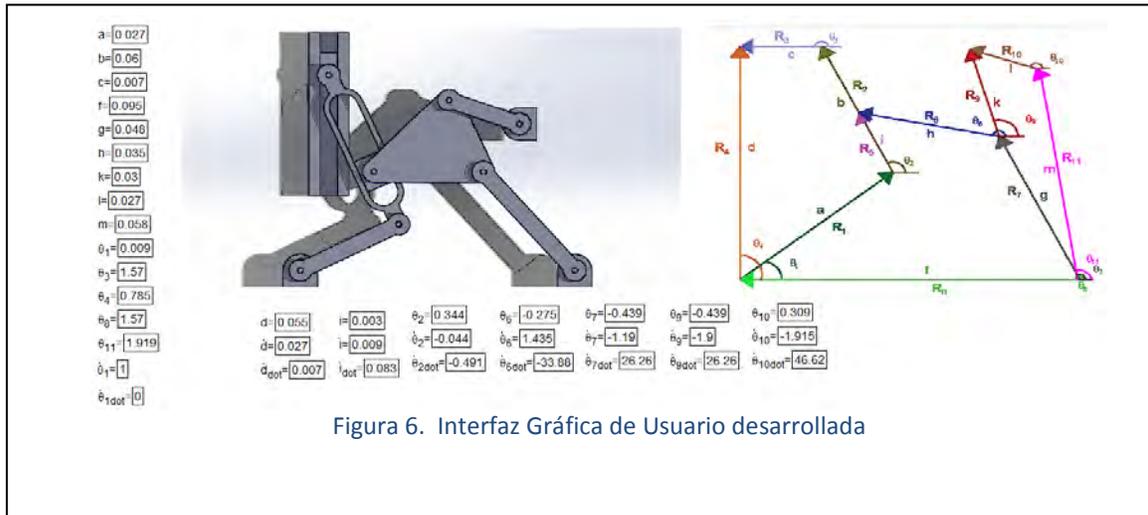


Figura 6. Interfaz Gráfica de Usuario desarrollada

Referencias

Durango S., Calle G. y Ruiz O. "Analytical Method for the Kinetostatic Analysis of the Second-Class RRR Assur Group Allowing for Friction in the Kinematic Pairs", *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Science & Engineering*, Vol. XXXII, No. 3, pp. 200-207 2010

Quintero H. F., Calle G. y Díaz A. "Síntesis de generación de trayectoria y de movimiento para múltiples posiciones en mecanismos, utilizando algoritmos genéticos", *Scientia et Technica*, Vol. 10, No. 25, pp. 131-136, 2004.

Saucedo C. H., Sánchez C. y Huerta J. "Diseño y fabricación de prototipo para el estudio de esfuerzos en cadenas cinemáticas *Encuentro de Investigación en IE*, 28 al 30 de Marzo, 2007 pp. 175-182.

Unda J. y Garcia de Jalon J. "Análisis cinemático y dinámico de sistemas mecánicos formados por varios sólidos rígidos", *Revista internacional de métodos numéricos para cálculo y diseño en ingeniería*, Vol. 1, No. 4 pp. 31-48, 1985.

Voronin B. y Álvarez J. A. "Un método analítico de análisis cinemático de mecanismos articulados", *Revista Iberoamericana de Ingeniería Mecánica*, Vol. 12 No. 1 pp. 05-14. 2008

Notas Biográficas

M. I. Francisco Javier Ortega Herrera profesor asociado C de la coordinación de Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, tiene licenciatura en Ingeniería Mecánica y maestría en Ingeniería mecánica ambas por la universidad de Guanajuato.

María Alejandra González Arreguín, estudiante del 5 semestre de la carrera de Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

Alejandro Gabriel Pineda Martínez estudiante del 5 semestre de la carrera de Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato

M. I. Jose Miguel García Guzmán profesor asociado C de la coordinación de Ingeniería Electromecánica del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, tiene Licenciatura en Ingeniería Electromecánica y Maestría en Eléctrica ambas por el Instituto Tecnológico Superior de Irapuato.

Agradecimientos

"Programa apoyado por el CONACYT" mediante el proyecto "Programa para incrementar la participación de estudiantes de licenciatura en proyectos de investigación" apoyado en la convocatoria "Jóvenes talentos 2015"

Al Tecnológico Nacional de México por el apoyo otorgado mediante el proyecto "Diseño, construcción y análisis de prototipos de mecanismos"

Optimización del costo de un aro de balance, manteniendo su rigidez estructural

Carlos A. Ortega Legorreta¹, M.I. Martín Caudillo Ramírez², M.C. Luis Ballesteros Martínez³ y
M.C. Edgardo Matus Benítez⁴

Resumen— Este trabajo presenta el estudio de optimización del aro de balance de una lavadora de eje vertical en función del peso partiendo de la identificación de variables de estudio y el impacto tienen en la rigidez y el peso, a través de modelación numérica con software comercial de elementos finitos, se evalúan diferentes condiciones, para poder determinar la contribución de cada variable a evaluar. Se determina el diseño de experimentos (DOE) de las condiciones a evaluar, y se cuantifica la contribución de cada variable al obtenerse las correlaciones que existen entre las variables de entrada y las variables de salida. Por último se obtiene la superficie de respuesta del comportamiento estructural del aro de balance en función de variables geométricas, lo que nos permite determinar la relación de aspecto y el espesor para obtener el peso mínimo del aro de balance y, por ende, una reducción en el costo de fabricación.

Palabras clave— autobalance, diseño de experimentos, optimización, Ansys.

Introducción

El sistema rotacional de una lavadora automática tiene dos dificultades técnicas principales. La primera de ellas es la colisión de la tina contra el gabinete al comienzo del proceso de centrifugado. La segunda, es la vibración que se presenta en la canasta cuando ésta gira a altas velocidades. Esta rotación desbalanceada puede causar desgaste de partes y ruido. Ambas situaciones van en contra de la confiabilidad y funcionamiento del equipo.

Las lavadoras automáticas de eje vertical realizan su función en dos grandes procesos: el lavado por agitación y el secado por centrifugado. En el proceso de lavado hay tres acciones por la que se da el desprendimiento de la suciedad. Estas acciones son: 1) acción química, debida a la interacción del detergente con el agua y la suciedad; 2) acción mecánica que se origina en el tallado de la ropa contra la canasta e impulsor y contra otras prendas y, por último, 3) acción térmica, resultado de la utilización del agua caliente. El proceso de secado por centrifugado o, simplemente, centrifugado, es donde se extrae la mayor cantidad de agua posible a la ropa, a través del giro de la canasta (ensamble canasta) a altas velocidades y que, por fuerza centrífuga, el agua se desprenda de la ropa para que después pueda ser secada a detalle ya sea en otro equipo o por exposición directa al sol. Debido al proceso de lavado por agitación, se genera aglomeración de prendas y, por lo tanto, se genera desbalance de masas, que en durante el proceso de centrifugado produce vibración excesiva, movimiento y ruido.

La lavadora se compone de varios subsistemas, uno de ellos es el conocido como sublavadora, la cual está suspendida en cuatro varillas al gabinete, cada una de las cuales tiene un sistema resorte-amortiguador, a su vez, la sublavadora está compuesta por el sistema motriz, la tina y el ensamble canasta que hace la función de rotor de la lavadora y por último, en este ensamble canasta, se encuentra la caja de transmisión, el fondo canasta, la canasta y el aro de balance, Figura 1.

Este último, generalmente está construido en un material plástico y su función principal es ayudar a estabilizar el ensamble canasta en el proceso de centrifugado y evitar que se presenten en mayor medida vibraciones e impactos de la tina contra el gabinete de la lavadora.

El conocer las características dinámicas del aro balance y en conjunto del comportamiento dinámico del rotor de la lavadora nos permite acelerar el proceso de diseño de toda la lavadora y es donde surge la necesidad de elaborar guías de diseño. Una introducción del estudio de la dinámica del rotor de lavadora fue propuesta por Bae et al [1] en 2002, en la cual proponen una fórmula teórica para el cálculo de fuerza de restauración del aro de balance. Chung et al [2] en 2008, proponen introducir un deflector horizontal a fin de minimizar la deflexión excesiva del fluido y por esto, minimizar los impactos en los momentos iniciales del proceso de centrifugado. Así mismo propone aros de balance con multi-cavidades para mayor generación de fuerza. [3] Ruelas et al. En 2014 proponen el análisis funcional del aro de balance, pero se puede observar la falta de desarrollo en cuestión de guías de diseño para el aro

¹ Ing. Carlos Alberto Ortega Legorreta es ingeniero mecánico estudiante de la maestría en ciencias en ingeniería mecánica del Instituto Tecnológico de Celaya. carlos.ortega2704@gmail.com (autor correspondiente)

² M.I. Martín Caudillo Ramírez es Profesor de Ingeniería Mecánica en el Instituto Tecnológico de Celaya. martin.caudillo@itcelaya.edu.mx

³ M.C. Luis Ballesteros se desempeña actualmente como Líder de Subsistema en Mabe Tecnología y Proyectos, en Querétaro, México luis.ballesteros@mabe.com.mx

⁴ M.C. Edgardo Matus Benitez, labora actualmente como Ingeniero de Diseño Sr. en Mabe Tecnología y Proyectos, en Querétaro, México. edgardo.matus@mabe.com.mx

de balance. Las guías de diseño nos van a permitir aumentar la velocidad angular en el proceso de centrifugado, sin aumentar sustancialmente el nivel de vibración, a fin de cumplir hacer el equipo cada vez más eficiente y con ello cumplir con las normas cada vez más estrictas en cuestiones ambientales y los estándares de confiabilidad.

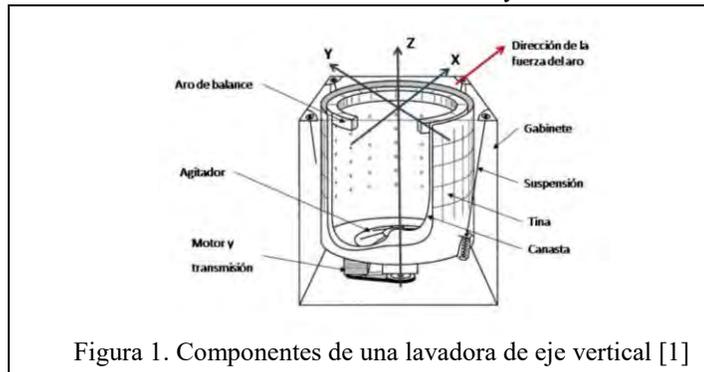


Figura 1. Componentes de una lavadora de eje vertical [1]

A fin de obtener las guías de diseño para el aro de balance, éstas se han dividido en tres áreas principales: guías de diseño por generación de fuerza, guías de diseño por rigidez o integridad estructural y guías de diseño para manufactura. Este trabajo se enfoca en el área de guías de diseño por rigidez. Dentro de las guías de diseño por rigidez es importante establecer cuáles son las variables que afectan el comportamiento estructural del aro de balance y así mismo cuales variables reflejan su integridad estructural. Las variables propuestas para evidenciar el comportamiento de la integridad estructural son, principalmente, la deformación y el esfuerzo presentados en condiciones de uso en estado estable, es decir bajo la fuerza que genera el propio aro de balance. Así mismo, las variables geométricas, como el espesor y la sección transversal (altura y ancho) tienen afectación en su rigidez y en el peso del componente. Con ellas se estableció el diseño de experimentos fijando los valores de entrada para ver los efectos en las variables de salida, así también se establecieron las condiciones de frontera y restricciones que el modelo de elementos finitos tendría para la obtención de los resultados.

Desarrollo

Funciones básicas del aro de balance.

En un análisis de las funciones básicas que desempeña el aro de autobalance [3] se observa que la función principal del aro de balance es generar una fuerza de reacción que compense el desbalance en la sublavadora y permita disminuir las fuerzas resultantes transmitidas a los rodamientos, las vibraciones generadas, el desgaste en los componentes y el ruido excesivo en el producto.

Es importante que el componente tenga la rigidez necesaria mínima que garantice que el funcionamiento adecuado del mismo cuando se encuentra bajo sus condiciones de operación y a su vez que garantice que el aro de balance no tenga deformaciones permanentes y generar una mala imagen del producto.

Diseño de Experimentos (DOE)

La metodología de diseño de experimentos (DOE, *design of experiments*) es una técnica estadística que permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental. Se basa en organizar y diseñar una serie de experimentos de forma que con el mínimo número de pruebas se consiga extraer información útil para obtener conclusiones que permitan optimizar la configuración de un proceso o producto. Los resultados obtenidos nos permiten dar un razonamiento lógico acerca de qué factores influyen más y cómo afectan al fenómeno. Incluso, se podrá obtener una función que nos asocie los resultados del fenómeno a factores seleccionados, con lo cual es posible realizar interpolaciones y calcular así un resultado en función de las diversas condiciones.

Presentación del problema

La tendencia en el diseño de un componente mecánico sea cual sea su índole, es buscar el que éste sea más ligero, más económico y además que las cargas que soporte sean mayores. Por ejemplo, en la industria automotriz se necesitan estructuras cada vez más ligeras, que sean confiables durante una gran cantidad de kilómetros y, por lo mismo, más eficientes al disminuir el consumo de gasolina. En aeroespacial, las aeronaves, los satélites y demás dispositivos se diseñan para que trabajen en condiciones extremas y duraderas. Estas demandas intransigentes en las estructuras de hoy suelen ser susceptibles a condiciones no deseadas.

El objetivo de este estudio es minimizar la cantidad de masa, lo cual impacta directamente en el costo del aro de balance y, al mismo tiempo, asegurar su integridad estructural bajo diversas condiciones, para lo cual es importante obtener relaciones numéricas entre variables de entrada, es decir, aspectos geométricos que afectan la rigidez del aro, y variables de salida en cuestión de la rigidez y peso del aro de balance.

Para este estudio se fijaron como variables de salida, como sigue:

- 1) La deflexión en la dirección de la fuerza “UX” (variable de rigidez).
- 2) La deflexión en la dirección transversal del aro “UZ” (variable de rigidez).
- 3) El esfuerzo principal en la cara exterior del aro en la zona de aplicación de la fuerza “S1_ext” (variable de rigidez).
- 4) Y el peso del aro de balance “W” (variable de masa).

Las variables de entrada (variables geométricas) para el DOE se fijaron como el cuadro 1

ítem	variable	nomenclatura	valores a evaluar		
1)	Espesor de pared	esp	2.032 mm [0.080 in]	2.794 mm [0.110 in]	3.556 mm [0.140 in]
2)	Relación de aspecto	rel	0.5	1.25	2

Cuadro 2. Variables de entrada para DOE

Relación de aspecto se definió como el alto de la sección transversal entre el ancho de la misma. Por definición, es un valor adimensional. Figura 2.

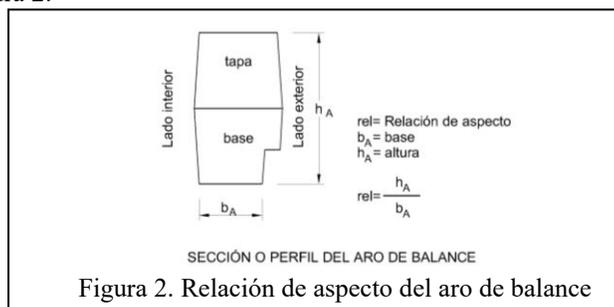


Figura 2. Relación de aspecto del aro de balance

Con estas condiciones, valores de factores y niveles se diseña el experimento de tipo centrado compuesto, que nos da la necesidad de hacer 13 corridas con 4 repeticiones de una de esas pruebas, como se indica en el cuadro 3.

Relación de aspecto (rel)	0.5	2	0.5	2	0.5	2	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
Espesor (esp) [in]	0.08	0.08	0.14	0.14	0.11	0.11	0.08	0.14	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11

Cuadro 3. Pruebas para DOE, a realizar por medio del método de elementos finitos

CONSIDERACIONES INICIALES

Para la realización del modelo de elementos finitos se toman diversas consideraciones iniciales; a fin de tener una buena aproximación del modelo en el programa ANSYS APDL, una de las primeras consideraciones tomadas, fue realizar un análisis de tipo lineal. Así también, las propiedades de material se seleccionaron de diversas fuentes fijándose para el Polipropileno (PP) como se muestra en el cuadro 4.

Propiedad	valor (SI y sist. Inglés)
Módulo de elasticidad	= 1.3 GPa [4] = 1.885 x 10 ⁵ psi
Relación de poisson	= 0.38 [6]
Esfuerzo último Su	= 35.0 MPa [4] = 3626 psi
Densidad	= 0.899 g/cm ³ [6] = 84 x 10 ⁶ lb*s ² /in ⁴ [4]
Peso específico	= 0.0324576 lb/in ³

Cuadro 4. Propiedades mecánicas del polipropileno

Por la forma de comportamiento del fenómeno, se consideró el comportamiento del material como un material isotrópico elástico. Es decir, el tipo de análisis realizado fue estático estructural en rango elástico.

GENERACION DE GEOMETRIA Y TIPO DE ELEMENTO

Para las primeras corridas del DOE se generó y exportó la geometría desde el software de CAD CREO-PROE, habiéndose modelado de forma paramétrica para poder exportar al software ANSYS APDL. Posteriormente, se vio la necesidad de generar de un modelo paramétrico directamente en ANSYS, desarrollado esto se posee una herramienta completa para poder probar diversas secciones transversales, diámetros de aro y espesores de pared. El modelo paramétrico en CREO-PROE se utilizó para el cálculo del peso (W).

El elemento seleccionado para mallar el aro de balance fue el elemento Shell 63, con las siguientes características: el elemento Shell 63 tiene la capacidad de comportarse tanto como una membrana y como elemento sometido a flexión. Permite cargas en el plano y normales a éste, obteniendo desplazamientos nodales, esfuerzos principales, esfuerzos equivalentes, entre otros. Este elemento tiene 6 grados de libertad en cada nodo y es definido por cuatro nodos, cuatro espesores y una condición de rigidez elástica[5]. Para el problema, el espesor del elemento se consideró constante para cada caso y se fue variando para diferentes pruebas del DOE.

CONDICIONES DE FRONTERA

Cargas

Para determinar la carga o fuerza a aplicar se tomó como referencia los valores máximos obtenido en lecturas experimentales de fuerza generada, dentro del banco de autobalance (Proyecto CONACYT num. 150049), por aros de balance de plataforma 27” que están en actual desarrollo siendo ésta de 1500 N (337 lb), considerada como carga distribuida en los nodos de las áreas del cuadrante opuesto a la fijación, como se ve en las figuras 3(a) y 3(b).

Restricciones

Por pruebas experimentales de deformación del aro y simulaciones previas realizadas se consideró colocar restricciones en las áreas del cuadrante opuesto a la aplicación de la fuerza, restringiendo en todos sus grados de libertad. Por la forma de fijación física de la pieza, se colocó la restricción en keypoints ubicados a cada 45° en la dirección axial del aro (en nuestro caso en la dirección Y), así mismo la restricción opuesta a la fuerza sólo se hizo hasta la altura aproximada de los barrenos y la caja de unión del aro con la canasta.

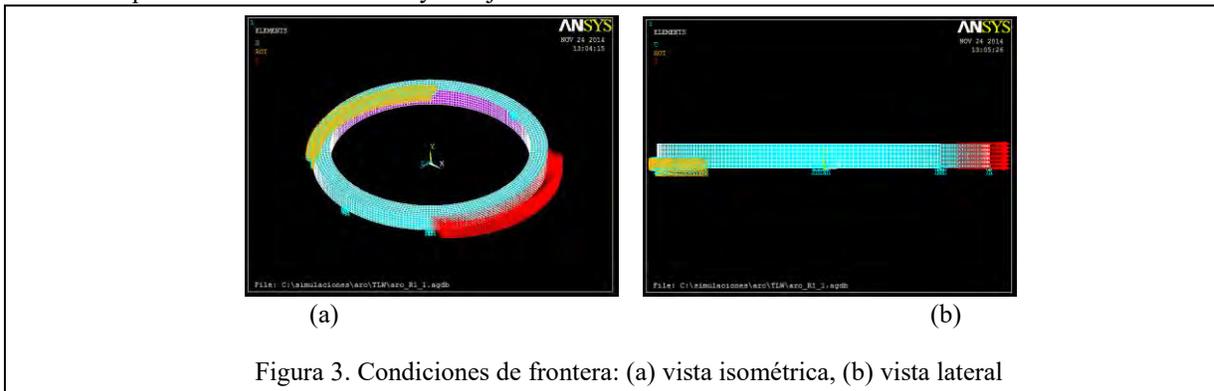


Figura 3. Condiciones de frontera: (a) vista isométrica, (b) vista lateral

Resultados

A fin de poder encontrar las ecuaciones de interés se obtuvieron los resultados de cada corrida de simulación por elementos finitos, los cuales se concentran en el cuadro 5.

Con ayuda del software Minitab, se encontraron las relaciones numéricas que existen entre a los parámetros de entrada y los parámetros de salida donde, como resultado de las regresiones, se puede expresar una ecuación para cada variable, tal que

$$UX = 0.324 + 1.2484rel - 11.5679esp - 0.2437rel^2 + 52.4195esp^2 - 3.46(rel)(esp) \tag{1}$$

$$UZ = -0.2177 - 0.8176rel + 7.8475esp + 0.1483rel^2 - 36.0594esp^2 + 2.4289(rel)(esp) \tag{2}$$

$$S1_{ext} = 3337.61 + 1778.58rel - 47877.97esp - 472.77rel^2 + 166743.3esp^2 - 2644.44(rel)(esp) \tag{3}$$

$$W = 1.0657 - 2.2568rel + 18.2764esp + 0.9049rel^2 - 8.3525esp^2 + 1.1778(rel)(esp) \tag{4}$$

Las ecuaciones (1), (2), (3) y (4) nos permiten predecir con certeza el comportamiento de los parámetros de salida para cada relación de aspecto y espesor determinados.

Rel.	Esp. [in]	UX [in]	UZ [in]	S1_ext [psi]	W [lb]
0.5	0.08	0.1271	-0.0734	1208	1.573
2	0.08	0.6863	-0.4629	1793	1.722
0.5	0.14	0.0607	-0.0324	502	2.688
2	0.14	0.3085	-0.2033	849	2.943
0.5	0.11	0.0829	-0.0459	733	2.137
2	0.11	0.4397	-0.2934	1177	2.34
1.25	0.08	0.6159	-0.4008	1851	1.278
1.25	0.14	0.2752	-0.1703	891	2.166
1.25	0.11	0.3864	-0.2446	1205	1.73
1.25	0.11	0.3864	-0.2446	1205	1.73
1.25	0.11	0.3864	-0.2446	1205	1.73
1.25	0.11	0.3864	-0.2446	1205	1.73
1.25	0.11	0.3864	-0.2446	1205	1.73

Cuadro 5. Resultados de análisis MEF

A su vez, estos resultados nos sirven de entrada para implementar una función de optimización para conocer el valor mínimo del peso que es la variable que impacta directamente en el costo del componente y encontrar parejas de valores que hagan mínimo el peso, figuras 4(a) y 4(b) y 4(c).

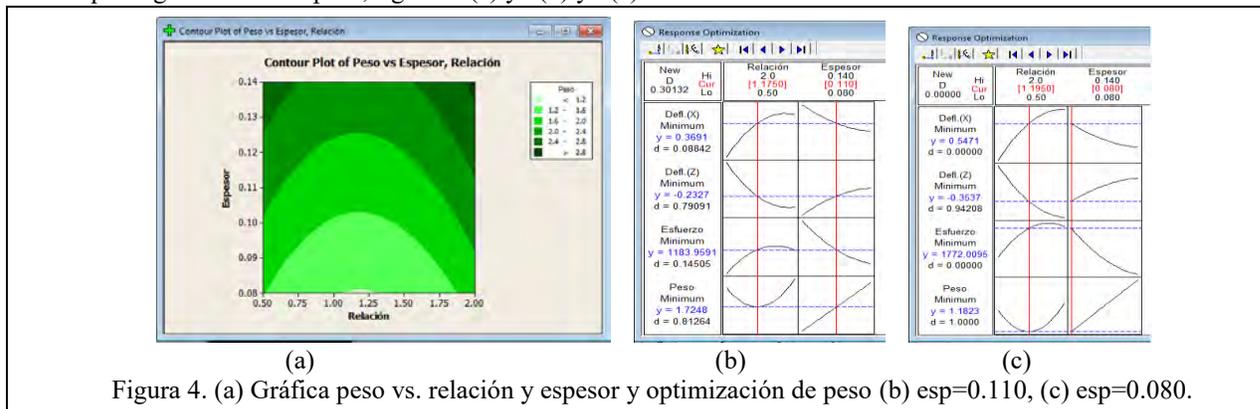


Figura 4. (a) Gráfica peso vs. relación y espesor y optimización de peso (b) esp=0.110, (c) esp=0.080.

En el cuadro 6, se muestran los pares de las variables para hacer mínimo el peso en cada caso, así también la deflexión en X y el esfuerzo principal. Se observa que en los tres casos no se llega al esfuerzo último S_u del material por lo que podrían considerarse como válidos los tres pares de variables, pero tomando como referencia la deflexión máxima medida en pruebas estáticas de carga, de donde sabemos que a 0.605 in (15.367 mm) se presenta el colapso del aro de balance [7], así mismo, si se considera un factor de seguridad de 1.2, lo cual nos lleva a recomendar utilizar el espesor de 0.100 in (2.54 mm) dando una relación de aspecto de 1.18. Para efectos prácticos se considera la relación de aspecto de 1.2 y el espesor de 0.100 in. Lo que nos da un peso aproximado de 1.546 lb [0.702 kg]. Si se toma como referencia las proporciones del aro de balance actual sin las aletas cuyo peso es de 1.890 lb [0.858 kg] y tiene una rel de 2.47, se observa que hay una disminución de 18.2% en el peso, dicha diferencia se verá reflejada en la misma proporción en la disminución del costo.

Relación de aspecto	espesor [in]	peso [lb]	esf. princ. [psi]	Defl. X [in]
0.5	0.08	1.6193	1329.85	0.1589
1.195	0.08	1.1823	1772.0	0.5471
2	0.08	1.7687	1817.52	0.7026
0.5	0.11	2.1377	714.29	0.0588
1.175	0.11	1.7248	1183.96	0.3691
2	0.11	2.34	1172.95	0.4467
0.5	0.1	1.9666	856.13	0.0817
1.18	0.1	1.5457	1345.65	0.4169
2	0.1	2.1512	1354.46	0.5215

Cuadro 6. Variables de optimización del peso

Comentarios Finales

Conclusiones

A través de este estudio realizado sobre el componente aro de balance, se logró identificar y cuantificar la importancia de las variables geométricas como espesor y relación de aspecto de la sección transversal del aro sobre el peso y la rigidez.

Conocer la relación que hay entre las variables geométricas y los parámetros de rigidez y peso nos permite conocer los mejores valores de relación de aspecto y espesor a fin de minimizar el peso del componente sin afectar su rigidez y por lo tanto, tampoco el funcionamiento del aro de balance, lo que nos permite encontrar el aro de menor costo de fabricación para el problema. Es decir, optimizar el peso del aro para el estudio planteado en un 18%.

Referencias

- [1] Bae, S.; Lee, J.M.; Kang, Y.J.; Kang J.S.; Yun, J.R. “Dynamics analysis of an Automatic Washing Machine with a Hydraulics Balancer”, Journal of Sound and Vibration 257 (1), 2002. pp3-18.
- [2] Chung-Hyo Jung; Chang-Sub Kim; and Yun-Ho Choi. “A dynamic model and numerical study on the liquid balancer used in an automatic washing machine”, Journal of Mechanical Science and Technology. 2008. pp1843-1852.
- [3] V. Ruelas, M. Caudillo, L. Ballesteros, Desarrollo de Modelo experimental para cuantificar efectos dinámicos en elementos de autobalance. Tesis de maestría. 2014. Instituto Tecnológico de Celaya. Celaya.
- [4] M. Matos, J.J. Sánchez, M.C. Jiménez, L. Salas, O.O. Santana, A. Gordillo, M.Ll. Maspoeh, A.J. Muller, “Propiedades mecánicas y comportamiento a fractura de un polipropileno homopolímero compara con un copolímero de impacto grado comercial”, Revista Latinoamericana de Metalurgia y Materiales. 25(2). 2005. pp31-45.
- [5] Manual Ansys 14.0. Ansys Inc. EEUU.
- [6] Typical Material Properties. Ansys Inc. EEUU.
- [7] Prueba de deflexión estática. cortesía de Mabe TyP. Mabe. México.

Notas Biográficas

El Ing. **Carlos A. Ortega Legorreta** es actualmente estudiante de último semestre de la Maestría en Ciencias con especialidad en diseño mecánico en el Instituto Tecnológico de Celaya. Es egresado de esa escuela y obtuvo su título de Ingeniería Mecánica en 2008.

El **M.I. Martín Caudillo Ramírez** obtuvo su título de Maestro en Ingeniería por la Universidad de Guanajuato, donde también obtuvo su título de Ingeniero Mecánico. Actualmente es catedrático de tiempo completo del Instituto Tecnológico de Celaya.

El **M.C. Luis Ballesteros Martínez** tiene título de Físico a nivel licenciatura y obtuvo su título de Maestría en Ciencias con especialidad en diseño mecánico por el Instituto Tecnológico de Celaya. Actualmente labora como líder de subsistema en Mabe TyP, México.

El **M.C. Edgardo Matus Benítez** obtuvo su título de Maestría en Ciencias en el Centro de Desarrollo Industrial (CIDESI) en la cd. de Querétaro. Es Ingeniero Mecánico por el Instituto Tecnológico de Querétaro. Se ha desempeñado como ingeniero de diseño en varias empresas, entre ella New Holland, Tremec y Mabe TyP donde actualmente sigue laborando.

Recorridos Turísticos en la Ciudad de Pachuca, Hidalgo, México: Situación Actual y Nuevas Propuestas

C. Jessica Ortega López¹, C. José Manuel Villamil Segura², Dr. Pedro Alfonso Ramos Sánchez³, y M.A.R.H.
Angélica Ruth Terrazas Juárez⁴

Resumen----- Pachuca, Hidalgo, México, cuenta por su importancia histórica y cultural con un significativo inventario de atractivos turísticos, susceptibles de ser aprovechados. Actualmente existe una empresa que ofrece recorridos turísticos en la capital del Estado, sin embargo es necesario identificar las características de estos recorridos y proponer alternativas para su mejora, ya que la actividad turística es generadora de empleos y de ingresos económicos, de aquí la necesidad de que este trabajo sugiera mejoras que prolonguen su aprovechamiento. Se realizó una investigación exploratoria, con datos cualitativos, una entrevista a los dueños de la empresa y a los usuarios a través de un cuestionario, así como una revisión bibliográfica. Como conclusiones principales existe una necesidad por mejorar la oferta de recorridos turísticos en la ciudad de Pachuca ya que si existen atractivos suficientes, existen múltiples oportunidades de mejora aplicables en el recorrido turístico actual y se presentan dos nuevas propuestas de recorrido.

Palabras clave: Centro histórico, recorridos turísticos, Pachuca, Hidalgo, Turismo

Introducción

Actualmente el centro de la ciudad de Pachuca, Hidalgo, México, enfrenta uno de los problemas que todas las ciudades capitales enfrentan y en especial el caso de los centros históricos, donde se pueden encontrar cambios en la evolución natural de las ciudades, lo que provoca una problemática diversa como: “cambios de oficinas públicas, privadas, escuelas, casas habitación y comercio que provoca en algunas ocasiones el abandono de edificios y casas, tanto para habitar como para otros diversos usos”. (León, 2005, p.2). Esta condición genera como consecuencia abandono y descuido de lugares con valor histórico-cultural así como la disminución en las fuentes de empleo, la ciudad cuenta con múltiples atractivos de tipo turístico susceptibles de un mejor aprovechamiento siendo este el caso de la empresa turística de nombre Sayjo que utiliza un transporte turístico que asemeja los tranvías existentes en el siglo XIX, para ofrecer recorridos guiados, este servicio se ha ofrecido desde 2003 es decir, por más de 12 años, y es el único que genera este servicio en la ciudad, al tratarse de un producto turístico, este tiene que mejorarse y renovarse para extender su ciclo de vida por lo que es necesario hacer un análisis de los recorridos actuales y ofrecer alternativas para incrementar rutas turísticas y mejorar su servicio.

El patrimonio cultural urbano es un tema relativamente reciente; se trata de un selecto pasado edificado, cuya construcción social se produce en un marco de poder, de la expansión urbana y la disputa por el territorio. (Revista de Investigación Social UNAM 2009, p. 2). Actualmente como en muchos centros históricos en ciudades capitales, existen movilizaciones de personas hacia otros polos de la ciudad donde se ha enfocado el desarrollo. Estos cambios provocan que los centros históricos presenten una falta de identidad y abandono. (León, 2005, p.2). Es por esta condición que son importantes los recorridos turísticos pues ayudan a promover, difundir y valorar los recursos que proveen de identidad a la ciudad o muestran vestigios de su pasado histórico.

Actualmente esta expansión urbana hace que el centro histórico pierda parte de las finalidades principales a las que estaba destinado (en el caso de Pachuca la minería y cambio de comercios tradicionales a otros giros) donde se utilizan edificios tradicionales para comercios de empresas globalizadas, en este contexto el turismo aparece como una alternativa útil que fomenta la creación de empleos.

De aquí la importancia de los recorridos turísticos como elemento de entretenimiento y difusión de la cultura de la ciudad de Pachuca, y de identificar su desarrollo actual y posibilidades de mejora.

¹ Alumna de la Licenciatura en turismo del Instituto de Ciencias económico Administrativas en la Universidad autónoma del Estado de Hidalgo. Correo: akissejol@gmail.com

² Alumno de la Licenciatura en turismo del Instituto de Ciencias económico Administrativas en la Universidad autónoma del Estado de Hidalgo. Correo: jm_icea@hotmail.com

³ Investigador en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Licenciatura en Turismo, correo: ramossa99@yahoo.com teléfono. 044 771 131 26 83 y 0447711210070 (autor corresponsal)

⁴ Investigador en la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Licenciatura en Turismo, correo: a_ruthj@yahoo.com.mx

Vásquez (2007), menciona que: “la ciudad como hecho colectivo se manifiesta fundamentalmente en la red de espacios públicos” (p.2), es por ello que consideramos que la ciudad de Pachuca cuenta con una gran diversidad de espacios de esta índole, en los cuales se puede ejercer el fenómeno social que es el turismo y coadyuvar a los efectos económicos sociales y culturales que el turismo como actividad es capaz de generar.

Tomando en cuenta el auge que ha adquirido el turismo cultural desde las últimas dos décadas del siglo XX, León, (2005), argumenta “creemos que es necesario tomar en cuenta esta práctica totalmente reconocida y estratégica, es necesario implementarla en ciudades ya que la mayor parte de sus atractivos pertenecen a este tipo de segmento”. (p.03).

Fomentar el uso de los atractivos turísticos y su preservación para tener una “Visión integradora del territorio: Patrimonio natural + Patrimonio cultural” (León, 2005, pag.6). Por todo esto es importante mejorar la ruta turística existente.

La contribución de esta investigación está orientada en dos sentidos: por una parte visualizar la variedad de atractivos turísticos con los que cuenta la capital del estado de Hidalgo, también la de identificar la situación actual de los recorridos y proponer alternativas para su mejora.

La Población en el estado de Hidalgo es de 2, 768,937 habitantes y en Pachuca de 267,862 (INEGI, 2010). En lo referente a establecimientos de hospedaje registrados en Hidalgo se cuenta con 501 y en el municipio de Pachuca con 25, en lo referente a cuartos de hospedaje Pachuca cuenta con 1,697 (Véase cuadro 1)

Pachuca	Cinco estrellas	Cuatro estrellas	Tres estrellas	Dos estrellas	Una estrella	Sin estrellas
Establecimientos	3	6	17	6	1	4
habitaciones	330	327	721	214	12	93

Cuadro 1 Hoteles por categoría y cuartos de hospedaje

Fuente: INEGI, 2013.

En lo referente a ocupación de Hoteles y Moteles en el municipio de Pachuca Hidalgo el anuario estadístico de INEGI, 2013 se cuenta con una estadía promedio de 1.3 noches.

Otros establecimientos que prestan servicios relacionados con el turismo en el municipio son los relacionados con la venta de alimentos y bebidas donde encontramos: 54 restaurante, 17 cafeterías 1 discoteca y 17 bares. (INEGI, 2013).

Considerando otros servicios turísticos existen: 29 agencias de viajes, 15 arrendadoras de automóviles, un centro de convenciones y un campo de golf. (INEGI, 2013).

En cuanto a conectividad la capital Hidalguense esta situada a escasos 45 minutos del Distrito Federal y a una hora y media del Aeropuerto internacional de la ciudad de México, a escasas dos horas de la ciudad de Puebla por el Arco Norte. Es una ciudad ubicada en un lugar estratégico vinculada con los mercados potenciales más grandes del país, la ciudad de México y el estado de México, así como sus estados circunvecinos.

Fueron considerados atractivos turísticos como: sitios históricos, parques, museos, monumentos importantes, museos interactivos, un mirador archivos históricos, plazas públicas y servicios turísticos de la ciudad para la elaboración de rutas turísticas.

Metodología

Se trata de una investigación exploratoria, la parte documental considero páginas de internet oficiales se identificó el decreto número once del reglamento del patronato para la conservación y preservación del centro histórico de la ciudad de Pachuca de Soto, Hidalgo, también se consideró la ley sobre protección y conservación del centro histórico y del patrimonio cultural de la ciudad de Pachuca de Soto, Hidalgo, propuesta por el comité para la conservación y preservación del centro histórico de la ciudad de Pachuca de Soto. Se realizó una investigación de campo del 02 de abril al 30 de mayo de 2015, donde se utilizaron dos instrumentos cualitativos, el primero una entrevista a personas clave en el centro histórico y el segundo una encuesta la cual consistió en una serie de preguntas abiertas, cerradas con opciones de medición de satisfacción abarcando diversos aspectos de la actual ruta turística del tranvía para la identificar la situación

actual, para conocer el tamaño de la muestra de las personas que toman este recorrido se obtuvo información de las oficinas encargadas del recorrido, donde nos dieron un número aproximado de visitantes al día, quedando la muestra seleccionada de 52 personas utilizando una muestra representativa utilizando una fórmula para universo conocido obteniendo un nivel de confianza de 90% y un margen de error del +/-3%, antes de la muestra final se realizaron 10 pruebas piloto de las encuestas para verificar que este fuera entendible y las preguntas estuviesen bien formuladas además de tomar en cuenta el tiempo que les tomaría a los usuarios ayudarnos con su opinión en esta investigación.

Formula

$$No = \frac{90\% \times .4 \times .6}{3} \quad No = \frac{.9}{.03} \times .4 \times .6 \quad No = 30 \times .4 \times .6 \quad No = 900 \times .4 \times .6 \quad No = \underline{108}$$

$$N = \frac{108}{1 + \frac{108}{100}} \quad N = \frac{108}{2.8} \quad N = \underline{51.9} \quad N = \underline{52}$$

Como limitación las actuales remodelaciones en el centro histórico de Pachuca interfieren mucho en las respuestas dadas por los visitantes, quejándose de los inconvenientes como: ruido, tráfico, afectaciones al paisaje urbano e imagen visual, sin embargo se logró obtener la información que permitió hacer un análisis de los recorridos actuales en el centro histórico. Utilizando la información recabada de las encuestas y entrevistas analizando los resultados mediante una matriz FODA y posteriormente una selección de lugares a visitar y sus respectivos itinerarios. (Véase, tabla 2).

Análisis FODA y propuesta de nuevas rutas

E	I	F	D
		<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento del mercado • Al 83 % les gusta el recorrido por la información que se les brinda. • Transporte, es atractivo por su forma y tiene buenas condiciones • Gusto por la experiencia del recorrido por parte de los visitantes • Cualidades del servicio diferenciadoras, en cuanto a que no existe otra empresa que ofrezca este servicio. • Potencial turístico de la ciudad 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de promoción. • Situación actual de la ciudad en cuanto a remodelaciones • Poco tiempo de recorrido • La variedad de servicio no está disponible • Los asientos son incomodos • Escasa promoción a la población local
	O	F-O	D-O
	<ul style="list-style-type: none"> • Mercado de visitantes por turismo en la ciudad para una sola empresa • No hay competencia • Existencia de un patronato del centro histórico que apoya el proyecto 	<ul style="list-style-type: none"> • Apoyo del patronato del centro Histórico • Ser únicos les permite la oportunidad de atraer al mercado sin tener otra opción 	<ul style="list-style-type: none"> Mejorar los asientos Aumentar el tiempo del recorrido Aumentar los lugares a visitar Mejorar canales de promoción e invitar a la población local con descuentos para que se conviertan en los principales promotores del recorrido

A	F-A	D-A
<ul style="list-style-type: none"> • Que los turistas optaran por realizar ellos solos sus recorridos sin hacer uso del servicio. • Que venga otro transporte de este tipo 	<p>únicos en cuanto a servicio así como los conocimientos necesarios para asegurar que tengan una buena experiencia sin los contratiempos que podrían tener al tratar de hacerlo solos.</p>	<p>Concientizar a los usuarios que el centro histórico está en remodelación y decirles cuando estará listo al 100%</p> <p>Ofrecer otras alternativas de recorridos en lo que se arregla el centro.</p> <p>Hacer un paquete especial para los habitantes de la ciudad y que conozcan el recorrido a un mejor costo</p>
<p>Tabla 2. Matriz FODA del producto turístico recorrido en el centro histórico Fuente: Elaboración propia a partir de: (Koontz y Weihrich, 1998, p.168).</p>		

Propuestas de recorridos

Se proponen dos nuevas rutas turísticas, dejando la ruta actual especificando los tiempos de duración. Estos nuevos recorridos se pretenden enfocar: uno que aborde la cultura e historia de la ciudad en el centro histórico con sus museos y sitios históricos y el otro que visite los nuevos museos interactivos en el sur de la ciudad, (El Rehilete, Mundo fútbol y el Dinoparque). Véase figura 1 y 2

Recorrido mundo fútbol

Este recorrido está ideado para familias debido a que es un recorrido de tipo interactivo ya que cuenta con visitas guiadas a distintos puntos de la ciudad de Pachuca tomando como punto principal la visita a mundo fútbol y salón de la fama, para también tomar en cuenta el segmento de los niños ya que en las observaciones que se hicieron del recorrido existente los niños tienden a aburrirse.

Lugar de salida y llegada: Reloj Monumental de la Ciudad de Pachuca. Tiempo: 5 horas aproximadamente

Costo recomendado: \$180 incluye entrada a museo interactivo y salón de la fama, así como al museo del rehilete, descuento de un 10% a familias de más de tres integrantes.

Esta propuesta comprende una ruta turística la cual inicia en el reloj monumental de Pachuca culminando en el parque ecoturístico de cubitos retornando finalmente en el reloj monumental. Los puntos de interés a visitar son:

Reloj monumental de Pachuca, Jardín Niños Héroes, Parque Hidalgo, Estadio Miguel Hidalgo, Salón de la Fama y mundo fútbol, Auditorio Gota de plata, El Rehilete, Dino parque, Parque Cubitos, Reloj monumental de Pachuca (fin del recorrido) Véase figura 1



Figura 1 Recorrido Mundo fútbol
Fuente: Elaboración propia a partir de google maps

Recorrido Pachuca centro histórico

Lugar de salida y llegada: Reloj Monumental de la ciudad de Pachuca, tiempo: 2 horas, costo sugerido: \$80.00 pesos.

Plaza independencia, Mercado barreteros, Plaza Juárez, Teatro Bartolomé de medina, Plaza del charro, Jardín del maestro, Basílica de Guadalupe, Casa de artesanías, Zoológico municipal, Monumento insurgente, Monumento revolución, Parque hidalgo, Convento de san francisco, Casa rule, Plaza de la constitución, Cajas reales, Mercado de comidas típicas, Orfebres de real del monte, Hacienda purísima, Mirador, Monumento a Cristo Rey. Véase figura 2



Figura 2 Recorrido Pachuca Centro Histórico

Fuente: Elaboración propia partir de google maps

Conclusiones

La ciudad de Pachuca, Hidalgo cuenta con atractivos turísticos suficientes para desarrollar recorridos turísticos y así aprovechar su riqueza histórica cultural, así como la posibilidad de entretenimiento a sus visitantes.

Al solo ser una opción de visita es limitado el recorrido actual, mostrando la necesidad de desarrollar más recorridos.

Actualmente se realiza un único recorrido turístico sin embargo consideraron que el tiempo y el recorrido era poco en relación al costo, es decir requieren más atractivos y más tiempo.

Se logró cumplir el objetivo general de desarrollar dos rutas alternativas a la ruta original, la investigación mostro la necesidad de complementar en tiempo de duración de los recorridos y del número de atractivos a visitar, el nombre de las rutas es: Centro Histórico de Pachuca y Mundo Fútbol.

El centro histórico ofrece una gama amplia de atractivos culturales, sin embargo los museos interactivos como: Mundo Fútbol, Rehilete y Dinoparque, el Parque Ecológico de Cubitos, están fuera del centro histórico lo que sirvió de elemento para diseñar otro recorrido.

Dada la cantidad de atractivos turísticos existe posibilidad de aumentar la diversidad de recorridos, es evidente una necesidad de generar atractivos interactivos que contemplen diferentes tipos de actividades ejemplo: vistas a restaurantes para degustar experiencias gastronómicas, talleres gastronómicos, talleres artesanales y representaciones de leyendas del centro histórico, obras de teatro y encuentros musicales fueron los más mencionados.

Es escasa la venta de artesanías y artículos representativos de la ciudad, siendo necesario un mercado o lugar específico para venta de estos artículos y fomentar la artesanía de la ciudad.

Referencias

- BIBLIOGRAFÍA SOBRE PATRIMONIO CULTURAL URBANO. (2009). *Andamios. Revista de Investigación Social*, 6(12) 191-197. Recuperado el 30 de mayo de 2015 de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62815957009>
- Diario oficial de la federación (2004). Ley sobre protección y conservación del centro histórico y del patrimonio cultural de la ciudad de Pachuca de Soto, Hidalgo. Recuperado el 30 de mayo de 2015 de: <http://sic.conaculta.gob.mx/documentos/791.pdf>
- INEGI (2013). Anuario estadístico del estado de Hidalgo, recuperado el 29 de mayo de 2015 de: http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/integracion/pais/anuario_multi/2013/hgo/AEyGHGO13.pdf
- Koontz, H y Wehrich, H. (1998). *Administración: una perspectiva global* (Vol. 11). McGraw-Hill.
- León, J. F. C. (2005). La Calidad como herramienta de gestión del Turismo Cultural. *Número patrocinado por*, 143.
- Presidencia municipal Pachuca, de soto estado de Hidalgo (2006). Reglamento del patronato para la conservación y preservación del centro histórico de la ciudad de Pachuca, Hidalgo. Recuperado el 25 de mayo de 2015 de: <http://201.175.20.240/transparencia/4/PDFS/PatronatoCentroHistorico.pdf>
- Tranvía turístico, (2012). Recuperado el 30 de mayo de 2015 de <http://www.tranviaturisticopachuca.com>
- Vásquez Rocca, A. (2007). El vertigo de la sobremodernidad: turismo etnográfico y ciudades del anonimato. *Revista de Humanidades: Tecnológico de Monterrey*, (22) 211-223. Recuperado el 30 de mayo de 2015 de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=38402208>

Notas Biográficas

La C. Jessica Ortega López, es alumna de noveno semestre de la Licenciatura en Turismo en la U.A.E.H.

El C. José Manuel Villamil Segura, es alumno de noveno semestre de la Licenciatura en Turismo en la U.A.E.H.

El Dr. Pedro Alfonso Ramos Sánchez, es investigador en la Licenciatura en turismo en la U.A.E.H. con ponencias nacionales e internacionales en congresos.

M.A.R.H. Angélica Ruth Terrazas Juárez, es investigadora en la Licenciatura en turismo en la U.A.E.H. con ponencias nacionales e internacionales en congresos.

Importancia de la evaporación en los procesos de separación

Enrique Ortega Muñoz.¹, Jafeth Rodríguez Avila², Rubén Mares Gallardo. ³

Resumen—El presente trabajo es una breve exposición de los principales factores que se consideran en un proceso de evaporación enfatizando el rubro de la transferencia de calor y los coeficientes involucrados en un proceso de concentración de las soluciones; la evaluación de éste radica en el consumo energético, lo cual requiere una discusión para determinar las condiciones de operación apropiadas en un equipo con potencial aplicación de índole industrial.

Palabras clave: Gradiente de temperatura, coeficiente de transferencia de calor, entalpía.

Introducción

La importancia que tiene el proceso de evaporación usualmente incluye las ventajas de transporte, así como el manejo del producto obtenido (soluciones concentradas) que permiten manipular cantidades considerables de éste sin acrecentar los costes de operación o uso en industrias.

La disminución del consumo y/o suministro energético mediante el establecimiento de las condiciones de operación para la concentración de soluciones; se refleja mediante el estudio de la evaporación, el cual está basado en la transferencia de calor mediante el comportamiento de los coeficientes involucrados y sus respectivas resistencias asociadas.

El proceso de evaporación

Un proceso de evaporación se cuantifica por el consumo de energía, para tal efecto, lo dan los coeficientes de transferencia de calor, éste es un valor que está en función de la inversa de las resistencias que se involucran; dichas resistencias para el diseño de un equipo se conciben de forma idealizada al considerarse constantes, las cinco principales a contemplar son:

1. Resistencia por incondensables
2. Resistencia por película formada debido al vapor de calentamiento
3. La resistencia del material de construcción
4. Resistencia por incrustación
6. La resistencia por formación de película de la solución a concentrar.

Un equipo en operación continua requiere de una evaluación y registro frecuente de su coeficiente de transferencia (el recíproco de la suma de las resistencias) que se comparan con el de diseño, siendo éste último mayor; cuando la diferencia es muy grande, el coeficiente de operación resulta ser bajo y por ende las resistencias altas, en esta situación se debe analizar cual o cuales de ellas generan tal disminución. Un enfoque particular de la situación anterior donde la resistencia por material de construcción se estima con valor constante permite exhibir las restantes.

¹ Ing. Enrique Ortega Muñoz Profesor de Operaciones Unitarias en la Escuela Superior de Química en Industrias Extractivas del Instituto Politécnico Nacional ESQIE-IPN México D. F., México. cortegamu@ipn.mx Teléfono (55) 5729-6000 Ext. 55017 Fax (55) 5729-55015

²Dr. Jafeth Rodríguez Ávila Profesor de tiempo completo de la Universidad Politécnica del Valle de México, Estado de México, México. jafethra@hotmail.com (autor corresponsal)

³Rubén Mares G. Profesor del Departamento de Física, de la Escuela Superior de Física y Matemáticas ESFM-IPN, México D.F., México rmares@esfm.ipn.mx

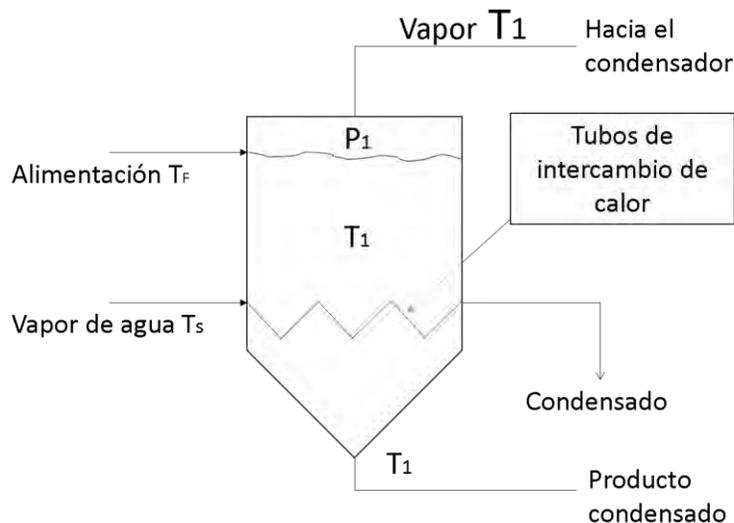


Figura 1 Diagrama del evaporador

La evaporación es la operación de concentrar una solución mediante la eliminación de disolvente por ebullición. Por lo general el producto deseado es la solución concentrada, pero en algunas ocasiones, el producto principal es el disolvente evaporado. Por ejemplo, en la evaporación del agua de mar se obtiene agua potable. La figura 1 muestra el diagrama del evaporador.

Resistencias de interés asociadas al coeficiente de transferencia de calor.

Las resistencias por incondensables sólo presentes al arranque del proceso dirigen los gases (aire) a zonas de baja presión, como lo serían los tubos del manómetro y/o los conductos de las válvulas de seguridad. Formando un equilibrio de fuerzas entre los incondensables y el vapor dentro de los ductos, se impiden las lecturas en el manómetro junto con la imposibilidad de accionarse la válvula de seguridad; esto representa un peligro, ya que puede presurizarse el equipo. Dicho contratiempo se identifica verificando en tablas la debida correspondencia entre presión y temperatura para la continuación del proceso, de lo contrario será necesario activar manualmente la válvula de purga y con ello desahogar el equipo.

Descripción del Método

Dado que la solución a concentrar cuya composición no cambia; se establecen y mantienen las siguientes condiciones para todo proceso posterior de operación: Presión de vapor 1kg/cm^2 , un vacío de 400 mm Hg y la masa de alimentación o solución diluida de acuerdo a la capacidad del equipo empleado, aproximadamente 200 kg/hr. El evaporado y el producto dependen del comportamiento del equipo. Se alimenta el sistema solución diluida fijando antes los parámetros de presión y temperatura, presión de vapor de calentamiento, temperatura de entrada y salida de la solución del cuerpo de evaporación; además se ha fijado la presión en el separador determinada por el vacío elegido. Con todo este procedimiento se va a tener un evaporado y un producto concentrado.

El evaporado para este caso se condensa alimentando agua de enfriamiento a los condensadores con el fin de mantener el vacío prescrito (presión de operación del sistema) y el producto se almacena. El gasto de la solución diluida del evaporado y del producto se miden directamente a través del nivel registrado en cada uno de los respectivos tanques, una técnica análoga de medición se usa para el vapor de caldera que se envía a un tanque como condensado; todo ello acontece para periodos reiterados de tiempo a lo largo del proceso. Después; se elabora un balance de materia y energía obteniendo así el calor aprovechado (el calor que posee la solución más el calor aprovechado es el calor a calor contenido por producto). $Q_A = M_P H_P + E H_E - M_A H_A$. Donde las entalpías de la solución diluida producto y evaporado se hallan mediante sus temperaturas.

Tomando en cuenta el registro de temperaturas involucradas en el sistema se determina el potencial o gradiente

de temperatura; aplicando la ecuación de Fourier el coeficiente de transferencia de calor denotado por U se halla mediante la expresión: $U=Q_A/A (\Delta T)$; donde el área de transferencia A se obtiene a partir del área superficial de los tubos por donde circula la solución. Posteriormente, se pueden determinar otros valores para la evaluación del proceso completo (factor de economía, eficiencia, capacidad de evaporación, capacidad evaporativa).

Durante el proceso antes descrito, el material por el cual se conduce la solución presenta en su superficie de contacto incrustaciones, originando resistencia en la transferencia de calor. Experimentalmente, usando un vaso de precipitados (500 ml) provisto con un recubrimiento compuesto por sales (capa gris), se hirvió agua; el tiempo de demora se estableció en 7 minutos, efectuada la limpieza de dicho recipiente con solución desincrustante (agua regia) el tiempo disminuyó a 5 minutos, registrándose una pérdida de energía del 29%. Si un proceso equivalente se efectuase en 30 días, el derroche de energía se estimaría en 9 días. Los equipos utilizados en la experimentación se muestran en la Figura 2.



Figura 2 Equipos utilizados en la experimentación.

Por otra parte, durante varios periodos de tiempo en laboratorio se han calculado los coeficientes antes y después de hacer limpieza en los equipos de evaporación (Véase Tabla 1) pertenecientes a las instalaciones ESIQIE-IPN.

Tabla 1. Coeficientes de transferencia de calor en presencia de resistencia por incrustación.

No. Prueba	Q_e [kcal/hr]	ΔT [°C]	A [m ²]	U [kcal/hr°Cm ²]
1	40642.52	35.6	0.957	1191.79
2	33516.2	44	0.957	1162.1
3	42461.5	43	0.957	1033
4	43800	55	0.957	760
5	31213	44.5	0.957	732
6	26086.4	39.5	0.957	729
7	26084	41	0.957	654

A medida que transcurre el tiempo las incrustaciones aumentan lentamente hasta verse reflejadas fehacientemente en la obtención de coeficientes muy bajos, lo cual demanda una pronta y periódica limpieza del equipo empleado evitando un suministro innecesario de energía. En la Figura 3 se ven las pruebas realizadas y el delta de temperatura que se presentó.

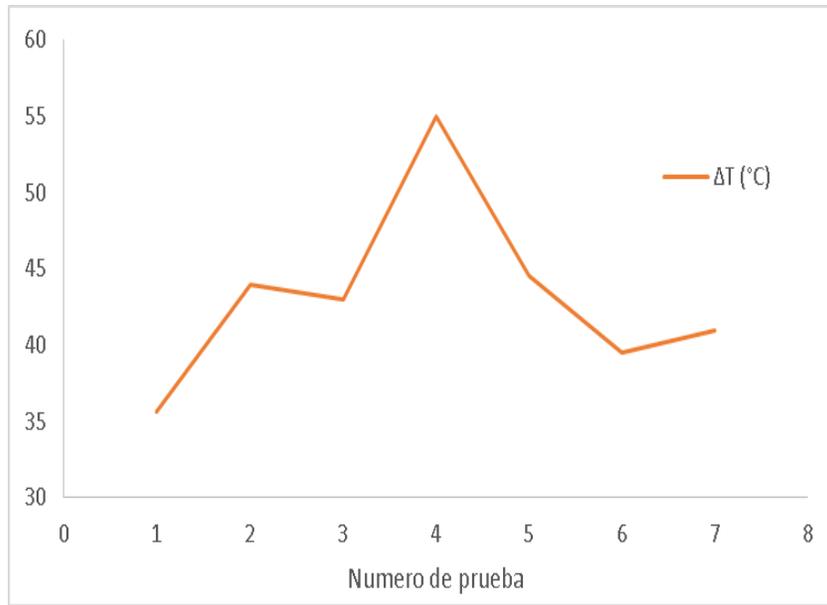


Figura 3 Delta de temperatura en °C

El tipo de resistencia por película se suscita cuando el vapor de calentamiento carece de calidad (saturado), o está sobresaturado, en tales casos se presentará un calor sensible, repercutiendo en una disminución de la temperatura, aumentándose el tamaño de la película formada e impidiendo la transferencia de calor. La figura 4 muestra las pruebas y la transferencia de calor.

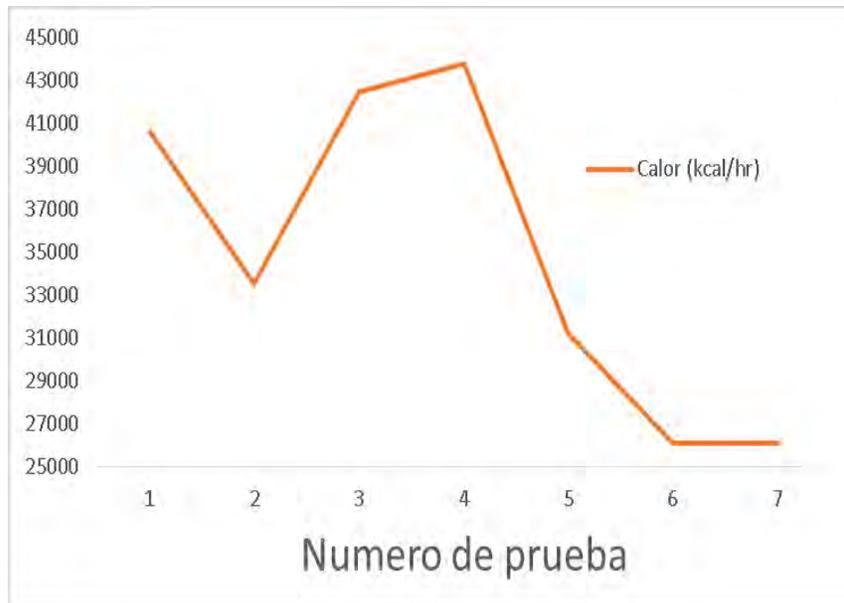


Figura 4 Calor para cada prueba en kcal/hr

Por otro lado la cantidad de energía se muestra en la figura 5 en (kcal/hr*cm²).

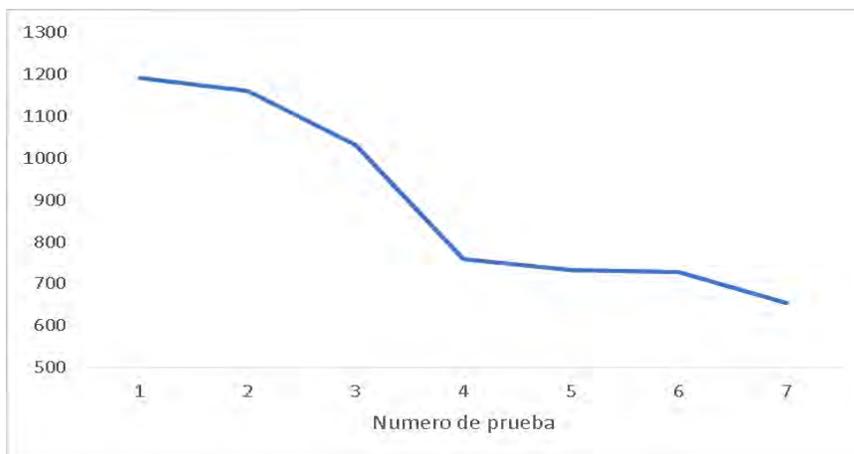


Figura 5 Energía utilizada en el proceso de evaporación para distintas pruebas

También puede presentarse película por parte de la solución cuando ésta circula a baja velocidad. Identificamos tal situación cuando los cálculos respectivos reportan un coeficiente de transferencia bajo y oscilante. (Véase Tabla 2).

Tabla 2. Coeficientes de transferencia de calor en presencia de resistencia por formación de película.

Prueba continua	Q_e [kcal/hr]	Gradiente ΔT [°C]	A [m ²]	U [kcal/hr°Cm ²]
1	32000	70	0.957	457
2	28649	65	0.957	440
3	26748	63	0.957	424.5

El coeficiente de transferencia U presentado como referencia de evaluación para nuestras representaciones se halla mediante el análisis del comportamiento del gradiente de temperatura a la entrada y salida del evaporador; dado como la diferencia de temperatura de vapor con la temperatura de entrada de la solución y así como la diferencia de temperatura de vapor y la temperatura de salida. Asintiendo el criterio: Si la relación de los dos gradientes antes mencionados es menor que dos se emplea la media aritmética y si es mayor la media logarítmica (puesto que cerca del evaporador es constante) el coeficiente de transferencia de calor es calculado.

Aunado al estudio precedente, se realizaron pruebas continuas donde intencionalmente se inducen las condiciones propicias para la formación de película en el equipo, a través de una caída de presión en el vapor de calentamiento, así como una baja en la velocidad de circulación por parte de la solución. El comportamiento del coeficiente en comparación con una situación de condiciones reales durante un proceso de evaporación rutinario es evaluado restableciendo las condiciones de operación en cualquiera de las condiciones expuestas logrando el óptimo proceso de operación deseado para la concentración de solución. El lapso de experimentaciones y trabajo con equipo en los laboratorios de operaciones unitarias de aproximadamente 5 años permite reportar las reiteradas mediciones antes destacadas.

Conclusiones

Una recopilación y tratamiento de los datos obtenidos durante el curso usual del laboratorio (prácticas realizadas durante años de servicio docente) dan la pauta de una investigación interesada en el comportamiento y análisis del proceso de evaporación, destacando que el coeficiente de transferencia de calor paulatinamente disminuye en períodos largos a medida del incremento en las tres resistencias de interés: Película por el lado del calentamiento y película por parte de la solución y además de la generada por incrustación.

La totalidad del conocimiento se ha desarrollado a partir de la experimentación que los alumnos efectúan

valiéndose de las leyes que rigen la evaporación y la transferencia de calor, algunas ocasiones los resultados en operaciones fueron satisfactorios otras tantas fuera de lugar y algunas condiciones fueron provocados para obtener mejores formas de comparación y así poder detectar las fallas y/o dificultades de proceso y posteriormente poder controlarlas y/o resolverlas.

La principal intención de esta investigación es complementar el aprendizaje de los alumnos, así como incentivar en ellos la necesidad de involucrarse en proyectos que contemplen el aprovechamiento del equipo de laboratorio escolar, el cual, por las dimensiones y características se considera como una planta piloto, de manera que la información puede proyectarse a equipos y diversificados procesos industriales.

Referencias

Academia de Operaciones Unitarias. (1995) Instructivo de Laboratorio de Operaciones Unitarias: Evaporación. México: ESQUIE-IPN

Kern, Donald Q. (1974). *Procesos de transferencia de calor*. México: Editorial Continental.

Perry, Robert H., Green, Don W., Maloney, James O. (1997). *Manual del ingeniero químico*. México; McGraw-Hill.

Sierra, Ochoa Alberto. (1991). *Evaporación en la Industria*. México: IPN.

Wankat, Phillip C. (2008). *Ingeniería de procesos de separación*. México: Pearson Educación.

Notas Biográficas

Ing. Enrique Ortega Muñoz Profesor de Operaciones Unitarias en la Escuela Superior de Química en Industrias Extractivas del Instituto Politécnico Nacional ESQUIE-IPN México D. F. Ha publicado en congresos nacionales e internacionales.

Dr. Jafeth Rodríguez Ávila Profesor de tiempo completo de la Universidad Politécnica del Valle de México, Estado de México, México. Ha publicado en revistas y congresos

³Rubén Mares G. Profesor del Departamento de Física, de la Escuela Superior de Física y Matemáticas ESFM-IPN, México D.F., México

Comportamiento de absorción en las columnas

Enrique Ortega Muñoz.¹, Jafeth Rodríguez Avila², Rubén Mares G.³

Resumen — Se presenta mediante el estudio del comportamiento de una columna empacada instalada en el Laboratorio de Operaciones Unitarias de ESIQIE-IPN; utilizando diversos empaques, la determinación de la ecuación generalizada de la carga específica para el sistema: Aire-Amónico-Agua a temperatura ambiente y en condiciones de cambios de presión.

Palabras Clave – absorción, carga específica, empaque, proceso, transferencia de masa

Abstract — We have studied the behavior of on packed column, which is installed in the Laboratory of unitary operations in the ESIQIE-IPN; by using different kinds of packing, we have determined the generalized equation for the system: air-ammoniac-water at the room temperature and with pressure gradients.

Keywords — Air-ammoniac-water, generalized equation, packed column

Introducción

Una parte importante de las operaciones unitarias en la ingeniería química, se relaciona con el cambio de composición de soluciones y mezclas mediante la utilización de métodos, los cuales pueden implicar reacciones químicas o no; éste tipo de operaciones se les conoce como operaciones de transferencia de masa, las cuales se caracterizan por transferir una o más componentes de una fase a otra, siendo un resultado la diferencia de concentraciones o gradientes, en donde la sustancia que se difunde abandona una fase en que está muy concentrada y pasa a otra de baja concentración.

Los empaques son las formas sólidas que se utilizan para rellenar la columna con el objetivo de tener una mayor área de contacto, con mínima resistencia al flujo, de esa manera se logra un mayor porcentaje de transferencia. La función del empaque (o relleno) en transferencia de masa es propiciar un contacto entre las fases gaseosa (vapor) y líquido dentro de las columnas de *absorción*. Dichos empaques pueden clasificarse acorde a su forma, los hay de tipo anillo, montura, formas varias y estructurados. Por su forma de acomodo dentro de las columnas, los empaques pueden encontrarse “al azar”, produciendo así mayor resistencia al flujo, que en la forma denominada “ordenada”.

Las monturas siempre se acomodan *al azar*, así como los tipos de anillos *Pall* y los *Tellerettes*. Los anillos *Lessing*, *Partición* y estructurados se ordenan en forma “regular”. Los anillos tipo *Raschig* pueden acomodarse de ambas formas. Particularmente, la absorción de gases es una operación básica de contacto directo de dos fases inmiscibles, que comprende la separación de una o varias componentes de una mezcla gaseosa, por disolución o reacción en un líquido. Por lo tanto, se efectúa una transferencia de masa de la fase gaseosa a la fase líquida.

Cuando una columna empacada se opera a contracorriente de un flujo constante de líquido, la caída de presión en el empaque varía en forma exponencial con respecto al flujo de gas; el exponente varía de en un intervalo comprendido de 1.7 a 1.9, dependiendo de las características geométricas del empaque. A medida que se incrementa el flujo ascendente del gas, el flujo líquido resulta “frenado”, disminuyéndose el área libre de flujo con lo que la caída de presión será mayor; como consecuencia, la caída de presión se incrementa en función directa al flujo líquido.

¹ Ing. Enrique Ortega Muñoz Profesor de Operaciones Unitarias en la Escuela Superior de Química en Industrias Extractivas del Instituto Politécnico Nacional ESIQIE-IPN México D. F., México. cortegamu@ipn.mx Teléfono (55) 5729-6000 Ext. 55017 Fax (55) 5729-55015

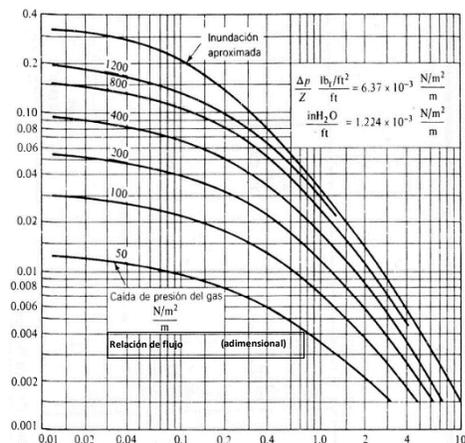
²Dr. Jafeth Rodríguez Ávila Profesor de tiempo completo de la Universidad Politécnica del Valle de México, Estado de México, México. jafethra@hotmail.com (autor corresponsal)

³Rubén Mares G. Profesor del Departamento de Física, de la Escuela Superior de Física y Matemáticas ESFM-IPN, México D.F., México rmares@esfm.ipn.mx

Gráfica generalizada para la caída de presión.

Mediante la utilización de la gráfica de Eckert, la cual exhibe a través de curvas, las caídas de presión en un rango mínimo y máximo; podemos relacionar diferentes empaques y sus factores; y así hallar las relaciones de flujos específicos.

Fig. 1. Gráfica de Eckert que muestra la relación de flujos y las caídas de presión.



Donde la abscisa queda representada por la relación de flujos (gas-líquido) y sus densidades respectivas, matemáticamente [1] expresada por:

$$s = \frac{L'}{G'} \left(\frac{\rho_L - \rho_G}{\rho_G} \right)^{1/2} \quad (1)$$

Mientras que la ordenada es dada por:

$$t = \frac{G'^2 C_f \mu_L^{0.1} J}{\rho_G (\rho_L - \rho_G) g_c} \quad (2)$$

Con un balance de materia se obtiene la relación de flujos:

$$\frac{L'}{G'} = C \quad (3)$$

Donde L', G' son el gasto másico del líquido y gaseoso, respectivamente; ρ_L, ρ_G densidades del líquido y gas respectivos. C_f el factor de empaque, μ_L la viscosidad del líquido y J un factor de proporcionalidad.

La caída de presión es determinada experimentalmente; los valores anteriores generan la ordenada. La caída de presión reportada para algún empaque específico se emplea para hallar el flujo gaseoso. Por “(3)” el flujo líquido es obtenido.

Con los empaques utilizados se obtienen diversas ordenadas, si éstas son divididas por sus respectivos factores asociados, las razones se ajustan al valor constante $E = 1.58 \times 10^{-4}$ (sistema inglés).

Para la absorción de gases el equipo más usado es el de columnas empacadas con alimentación a contracorriente. El gas se alimenta en la parte inferior de la torre, mientras que el líquido se deja caer por la parte superior. La columna de absorción tiene 15 cm de diámetro y 222 cm de altura total de acero al carbón, tiene cinco secciones, de las cuales una es la base y otra en el domo, las tres restantes de 180 cm de altura de zona empacada.

Descripción del Método

Para la absorción de gases, el equipo más usado consiste de columnas empacadas con alimentación a contracorriente. El gas se alimenta en la parte inferior de la torre, mientras que el líquido se deja caer desde la parte superior. La columna de absorción tiene 15 cm de diámetro y 222 cm de altura total, fabricada de acero al carbón, constando de cinco secciones; de las cuales una es la base y otra en el domo, las tres restantes de 180 cm de altura de zona empacada.

Durante las sesiones experimentales se utilizó una mezcla de aire- amoniaco (fase gaseosa), y agua (fase líquida), puesto que el comportamiento de ésta es conveniente durante un proceso de absorción.

Diseño del experimento.

En el sistema en estudio: *aire-amoniaco-agua*; se requiere recuperar el 80% de NH_3 de una corriente de aire al 2% en peso de amoniaco, utilizando agua libre de NH_3 . El proceso de absorción se llevó a cabo en la Cd. de México bajo un proceso isobárico e isotérmico al interior de en una columna, cuyos empaques han sido dispuestos al azar.

Referimos el proceso hidráulico como sigue: Se construye el diagrama de equilibrio, *aire-amoniaco-agua* en relación mol Y_A vs X_A , a las condiciones de operación antes mencionadas (presión: 585 mmHg; temperatura: 25°C). Estableciendo concentraciones en la base y el domo en relación mol se suministra una mezcla gaseosa con el 2% en peso de amoniaco-aire en dicha base. Se determina la relación de flujo mínimo en el diagrama de equilibrio previamente construido, empleándose un balance de materia.

Posteriormente se halla la relación de flujo de operación. Utilizando la figura “(1)” se determina la cantidad de aire que entra a la columna: Recurriendo al gráfico de Eckert se encuentra el gasto másico del aire a partir de la abscisa s relacionando los flujos de operación y las caídas de presión de aire-amoniaco; con ello la ordenada t .

Se considera carga específica a las proporciones de flujo de operación que deben suministrarse a la columna, así como las cantidades exactas de dicho suministro dependiente de las proporciones de la misma. La descripción precedente establece todas las relaciones de flujo necesarios para llevar a cabo dicho proceso de absorción.

Carga Específica

La carga específica es función de la caída de presión que presenta según la investigación realizada con diferentes empaques, en una columna de absorción por unidad de altura empacada, es decir, es una caída de presión generalizada que puede ser aplicable a cualquier columna sin importar las dimensiones de ésta, ya que al relacionar una diferencial con la extensión del equipo puede estudiarse de tal manera que se pueda conocer de forma más certera el cómo se comporta el dispositivo sin necesidad de realizar un diseño desde sus bases, tomando en cuenta cuales son las condiciones máximas de operación de la columna.

Resumiendo, podemos saber si una columna opera o no correctamente con su carga real a partir de la carga específica lo que implica una mejora al momento de trabajar estos equipos que, por lo general, requieren de todo un análisis exhaustivo que nos proporcionan una información como lo es esta correlación.

Sin embargo, el tipo de empaque que se maneja es un factor que debe considerarse al trabajar con la carga específica, puesto que, de acuerdo a estudios que se han realizado previamente, el empaque genera una caída de presión que va cambiando de manera exponencial.

Ya que la caída de presión depende del empaque; el factor de empaque es un valor que se requiere para el uso de la Gráfica de Eckert, pues en ella viene plasmado el factor de empaque, y se hace alusión a la carga específica como un valor que nos puede determinar cómo está operando la columna sin riesgo de llegar a la inundación. Si se cumple la carga específica mínima que se requiere para la operación de una columna, que al ser generalizada puede ser aplicable a cualquier torre empacada sin importar su dimensión, condiciones de operación y a procesos ya existentes, se puede determinar qué factores pueden afectar el buen funcionamiento de los equipos, y poder establecer las variables que deberían modificarse para una mejor transferencia.

Por poner un ejemplo, si se determina que la carga específica de una columna en operación está cercana a las 1200 (lbf/ft²)/ft entonces la columna tiende a la inundación, por lo que se puede recomendar una disminución de ambos flujos de trabajo o de un aumento en las dimensiones del equipo, ya sea un mayor diámetro para admitir mayor flujo o una mayor altura para que la carga específica disminuya y conlleve a una mayor caída de presión que permita que la columna alivie presión y no se genere así la inundación sin alterar los flujos que ya se tienen.

Al determinar la disminución de los flujos, sólo se debe fijar el decremento de uno de los flujos a un nivel más aceptable, para determinar el otro por medio de la relación de flujos y así saber si la carga específica cumple con los rangos recomendados de operación, y aunque se limpie menor cantidad de corriente gaseosa, se trabaja a condiciones más seguras y esto puede evitar a nivel industrial, paros, fallas o hasta siniestros. Por otro lado, si se concluye en un redimensionamiento de la columna, sólo se calcula determinando una carga específica de trabajo que cumpla con lo recomendado por la documentación y conociendo la caída de presión y el factor de empaque se puede determinar la altura por medios matemáticos apoyándose en la Gráfica de Eckert.

Se llegó a la constante de la carga específica a través de varios años de investigación y observación por parte del profesor Enrique Ortega, realizando experimentaciones en las instalaciones del Laboratorio de Operaciones Unitarias de la ESIQIE,¹ con cinco empaques diferentes (Anillos Raschig 19(3/4)" de cerámica, Anillos Pall 25(1)" de plástico, Silleas Intalox 19(3/4)" de cerámica, Silleas Berl 13(1/2)" de cerámica, Silleas Berl 19(3/4)" de cerámica).

El valor de la constante de la carga específica es 1.58×10^{-4} , y es igual a la relación del resultado del eje de las ordenas de la gráfica de Eckert entre el factor del empaque, es decir: $\frac{\text{ordenada}}{cf} = 1.58 \times 10^{-4}$ y además $\text{ordenada} = \frac{G'^2 C_f \mu_G^{0.3} J}{\rho_G (\rho_L - \rho_G) g_c}$

Cálculos para la carga específica

Se explican dos ejemplos del procedimiento de cálculo con diferentes empaques y al final se presenta una tabla con los resultados obtenidos. En cada ejemplo primero se presenta la forma tradicional de realizar el cálculo para conocer los flujos y posteriormente se hace uso de la constante de la carga específica. Algunas consideraciones son: es un sistema: Aire-NH₃-Agua, se requiere recuperar el 80% de NH₃ de una corriente de aire al 2% en peso de amoníaco ($\bar{y}_{A,1} = 0.02 \frac{\text{lb } A}{\text{lb } G_1}$) y utilizando agua libre de NH₃ ($x_{A,2} = 0$), la presión atmosférica de 585 mmHg (Ciudad de México), el empaque es colocado al azar, el flujo esta en contracorriente.

Primero, construir el diagrama de equilibrio (Aire-NH₃-Agua) a 585 mmHg de presión y 25°C de temperatura, tener en cuenta las consideraciones y calcular la relación de la fase gaseosa a la salida de la columna: $y_{A,1} = 0.0346 \frac{\text{lbmol } A}{\text{lbmol } G_s}$. La relación molar de amoníaco en fase gas a la entrada de la columna se multiplica por el 20% que no se recupera de amoníaco, para obtener la relación molar de amoníaco en el domo de la torre de absorción ($Y_{A,2}$). Calculando $Y_{A,2} = (0.0341)(0.2) = 0.0069 \frac{\text{lbmol } A}{\text{lbmol } G_s}$ y $X_{A,2} = 0 \frac{\text{lbmol } A}{\text{lbmol } L_s}$, donde A es el amoníaco; G_s es el aire; L_s es el agua. Con ayuda del diagrama de equilibrio (véase Figura 3.12) obtener X_{A,máx}, trazando la línea de flujo mínimo. Sustituir el valor de X_{A,máx} y las concentraciones correspondientes para obtener el valor de la pendiente mínima $m_{\min} = \left(\frac{0.0346 - 0.0069}{0.0258 - 0} \right) = 1.07$.

Para posteriormente determinar la pendiente de operación, empleando el doble de agua del mínimo necesario. De la ecuación $m_{op} = 1.07 * (1 + 1) = 2.1$ (Relación mol) Se obtiene la relación mol $m_{op} = 2.1$ (Relación mol) $\left(\frac{18.01 \frac{\text{lb } L_s}{\text{lbmol } L_s}}{28.92 \frac{\text{lb } G_s}{\text{lbmol } G_s}} \right) \rightarrow 1.3$ (Relación peso). A continuación se va a determinar la cantidad de aire que se alimenta a la columna y para esto se hace uso de la gráfica de Eckert. Sustituir valores en la ecuación del eje de las abscisas $\frac{L'}{G'} \left(\frac{\rho_G}{\rho_L - \rho_G} \right)^{1/2}$, donde la densidad del agua y aire utilizados son las siguientes: $\rho_G = 0.056 \frac{\text{lb}}{\text{pie}^3}$ y $\rho_L = 62.4 \frac{\text{lb}}{\text{pie}^3}$. Se obtiene, $1.3 \left(\frac{0.056 \frac{\text{lb}}{\text{pie}^3}}{62.4 \frac{\text{lb}}{\text{pie}^3} - 0.056 \frac{\text{lb}}{\text{pie}^3}} \right)^{1/2} = 0.0389$ y $\frac{L'_s}{G'_s} \left(\frac{\rho_G}{\rho_L - \rho_G} \right)^{1/2} = 0.0389$

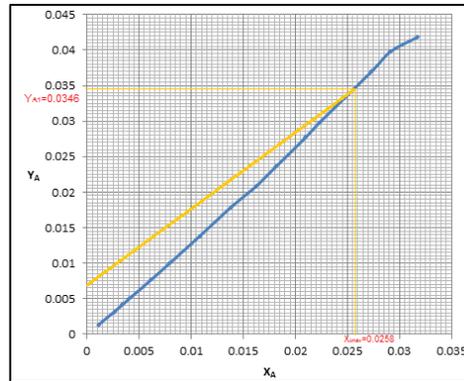


Figura 2. Curva de equilibrio y flujo mínimo del sistema Aire-NH₃-H₂O @ 25°C y 585 mmHg.

Según el empaque a utilizar, en este caso, Silletas Berl 13(1/2)'' de cerámica se calcula el valor de la caída de presión de la zona empacada. La caída de presión del empaque es de 0.1 pulgada de H₂O/pie (Valor experimental, obtenido durante la operación de la torre empacada) y la columna cuenta con 6 pies de zona empacada, por lo tanto, la caída de presión total en la torre es de 0.6 pulgadas de H₂O lo que es igual a 150 Pa. Estos datos se encuentran en la tabla 1 y cada una de las caídas de presión ahí presentadas utiliza el mismo procedimiento para cada empaque.

Por último, se ingresa a la gráfica de Eckert (véase Figura 3) con el valor de la abscisa y la caída de presión para obtener la ordenada. El resultado obtenido fue el siguiente $\frac{G_s'^2 C_f \mu_L^{0.1} J}{\rho_G (\rho_L - \rho_G) g_c} = 0.035$

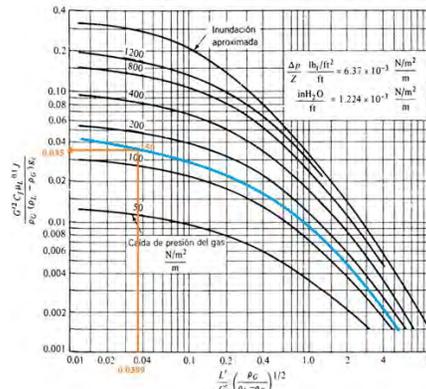


Figura 3. Ejemplo de uso de gráfica de Eckert para empaque Silletas Berl 13(1/2)'' de cerámica.

De la ecuación anterior se despeja la velocidad másica del aire, obteniendo como resultado: $\bar{G}'_s = 376.42 \frac{lb}{h \text{ pie}^2}$. Se sabe que el diámetro de la columna es de 15 cm, por lo tanto, se calcula el área de flujo (0.19 pie²) y después el gasto másico del aire, quedando: $\bar{G}_s = \left(376.42 \frac{lb}{h \text{ pie}^2}\right) (0.19 \text{ pie}^2) = 71.51 \frac{lb}{h}$. Con las conversiones correspondientes se obtiene el gasto molar del aire: $G_s = 1.11 \frac{Kgmol}{h}$. Con el gasto molar del aire y la pendiente de operación en relación mol, se obtiene el gasto molar de agua a alimentar. $L_s = m_{op} * G_s = 2.1 * 1.11 \frac{Kgmol}{h} = 2.35 \frac{Kgmol}{h}$. La cantidad de amoníaco a la entrada de la torre, se calcula como sigue: $G_{A1} = Y_{A1} * G_s = 0.0378 \frac{Kgmol}{h}$

Utilizando la constante de la carga específica:

Retomando el ejemplo pero ahora con el uso de la constante de la carga específica y utilizando la ecuación (2.19) se tiene: *cte. de la carga específica* * *C_f* = $1.58 \times 10^{-4} * 240 = 0.0379$, El factor de empaque de 240 corresponde a Silletas Berl de 13(1/2)'' . El resultado obtenido es igual a la ecuación del eje de la ordenada de la gráfica de Eckert, es decir: $\frac{G_s'^2 C_f \mu_L^{0.1} J}{\rho_G (\rho_L - \rho_G) g_c} = 0.0379$.

Se calcula el % de error para conocer la diferencia que existe entre el valor obtenido por el diseño para el experimento y el valor obtenido con la constante de la carga específica. $\% Error = \frac{Ordenada_{carga\ específica} - Ordenada_{diseño\ experimento}}{Ordenada_{carga\ específica}} * 100$. Calculando $\% Error = \frac{0.0379 - 0.035}{0.0379} * 100 = 7.6\%$. Lo que nos demuestra el funcionamiento y efectividad de la constante de la carga específica; en la Tabla 1 se observan los resultados experimentales obtenidos para los diferentes empaques.

Tabla 1. Resultados obtenidos experimentalmente para cada empaque.

Empaque		Anillos Raschig 19(3/4)" cerámica	Silletas Berl 13(1/2)" cerámica	Silletas Berl 19(3/4)" cerámica	Silletas Intalox 19(3/4)" cerámica	Anillos Pall 25(1)" plástico
*Cf		255	240	170	145	52
Ordenada	Carga específica	0.0397	0.0379	0.02686	0.023	0.0082
	Diseño experimental	0.0377	0.0350	0.027	0.022	0.009
% Error		5.0	7.6	0.52	4.3	9.75
ΔP (Pulgada H ₂ O/pie)		0.107	0.10	0.067	0.0538	0.0302
ΔP total de la columna (Pulgada H ₂ O)		0.642	0.60	0.402	0.323	0.1812
ΔP total de la columna		160 Pa 1.61 cmH ₂ O	150 Pa 1.52 cmH ₂ O	100 Pa 1.02 cmH ₂ O	80 Pa 0.82 cmH ₂ O	45 a 50 Pa 0.458 a 0.51 cmH ₂ O

Para el caso de la constante de la carga específica se observa en la tabla de resultados experimentales, que el porcentaje de error que existe entre el valor obtenido por el proceso de cálculo para el diseño de una columna empacada y el valor utilizando la constante de la carga específica es mínimo, en cada uno de los diferentes empaques utilizados.

Conclusiones

La expresión de la ordenada permite conocer el flujo másico del aire, el cual representa el gasto masa por unida de área de la sección transversal de la columna; consecuentemente los flujos de ambas fases son ahora conocidos, estos resultados permiten que la constante determinada E sea aplicable para el diseño de columnas de cualquier capacidad, puesto que los datos experimentales son escalables, proporcionando así las cargas reales cuantitativas con solo conocer los diámetros de tales columnas. La constante de la carga específica facilita y disminuye el tiempo que se invierte en el desarrollo de cálculos, ya que el factor de empaque se encuentra en tablas y con 1.58×10^{-4} se obtiene el valor de la ordenada de la gráfica de Eckert. La constante se obtuvo considerando los valores en el sistema inglés. Se presentan dos ejemplos y los resultados obtenidos se observan en la Tabla 1.

Referencias

- [1] R. E. Treybal, Operaciones de Transferencia de Masa, México, Ed. Mc Graw Hill, 1998.
- [2] Manual de Prácticas de Laboratorio de Operaciones de Separación II ESQIE-IPN, Revista Academia: Educación, Investigación, Vinculación, Publicación bimestral del IPN, Año 4, No. 19 Enero- Febrero de 1999.
- [3] Cengel, Yunus A Transferencia de calor y de masa; Tercera Edición, Mc Graw Hill Estados Unidos 2007
- [4] King, C Judson Procesos de separación, Editorial Reverte España, 2003
- [5] Perry R. H. Green D. W. Manual del ingeniero químico Sexta edición Editorial Mc Graw Hill Estados Unidos 1997

Notas Biográficas

Ing. Enrique Ortega Muñoz Profesor de Operaciones Unitarias en la Escuela Superior de Química en Industrias Extractivas del Instituto Politécnico Nacional ESQIE-IPN México D. F. Ha publicado en congresos nacionales e internacionales.

Dr. Jafeth Rodríguez Ávila Profesor de tiempo completo de la Universidad Politécnica del Valle de México, Estado de México, México. Ha publicado en revistas y congresos

³Rubén Mares G. Profesor del Departamento de Física, de la Escuela Superior de Física y Matemáticas ESFM-IPN, México D.F., México

La Creatividad en la Enseñanza del Docente Universitario de la Universidad Autónoma de Zacatecas

Dra. Hilda María Ortega Neri¹, Mtra. Zenona Jezabel Hernández Leiva²

Lic. Leocadio Guadalupe Martínez Alarcón³

Resumen. En este artículo se presentan los resultados de una investigación llevada a cabo en la Universidad Autónoma de Zacatecas. Esta investigación identifica los conceptos de formación y de creatividad de los docentes de esta universidad y determina si éstos condicionan la planificación, el desarrollo y la evaluación de los aprendizajes en su enseñanza creativa. Se utiliza una metodología mixta integradora: cuantitativa y cualitativa. Se aplican dos cuestionarios en formato de escala de autoinforme para medir las variables de los conceptos y la relación entre ellos. Los resultados reflejan que los participantes en el estudio no tienen una concepción pedagógica suficiente de la creatividad, no se conciben como docentes creativos y desconocen la forma de evaluar la creatividad en sus alumnos. Se deduce la necesidad de propuestas donde se cultive y experimente una cultura de la creatividad en la formación integral del docente.

Palabras clave: Formación docente, enseñanza, creatividad, Didáctica, Pedagogía.

Introducción

Este estudio surge a raíz del problema identificado en la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ). Esta universidad está inmersa en un proceso de profundas transformaciones enmarcadas en la modernización de las áreas de educación, economía, política y social. Cuenta con un modelo académico que consolida y afirma su pertinencia en la región. Refleja retos y desafíos con contenidos educativos y estrategias innovadoras en la docencia. Se promueve hacia la internacionalización, afianzando el compromiso de la educación sin fronteras y ofrece opciones de calidad a sus ciudadanos. Si bien esta institución cuenta con un programa de atención a la formación docente, no especifica la conceptualización, rol, metodología, didáctica y pedagogía de esta formación. Así mismo, no tiene un enfoque centrado en la creatividad desde su conceptualización, utilización, didáctica y evaluación. De igual manera, no existe una amplia información para el docente en lo que se refiere a la evaluación de los aprendizajes del alumno y a cómo promover el desarrollo de la creatividad en ellos, en el marco de su formación.

El estudio gira en torno a la identificación de los conceptos de formación y creatividad que tienen los docentes universitarios de la UAZ. Las preguntas orientadoras se enfocan a determinar si estos conceptos condicionan su enseñanza, su didáctica y su metodología de evaluación. Igualmente se intenta detectar si el docente establece una relación entre su formación y la creatividad desde sus concepciones, si promueve la creatividad en sí mismo, en el contexto universitario y en los alumnos,

¹ Hilda María Ortega Neri es docente investigadora en la Unidad Académica de Psicología en la Universidad Autónoma de Zacatecas. hilditaon@gmail.com (autor corresponsal)

² Zenona Jezabel Hernández Leiva es docente investigadora en la Unidad Académica de Psicología en la Universidad Autónoma de Zacatecas. Jezabel_hleiva@yahoo.com.mx

³ Leocadio Guadalupe Martínez Alarcón docente investigador en la Unidad Académica de Psicología en la Universidad Autónoma de Zacatecas. lmartinezalarcon@yahoo.com.mx

si su programación promueve explícitamente la creatividad, si está presente en la metodología, en el desarrollo de su enseñanza y en la evaluación de los aprendizajes.

Se parte del análisis de diverso autores como S. de la Torre, Menchén Bellón, Imbernón, A. de la Herrán entre otros, en relación con la concepción de la formación docente y la creatividad. El marco teórico se divide en dos partes fundamentales. El primero hace referencia a aspectos relacionados con el tema de la formación docente, concepto que por sí sólo implica todo un proceso y no solamente una acción, cuyo epicentro es la comprensión que el docente tiene de su actividad. Así mismo, incluye diversidad de conceptos: enseñanza, aprendizaje, didáctica, modelos, currículum, educación, creatividad, innovación, pedagogía, toma de conciencia, profesionalización, complejidad y evolución. Se establece la necesidad de delimitar la función docente, explicarla y comprenderla en un principio, desde el punto de vista del docente mismo. Esto ayuda a su formación tanto en lo profesional como en lo personal, que alcanza el aspecto humano tanto suyo como de sus alumnos.

El segundo capítulo del marco teórico, hace referencia al concepto de la creatividad y su relación con la didáctica. Aquí se observa cómo el docente interpreta, define e imparte una enseñanza en función de sus conocimientos prácticos y de la manera que tiene de pensar y entender la creatividad. Las ideas presentadas acerca de la creatividad y su relación con la formación del docente universitario no agotan todas las aristas en este tópico. Sólo precisan algunas cuestiones nodales que pueden ser consideradas para trabajos continuos orientados en esta dirección. Se define la enseñanza centrada en los procesos por parte del docente, mediante espacios para desarrollar procesos cognitivos, afectivos e integrar la educación en la creatividad y viceversa.

Descripción del Método

En el marco metodológico se desarrolla el proceso empírico del trabajo. El diseño de investigación se establece por medio de un estudio con un enfoque mixto centrado en y sobre la educación. La investigación incluye diseños cuantitativos (no experimental, correlacional, descriptiva y encuesta) y cualitativos (no interactiva, análisis de conceptos). La población está conformada por 1552 docentes. Se trabajó con una muestra probabilística de 362 docentes, de las 35 licenciaturas de la U.A.Z., con un nivel de confianza de 97% y una precisión o marco de error de 5%, obtenida mediante el programa STATS. Se aplicaron dos cuestionarios de modalidad autoinforme, para la obtención de datos: Cuestionario de Autoevaluación de la Creatividad en la Enseñanza Universitaria CACEU-2010 (Paredes y Herrán, 2011) y Cuestionario de Autoevaluación de la Formación Docente en la Enseñanza Universitaria CAFDEU.

Para la sistematización de datos y análisis de resultados tanto de las preguntas de ambos cuestionarios como de los datos de identificación, se utilizó el paquete informático SPSS v. 20.0. Se presenta la información mediante tablas de contingencia y gráficos que muestran tanto la frecuencia como los porcentajes. Se obtiene una pertinente correlación *r de Pearson* entre los ítems y se representan con tablas de contingencia. Se realiza una suma ponderada de los indicadores utilizados y se consigue un valor total de síntesis que proporcionan un panorama más preciso del comportamiento de variables para hacer comparaciones y tomar decisiones.

Estos índices son un reflejo de algunos aspectos importantes que se producen en la práctica de los docentes participantes en el estudio y pueden ser un referente dentro de su función en cada una de las diversas licenciaturas. Estos datos se presentan igualmente mediante tablas de contingencia y gráficos con porcentaje y frecuencia. Por último, se elabora una correlación significativa bilateral y *r de Pearson* entre los grupos o escalas de la encuesta: conceptualización de la creatividad, contexto, objetivos

y contenidos, formación integral de los estudiantes, interacción didáctica, metodología, conceptualización de la formación docente y su relación con la creatividad.

Comentarios finales

Las conclusiones finales presentan los resultados obtenidos en todo el proceso de la investigación las cuales reflejan que los docentes universitarios participantes en el estudio no tienen aún una amplia conceptualización de la creatividad aunque si de la formación docente, sin embargo ambas definiciones no presentan estrecha relación y por lo mismo no es considerada en el proceso de enseñanza aprendizaje para la planificación de las materias, ni dentro del contexto donde labora este docente universitario. Por tal motivo, no se conciben como docentes creativos y desconocen la forma de evaluar la creatividad en sus alumnos.

Se concluye que la formación docente, la pedagogía, la didáctica y la creatividad, requieren espacios concretos para análisis, reflexión y aplicación en todo el proceso de enseñanza aprendizaje en una universidad tan importante como lo es la Universidad Autónoma de Zacatecas. Requieren ser aplicadas, practicadas, desarrolladas e investigadas por la planta docentes, pues son ellos los principales actores en la formación de los futuros profesionistas. En principio, el docente requiere tener una identidad como tal para su formación integral, pero requiere también una identidad como persona creativa. Pero esto sólo se consolida a partir de una plena clarificación conceptual de sus funciones nodales en la universidad, pues todas sus acciones, reflexiones, objetivos, actividades, metodologías, misión, visión y valores son a partir de cómo concibe su propia formación y la creatividad. Surgen algunas acciones con las cuales se aspira proponer actividades para ser implementadas no sólo en la acción del docente en el aula, sino en todas las licenciaturas de la universidad y en donde se viva, se practique y se genere una cultura de la creatividad. A los efectos de esta investigación la autora asume la creatividad como una capacidad inherente al ser humano y que requiere ser practicada para convertirla en habilidad y a partir de ahí reconocerla, reflexionarla, compartirla, practicarla, educarla y desarrollarla para la formación integral.

Referencias bibliográficas

- Aguaded Gómez, J. I., y Fonseca Mora, M. C. (Coords). (2009). *Huellas de innovación docente en las aulas universitarias*. Oleiros: Netbiblo.
- García Álvarez, J. (2004). *La formación del profesorado basada en el centro*. Bilbao: Mensajero.
- Herrán, A. de la (2009). Estadios de evolución docente. *Tendencias Pedagógicas*. (14), 375-415.
- Imbernón, F. (2004). *La formación y el desarrollo profesional del profesorado. Hacia una nueva cultura profesional (6ª ed)*. Barcelona: Graó.
- Martín González, M.T., y Marín Viadel, E. (2006). Axiología y creatividad. En S. de la Torre, y V. Violant (Coord. y Dir.). *Comprender y evaluar la creatividad. Vol. 1: Un recurso para mejorar la calidad de la enseñanza* (pp. 53- 59). Málaga: Aljibe.
- McMillan, J.H., y Schumacher, S. (2005). *Investigación educativa*. Madrid: Pearson Educación.
- Menchén Bellón, F. (2009). El maestro creativo: nuevas competencias. *Tendencias Pedagógicas*. El maestro (14). 280-289.
- Montero, L. (2002). *La construcción del conocimiento profesional docente*. Argentina: Homo Sapiens.
- Pumares, L., y Hernández Rincón, M.L. (Coords) (2010). *La formación del profesorado para la atención a la diversidad*. Madrid: CEP.
- Romero, J. (2001). Creatividad en el currículo universitario. Creatividad y artes. En M. Romo Santos, y E. Sanz Lobo (Eds.) (pp. 82- 86). *Creatividad y curriculum universitario*. Madrid: UAM.
- Sánchez Huete, J.C. (Coord.) (2008). *Compendio de didáctica general*. Madrid: CCS.
- Torre, S. de la (1995). *Creatividad Aplicada. Recursos para una formación creativa*. Barcelona: Praxis.
- Torre, S. de la, y Barrios, O. (Coords.) (2000). *Estrategias didácticas innovadoras. Recursos para la formación y el cambio*. Barcelona: Octaedro.
- Torre, S. de la y Violant, V. (Coord. y Dir.). (2006). *Comprender y evaluar la creatividad. Vol. 1: Un recurso para mejorar la calidad de la enseñanza*. Málaga: Aljibe.
- Torre, S. de la y Violant, V. (Coord. y Dir.). (2006). *Comprender y evaluar la creatividad. Vol. 2: Cómo investigar y evaluar la creatividad*. Málaga: Aljibe.

Ácidos grasos insaturados y fibra dietética de *Rubus fruticosus* y *Rubus idaeus* en la prevención de enfermedades crónicas degenerativas

Rafael Ortiz Alvarado¹, Luis Alejandro García de León Rodríguez¹, Rocio Montoya-Pérez¹, Víctor Meza Carmen¹

Resumen— Las enfermedades cardiovasculares son problema de salud pública. La dieta humana está fundamentada en el consumo de calorías provenientes de (ácidos grasos saturados y monosacáridos) eliminando de la dieta humana a moléculas funcionales (nutraceúticas) como la fibra dietética, provenientes de fuentes alimenticias diversas. Michoacán es líder en la producción agroalimentaria a nivel mundial, de productos como el aguacate (*Persea americana*) y recientemente el cultivo de especies del género *Rubus spp.* como la zarzamora (*Rubus fruticosus*). Los frutos provenientes de la especie *R. fruticosus*, se comercializan en mercados de exportación. Los cuales dictan criterios de calidad, lo que origina que cantidades significativas de frutos no se comercialicen, por esta vía. Ocasionando problemas de tipo social, económico y de salud. Porque el producto que no se comercializa se convierte en un residuo. Siendo una merma en la producción. Objetivo general. El presente trabajo describe el proceso de obtención de fibra dietética proveniente de *R. fruticosus* y su incorporación a la dieta para roedores, la cual tiene un impacto en el peso y concentración de glucosa. Metodología. Se colectaron frutos de *R. fruticosus*, provenientes de la empresa Zarzamich., los frutos se prensaron y filtraron. Los residuos sólidos se sometieron a secado a 47°C durante 18 horas. Las semillas y la fibra se tamizaron y pulverizaron. Con la fibra se diseñaron dietas para roedores (AIN-93G). Se sometieron los grupos de animales con 5%, 10% y 15% de contenido total de fibra dietética. Los cuatro grupos de ratones de la cepa C57BL/6J se sometieron a un tratamiento dietético por un espacio de 14 días. Se monitorearon los parámetros referentes a peso, glucosa y concentración de colesterol y triglicéridos. Los datos se analizaron pro tratamiento estadístico. Resultados y conclusiones. El análisis cromatográfico del aceite de semilla de *R. fruticosus* mostró un contenido de ácido linoleico, ácido linolénico y ácido oleico. Mediante análisis estadísticos se logró observar y comparar los pesos de los modelos murinos en los diferentes lotes. Los ratones del grupo con el contenido de fibra al 15% mostraron un promedio de glucosa del 71.25mg/dL y una SD de ±14.532 al día número 14, lo cual es significativamente diferente a las concentraciones de glucosa del grupo control con 97.3 mg/dL y una SD del ±10.0661. También se observó una diferencia significativa entre los animales de los grupos al 5% y 10% de fibra con una concentración promedio de glucosa de 110 mg/dL y una SD del ±13.86, para dieta al 5% y un promedio del 97.5 mg/dL y una SD del ±15.085 en la dieta al 105 de contenido de fibra de *R. fruticosus*. Por lo tanto es factible la utilización de la fibra dietética para la disminución de la glucosa sérica en ratones sanos, utilizando concentraciones del 15% y una inducción de 14 días.

Palabras clave— Extracción de ácidos grasos, ácidos grasos poliinsaturados, *Rubus fruticosus* variedad brassos.

Introducción

Planteamiento del problema

El nivel glicémico en un organismo está determinado por la cantidad de glucosa y el aprovechamiento de esta por la células del mismo, la glucosa provee de energía misma con la que se llevar a cabo todas y cada una de las funciones correspondientes tanto de cada célula como de cada órgano, por otro lado, la glucosa también puede perjudicar al organismo si no se tiene un control adecuado de sus niveles en sangre esta a la larga puede

¹ Luis Alejandro García de León Rodríguez¹, es Estudiante de Licenciatura de la Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

1.- Rafael Ortiz Alvarado, Profesor e Investigador Titular de la Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. rortizalvarado@gmail.com. 2.- Víctor Meza Carmen y Rocio Montoya Pérez, Profesor e Investigador de la Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. lnava14@udvainci.edu.mx

1.- Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Cuerpo Académico de Fisopatologías-211 CAEF-211/UMNSH.

causar problemas de carácter metabólico como lo es de diabetes mellitus de tipo 1 y 2. Los ácidos grasos insaturados aparte de su beneficio hipolipemiente en el organismos al ayudar a desechar grasas saturadas, también puede integrarse a las membranas celulares del organismo y así contribuir al aprovechamiento de la glucosa en sangre y de esta manera reducir su concentración, con esto buscar la forma de regular los niveles glicémicos en el organismo reduciendo así la probabilidad de desarrollar enfermedades de carácter metabólico como las ya antes mencionadas.

Metodología

Se diseñaron dietas con aceite obtenido de la baya *Rubus fruticosus* (zarzamora) que contiene ácidos grasos del tipo C-18 insaturados. Los animales (ratones de la cepa Balb-c) se sometieron al tratamiento dietético diseñado con nutrientes (fibra y aceite) obtenidos de la baya y purificados a través de tratamiento térmico por microondas, los roedores siguieron un tratamiento dietético por espacios de 14 y 28 días aplicados a tres lotes un lote control y dos con concentraciones de 5% y 15% de aceite de zarzamora. Durante los días de tratamiento se determinó el peso de los animales y la concentración de glucosa capilar por el método electroquímico tanto en el lote control como en los lotes del 5% y 15%.

Resultados y conclusiones

Después de aplicar el método nutricional diseñado para cada lote se empezó a determinar el peso de los roedores de forma diaria y se observó que los ratones del lote con dieta de zarzamora (*Rubus fruticosus*) al 15% aumentaron su peso tan solo en un 13.6% mientras que los ratones del lote control tuvieron un aumento de peso del 84.7% de esta forma nos dimos cuenta que la dieta también tenía impacto en el control de peso de los roedores. Por otro lado al determinar los niveles séricos de glucosa en los roedores el día cero obtuvimos resultados de 140.5 mg/dl para el lote control, mientras que para los lotes de zarzamora (*Rubus fruticosus*) de 5% y 15% se determinaron 116.5 mg/dl y 110mg/dl respectivamente. El día 14 se midió por segunda vez los niveles de glucosa sérica tanto de el lote control como de los lotes de zarzamora (*Rubus fruticosus*) del 5% y 15% arrojando los siguientes datos: 97 mg/dl, 110.75 mg/dl y 71 mg/dl respectivamente para cada lote; cabe mencionar que todos los datos aquí presentados son un promedio de cada lote dado por cada uno de los ratones que los conforman. De acuerdo a los datos presentados y una serie de cálculos estadísticos se determina que el lote control tuvo un descenso del 42.9% con respecto a los niveles de glucosa promedio de una roedor arrojando resultados no esperados para este lote, mientras tanto en los lotes de zarzamora (*Rubus fruticosus*) del 5% y 15% estadísticamente hablando hubo un descenso de glucosa sérica del 34.8% y 58.8% respectivamente lo que nos indica que efectivamente el consumo de ácidos grasos insaturados contribuyen al control y descenso de los niveles glicémicos en roedores.

Literatura Citada (Máximo 5) (Arial 8 puntos)

Clara Eugenia Pérez G., C. A. (26 de junio de 2006). *ÁCIDOS GRASOS EN LA DIETA DIABETES MELLITUS E INSULINO RESISTENCIA*. Recuperado el 11 de agosto de 2015, de scielo: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-00112006000200009.

Agradecimientos.

Al Dr. C. Rogelio Solorio Alvarado, profesor investigador de la Universidad de Guanajuato, por las sugerencias que han dado realce al presente trabajo. Proyecto de Fortalecimiento de cuerpos académicos (PRODEP) proyecto IDCA 9305, CLAVE UMNSH-CA-211. Este trabajo forma parte del proyecto de investigación "APROVECHAMIENTO INTEGRAL DEL FRUTO *Rubus fruticosus* (zarzamora), PRODUCIDO EN ZIRACUARETIRO, MICHOACAN.", financiado por la Coordinación de la Investigación Científica de la UMSNH, 2014-2015.

Referencias.

Bushman BS, Phillips B, Isbell T. Chemical composition of caneberry (*Rubus* spp.) seeds and oils and their antioxidant potential. *J Agric Food Chem*. 2004. 52(26):7982-7.

Hassimotto NM, Pinto Mda S, Lajolo FM. 2008. Antioxidant status in humans after consumption of blackberry (*Rubus fruticosus* L.) juices with and without defatted milk. *J Agric Food Chem*. 56(24):11727-33.

Matthäus B. Antioxidant activity of extracts obtained from residues of different oilseeds. *J Agric Food Chem.* 2002. 50(12):3444-52.

Moreno AO, Dorantes L, Galíndez J, Guzmán RI. Effect of different extraction methods on fatty acids, volatile compounds, and physical and chemical properties of avocado (*Persea americana* Mill.) oil. *J Agric Food Chem.* 2003. 51(8):2216-21.

Expresión diferencial del gen *tph-1* en el intestino delgado de ratón, por la fibra dietética de *R. fruticosus*

Rafael Ortiz Alvarado¹, José Silva Avalos, Víctor Meza Carmen.

Resumen— La serotonina cumple múltiples funciones en los organismos entre ellas regular las funciones intestinales, la serotonina es sintetizada por la enzima triptófano hidroxilasa (TPH), la que presenta dos isoformas TPH-1 y TPH-2, la TPH-1 es expresada en las células enterocromafines del intestino delgado de los mamíferos, la TPH-1 es codificada por el gen *tph-1*. La fibra dietética favorece las funciones intestinales, pero hasta el momento no existe evidencia de la participación de la fibra dietética y la inducción del RNA mensajero del gen de la enzima de TPH-1, por lo que el trabajo, tiene por objetivo, establecer la relación entre la expresión del gen *tph-1* que codifica para el receptor a butirato y la concentración de fibra dietética proveniente del fruto *Rubus fruticosus*, como fuente de fibra. Se muestra una evidencia de que la fibra dietética proveniente de *R. fruticosus* a una concentración del 10% es una alternativa para la inducción del RNAm del gen *tph-1* a nivel intestinal en ratón de la cepa C57BL/J6 mamíferos. Por lo que coloca a la fibra dietética de este fruto como una alternativa novedosa como derivado alimenticio de los frutos que no se comercializan en fresco para exportación. Se determino que a los 14 días de administración de fibra dietética de *R. fruticosus* a una concentración del 10% se logra la máxima expresión del RNAm del gen de la *tph-1* en intestino de colon de raton de la cepa C57BL/6.

Palabras clave—Fibra dietética. Serotonina. Expresión del gen *tph-1*.

Introducción

En los últimos años, se le ha dado una mayor importancia al consumo dietético de Fibra (FD) dado que la población puede cursar con enfermedades, tales como diabetes, cáncer de colon, hipertensión, y desórdenes metabólicos. Los estudios referentes con este tópico mencionan que el consumo de FD es vital en la prevención diversos padecimientos (Bauer et al., 2006). Los mecanismos moleculares y celulares por los que la FD puede tener efectos benéficos a los individuos que la incluyen en su dieta se pueden deber a sus propiedades fisicoquímicas: capacidad de retención de agua y lípidos, grasas y aceites provocando un aumento de la viscosidad y formación de geles, adsorción de macronutrientes y toxinas, tamaño de partícula, interacciones iónicas y capacidad de fermentación y por lo tanto inducción en la expresión de diferentes genes (Martínez-Flores et al., 2008). Entre los anteriores, la fermentación de la FD es uno de las variables determinantes, debido a que los AGCC, resultantes de la fermentación de los carbohidratos no metabolizables, son la principal fuente de energía de los colonocitos de los mamíferos (Sakata, 1995), tienen influencia en el gasto cardíaco del colon, regulan el peristaltismo intestinal (Ono et al., 2004), promueven el intercambio de iones como el calcio y el bicarbonato⁸ y desempeñan un papel de prevención, protección en contra del cáncer de colon (Fu et al., 2004). El butirato, es un metabolito de la fermentación en el colon y es una molécula energética que es metabolizable. Roediger (1980) ha mostrado que más del 70% del oxígeno consumido por los colonocitos del colon humano en sus porciones ascendente y descendente se produce por el metabolismo del butirato. Además, el butirato participa en funciones celulares, como es su potencial anticarcinogénico, por su capacidad de regular la expresión de genes, la regulación se atribuye a la inhibición de la enzima histona deacetilasa (HDAC). El butirato ejerce también efectos antiinflamatorios en el intestino debido a la supresión del factor nuclear Kappa B que codifican para citocinas proinflamatorias, así como quimiocinas y prostaglandinas (Andoh, et al., 1999). Algunas evidencias muestran que el butirato regula el estrés oxidativo. En dos estudios, la preincubación de colonocitos de murinos y de humano (Rosignoli, et al., 2001) con butirato se mostró una reducción de daño al DNA inducido por peróxido de hidrógeno. Se demostró que el butirato afecta positivamente varios componentes de la barrera de colónica, resultando en una protección en contra de antígenos luminales. Un componente importante de esta barrera es la capa de mucosidad que cubre este epitelio constituido primordialmente de glicoproteínas. El gen *MUC2*, es un citoprotector, que se expresa mayoritariamente en colon y en otros estudios se ha probado que el butirato aumenta su expresión (. También, la permeabilidad celular es un parámetro importante de la barrera de defensa intestinal (Gaudier, et al., 2004). Un estudio ha mostrado que a

¹ Rafael Ortiz-Alvarado Profesor e Investigador Titular Fac. de Q.F.B./ UMSNH, rortizalvarado@gmail.com y Víctor Meza-Carmen, Profesor e Investigador Fac. de QFB/UMSNH victor_meza2004@yahoo.com

1.- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Fac. de Químico Farmacobiología. Cuerpo Académico 211- de Fisiopatologías de la UMSNH.

concentración de por lo menos 2 mM de butirato se induce una disminución en la permeabilidad en las líneas celulares Caco-2 y HT29 mientras que a concentraciones de 8 mM se aumentó la permeabilidad de las líneas celulares. Gen para la TPH-1 Se considera que los efectos fisiológicos de los AGCC en la luz intestinal son inducidos por la activación de los receptores específicos en células epiteliales, pero los mecanismos por los cuales los AGCC intraluminales son sentidos no se han documentado aún. Diversos estudios han reportado que los receptores celulares para AGCC son receptores transmembranales (receptores acoplados a proteínas G), específicamente GPR41 (Ffar-1) y GPR43 (Ffar-2). Adicionalmente se ha reportado que estos receptores están acoplados a proteínas G_q y $G_{i/o}$, y el cambio conformacional induce un aumento en la concentración de calcio intracelular y un decremento de adenosin monofosfato cíclico (cAMP) a nivel intracelular. GPR41 inicia su señalización principalmente acoplado a proteínas $G_{i/o}$ y GPR43 está acoplado primordialmente a proteínas G_q . Los AGCC son producidos por la fermentación de la FD en la luz colónica. De esta manera, la presencia de FD en el lumen condiciona la actividad de la flora bacteriana y regula la expresión de los receptores de AGCC. Se ha reportado la expresión de GPR41 y GPR43 en células del sistema inmunológico, células polimorfonucleares (GPR41 y GPR43), y mononucleares como los monocitos (GPR43), células dendríticas (GPR41) y mastocitos (GPR43). La diversidad de alimentos ricos en FD existe, sin embargo, este trabajo pone relevancia en la zarzamora (*Rubus fruticosus*) como fuente diversa de FD en la alimentación de ratones de laboratorio (CBL57/6J). Se incluyó a la zarzamora por ser México líder a nivel mundial en la producción y por su contenido de FD tanto soluble como insoluble en una proporción de 40% soluble \pm 60% insoluble. El contenido de fibra de la zarzamora consta principalmente de celulosa, hemicelulosa, pectina y mucílagos. Esta investigación tuvo como objetivo medir la expresión cuantitativa del gen receptor a butirato en colonocitos de rata, después de que ratas de laboratorio fueran alimentadas con dietas conteniendo diferentes concentraciones de fibra fermentable.

Material y Métodos.

Caracterización de la fuente de fibra dietética. Se utilizó como fuente de FD en las dietas polvo de zarzamora por deshidratación solar, por considerarse un alimento con la proporción adecuada de fibra soluble. Se realizó la determinación fibra dietética soluble, insoluble y total por el método de (Prosky et al, 1998).

Formulación de las dietas. Con base en el contenido de FD de la muestra, se elaboraron las dietas experimentales conteniendo zarzamora como fuente de fibra, además de una dieta control: 1. Dieta sin fibra (Dieta 0, control); 2. Dieta con 5% de fibra dietética (Dieta A) 3. Dieta con 15% de fibra dietética (Dieta B); 4. Dieta con 25% de fibra dietética (Dieta C). Las dietas se elaboraron siguiendo las recomendaciones de la fórmula para roedores experimentales del *American Institute of Nutrition, AIN-93*, en relación al contenido de proteínas, grasas, vitaminas y minerales. Las Dietas se muestran en la Tabla No. 1. *Obtención del colon.* Los animales de experimentación se sacrificaron después de 14 días de tratamiento dietético con una sobredosis de pentobarbital sódico a una concentración de 0,065 mg/ml y una dosis de 0,06 mg/g de peso, se secciono una parte del colon, los tejidos se homogeneizaron en 1000 ml de trizol de invitrogen y se almacenaron las muestras a -80°C en ultracongelador. Para el experimento se utilizaron ratones (CBL57/6J) de 8 semanas con peso promedio de 200 g. (± 10 g). Los grupos de animales fueron asignados al azar para cada una de las dietas experimentales, seleccionando 6 individuos por grupo. Los animales se mantuvieron en condiciones controladas de 12 h de luz artificial durante el día y 12 h de oscuridad por la noche, alimento y agua suministrados *ad libitum*. *Extracción de RNA.* La extracción de RNA de colon se realizó utilizando el reactivo trizol de invitrogen siguiendo el método de Chomczynski y Sacchi²³. La concentración y pureza de RNA se determinó espectrofotométricamente a 260/280 nm. *RT-PCR* A partir de RNAm obtenido de las muestras de colon de los animales de experimentación, se obtuvo el cDNA correspondiente, por Transcripción Inversa (RT de Invitrogen). Los ensayos de RT-PCR se realizaron a 50°C . Para llevar a cabo la transcripción inversa por 10 min e inactivación a 70°C , posteriormente se realizó la amplificación mediada por la Taq polimerasa (PCR) a 95°C para activar la polimerasa por 5 min, seguido por 40 ciclos que comenzaron a 90°C para la desnaturalización por 50 seg, $61,5^{\circ}\text{C}$ para la alineación por 1 min y 71°C para la extensión por 1 min. Finalizados los ciclos se dejó una última etapa de extensión a 72°C por 8,5 min y al terminarlas muestras permanecieron a 4°C , toda la noche. Esta amplificación se usó como control, para verificar la expresión tejido específico del RNAm *GPR43*. *RT-PCR cuantitativa.* Posteriormente, se realizó la reacción de RT-PCR cuantitativa, para medir la expresión de los receptores en relación al gen de referencia. El gen constitutivo que se usó como control positivo fue β -actina. Los oligonucleótidos determinados para la tph-1 y β -actina se muestran en Tabla No.2, con productos de amplificación de 104 pb y 155 pb.

Tabla No.1 Dietas Formuladas para Ratas y dosificaciones en porcentaje A:5%, B:10%, C:15%

Dieta AIN 93-M		Dieta A	Dieta B	Dieta C
Ingrediente	g/kg de dieta	g/4,2 kg de fórmula		
Almidón de maíz	465.692	1.866,326	1.232,5719	512,7
Caseína	140	552.7756	482.186	411.6435
Almidón dextrinizado	155	651	651	651
Sacarosa	100	420	420	420
Aceite de soya	40	164.1052	153,3	148,5
Celulosa	50	-	-	-
Mezcla de minerales	35	86,6	-	-
Mezcla de vitaminas	10	42	42	42
L-cistina	1,8	7,56	7,56	7,56
Bitartrato de colina	2,5	10,5	10,5	10,5

Tabla No. 2. Oligonucleotidos utilizados para PCR-cuantitativa.

Oligonucleótido (tph-1)	Secuencia	Producto de amplificación.
5' 3'	CACgAgTgCAAgCCAA ggTTT	104 pb
3' 5'	AgTTTCCAgCCCCgAC ATCAg	104 pb

Oligonucleótido (beta-actina)	Secuencia	Producto de Amplificación
5' 3'	AgCgCTTCCggTgTCC A	155 pb
3' 5'	ggCTgTgATCTCCTTC T	155 pb

Resultados

Las determinaciones bromatológicas realizadas al polvo de zarzamora variedad tuppy, se encontró que el contenido de fibra dietética total, fue de 49,01%, correspondiendo a la FS un valor de 20,39% FS y a la FI de 28,62%. Los resultados de la RT-PCR en punto final se realizaron para la identificación del gen *tph-1* y se utilizaron para calibrar la PCR cuantitativa correspondiente, donde los resultados se muestran en la **Figura No.1**.

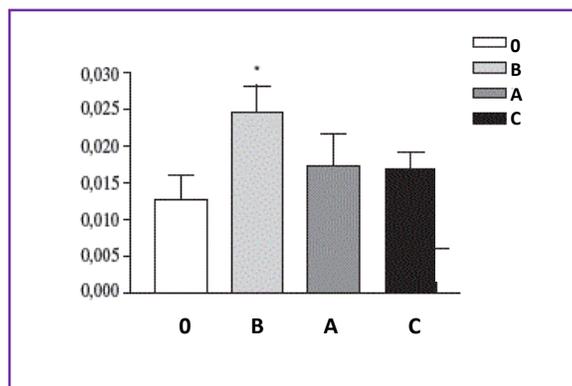


Figura No. 1.- Histograma de la Expresión relativa del gen *gpr-43* (*Ffar-2*), respecto a la concentración de FD en las diferentes dietas, 0=0% de FD (Celulosa); A=5% de FD de *R. fruticosus*; B=10 de FD de *R.fruticosus*; C=15% de FD de *R. fruticosus*, resultados de la expresión medida por PCR-cuantitativa.

Los efectos en el aumento de expresión del GPR43 cuando se administra una dieta con 10% de FD de *R. fruticosus* se pueden atribuir a la producción de butirato, no cuantificado en este estudio, por la fermentación bacteriana de los carbohidratos indigeribles, debido a que el butirato es un modulador de la estructura primaria de la cromatina dada su habilidad de inhibir la desacetilación de histonas, y consecuentemente su capacidad en la regulación de la expresión génica. Se ha documentado (Boffa et al., 1992) que en células epiteliales de diferentes grupos de ratas alimentadas con concentraciones variadas de FD, los niveles de acetilación de histonas y de proliferación celular parecen ser modulados por la concentración de ácido butírico, que está en equilibrio con su concentración fecal, encontrando una correlación positiva entre el de acetilación de histonas y la concentración de ácido butírico y una relación negativa entre la concentración de ácido butírico y la proliferación celular. Este grupo de investigadores afirma que las dietas que contienen cantidades moderadas de FD (5%) pueden tener efectos protectores en cuanto a proliferación celular, diferenciación y carcinogénesis, mientras que dietas libres de fibra o suplementadas con mucha fibra (10-20%) podrían tener potencial de promover carcinogénesis de colon. Por otro lado, se ha mostrado la capacidad de butirato de regular la expresión de genes otros genes de la mucosa en cultivos celulares HT29-C1.16E, en dos tipos de medios: rico en glucosa y sin glucosa en el cual la principal fuente de energía fue butirato. En el medio suplementado con glucosa, butirato permitió la expresión del gen *MUC3* y *MUC5B*, inhibió la expresión del gen *MUC5AC* y no tuvo efectos sobre la expresión del gen *MUC2*; mientras que en el medio sin glucosa, en el que butirato permaneció como la única fuente metabolizable, todos los genes de mucosa se vieron incrementados en su expresión. Esto tiene relevancia en el nivel de protección por parte de la capa de mucosa en el intestino grueso (Zhou et al., 2006). Documentaron el aumento de expresión de los genes que codifican para PYY y GLP-1 por medio de RT-PCR en tiempo real en dos métodos: *in vivo* con ratas alimentadas con una dieta de almidón cristalizado e *in vitro* con cultivos primarios de células epiteliales de colon de ratas después de ser incubados con butirato. En ambos estudios se observó un aumento en la expresión de los genes a butirato *Ffar-1* y *Ffar-2*. De esta manera se confirma la capacidad de regulación de genes a nivel transcripcional de este ácido graso. Cabe mencionarse que los efectos observados en este trabajo se aplican en relación a la FD proveniente de *R. fruticosus*, resaltando la relevancia de este producto y el potencial que como país se tiene de aprovechar este recurso natural que actualmente se tiene poco caracterizado.

Conclusión. Se evidencio el efecto que tiene la concentración de FD en la dieta sobre la expresión del RNAm del gen *tph-1*. Esto demuestra que el gen de los receptores puede ser inducible en cuanto su expresión por factores dietéticos, especialmente si se aumenta la concentración de butirato producido por la fermentación bacteriana de la fibra dietética. La fibra dietética de nopal promovió la expresión significativa del gen *tph-1* en colon de ratones alimentados con una dieta conteniendo 5% de FD de nopal. Estos resultados contribuyen a explicar el mecanismo por el cual se han registrado mejores condiciones colónicas cuando se consumen cantidades apropiadas de fibra dietética.

Agradecimientos. Los autores agradecen a la Coordinación de la Investigación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por el apoyo económico para el proyecto 2014-2015, Aprovechamiento Integral del Fruto *R. fruticosus* producido en el Municipio de Ziracuaretiro Michoacan, y Proyecto de Fortalecimiento de cuerpos académicos (PRODEP) proyecto IDCA 9305, CLAVE UMNSH-CA-211.

Referencias.

- ¹ Andoh A, Fujiyama Y, Hata K, Takaya H, Shimada M, Bamba T. Counter-regulatory effect of sodium butyrate on tumor necrosis factor-alpha (TNF-alpha)-induced complement C3 and factor B biosynthesis in human intestinal epithelial cells. *Clin Exp Immunol* 1999; 118: 23-9
- ² Bauer-Marinovic M, Florian S, Mglar-Schmehl K, Glatt H, Jacobasch G. Dietary resistant starch type 3 prevents tumor induction by 1,2-dimethylhydrazine and alters proliferation, apoptosis and dedifferentiation in rat colon. *Carcinogenesis* 2006; 27: 1849-59.
- ³ Boffa LC, Lupton JR, Mariani MR, Ceppi M, Newmark HL, Scalmati A, Lipkin M. Modulation of Colonic Epithelial Cell Proliferation, Histone Acetylation, and Luminal Short Chain Fatty Acids by Variation of Dietary Fiber (Wheat Bran) in Rats. *Cancer Res* 1992; 52: 5906-12.
- ⁴ Fu H, Shi YQ, Mo SJ. Effect of short-chain fatty acids on the proliferation and differentiation of the human colonic adenocarcinoma cell line Caco-2. *Chin J Dig Dis* 2004; 5: 115-17.

⁴ Gaudier E, Jarry A, Blottière HM, De Coppet P, Buisine MP, Aubert JP, Laboisce C, Cherbut C, Hoebler C. Butyrate specifically modulates MUC gene expression in intestinal epithelial goblet cells deprived of glucose. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 2004; 287: 1168-74.

⁶ Martínez Flores HE, Figueroa JDC. La fibra dietética y su importancia en la salud humana. En Héctor E. Martínez Flores (eds.) *Temas selectos en Alimentos, Nutrición y Salud*. Morevallado Editores, Morelia, Mich., México. 2008; pp. 18-20.

⁷ Ono S, Karakai SI, Kuwahara A. Short-chain fatty acids decrease the frequency of spontaneous contractions of longitudinal muscle/enteric nerves in rat distal colon. *Jpn J Physiol* 2004; 54:483-93.

⁸ Prosky L, Asp Nils-Georg, Scheizer FT, DeVries WJ, Furda I. Determination of insoluble, soluble and total dietary fiber in foods and food products: Interlaboratory Study. *J Assoc Off Anal Chem* 1998; 71:1017-1023.

⁹ Rosignoli P, Fabiani R, De Bartolomeo A, Spinozzi F, Agea E, Pelli MA, Morozzi G. Protective activity of butyrate on hydrogen peroxide-induced DNA damage in isolated human colonocytes and HT29 tumor cells. *Carcinogenesis* 2001; 22:1675-80.

¹⁰ Sakata T. Effects of short-chain fatty acids on the proliferation of gut epithelial cells *in vivo*. En Cummings JH, Rombeau JL, Sakata T (eds.) *Physiological and Clinical Aspects of Short-Chain Fatty Acids*. Cambridge University Press Cambridge, UK. 1995; pp. 289-305.

¹¹ Zhou J, Hegsted M, McCutcheon KL, Keenan MJ, Xi X, Raggio AM, Martin RJ. Peptide YY and proglucagon mRNA expression patterns and regulation in the gut. *Obesity* 2006; 14: 683-89.

Ácidos grasos insaturados y fibra dietética de *Rubus fruticosus* y *Rubus idaeus* en la prevención de enfermedades crónicas degenerativas

Rafael Ortiz-Alvarado¹, Rubén Chávez-Rivera¹, JESUS Armando Bucio-Herrejon¹

Resumen— Michoacán es líder en la producción de productos hortofrutícolas, como son los casos del aguacate (*Persea americana var. Hass*) así como las especies del género *Rubus spp.* (frambuesas y zarzamoras) más sin embargo, existe una demanda creciente en los mercados internacionales de productos frutícolas tanto en fresco como productos derivados de estos, como pueden ser los aceites, esto se ejemplifica, como es el caso del aceite de aguacate o los concentrados de frutos cítricos como es el caso de los productos de origen subtropical, limón (*Citrus aurantifolia*). De esta manera el presente trabajo aborda la extracción y caracterización química de los ácidos grasos provenientes de la semilla del fruto *Rubus fruticosus* (zarzamora) producido en Ziracuaretiro Michoacán. En donde a través de metodologías de tipo extractivo se purifica y se caracterizaron los ácidos grasos de las semillas de la zarzamora como residuos agroindustriales, obteniendo un rendimiento del 16.5% para la extracción con microondas y un disolvente acuoso, comparado con el 14.8% de rendimiento, con los métodos extractivos que utilizan disolventes no polares. Adicionalmente, el análisis por cromatografía de ácidos grasos, revela una presencia de ácidos grasos insaturados de tipo C:18 donde predominan el ácido linoleico con un 57.8%, el cis-oleico con un 23.7% y el linolenico con un 7.73%, lo cual convierte al residuo agroindustrial como es la semilla del fruto *Rubus fruticosus* en una fuente de ácidos grasos de tipo insaturados los cuales son demandados dentro de la industria alimenticia a nivel mundial.

Palabras clave— Extracción de ácidos grasos, ácidos grasos poliinsaturados, *Rubus fruticosus* variedad brassos.

Introducción

La zarzamora (*Rubus fruticosus*) es un fruto preciado a nivel mundial, debido a su contenido de nutrientes con capacidad antioxidante, donde encontramos polifenoles, flavonoides y ácido ascórbico (Bushman, et al., 2004). Este contenido de nutrientes es uno de los criterios primordiales para su comercialización a nivel mundial donde destaca también el sabor *suis generis* del fruto el cual es industrializado en fresco. México se ubica como uno de los países principales en la producción de los frutos del género *Rubus sp.*, y el estado Michoacán es líder en la producción de este fruto, el cual tiene como destino principal su comercialización en fresco. Por lo que el fruto debe cumplir con estándares de aspecto, color y sabor en general, lo cual descarta una cantidad significativa de frutos que no logran posicionarse en la industria en fresco. Esto origina a) pérdidas para la industria productora local del estado de Michoacán, b) desperdicio de alimentos y c) contaminación por residuos sólidos de frutos no comercializados. Ante estos problemas se ha explorado la obtención de ácidos grasos con valor comercial a partir de las semillas del fruto de la Zarzamora. La obtención y extracción de ácidos grasos, provenientes de frutos como el aguacate genera una industria ligera de extracción, como sub-producto de la producción de alimentos en forma masiva (Moreno et al., 2003). Éxitos comerciales en el sentido de la producción, comercialización de frutos y generación de industrias ligeras de tipo extractivas de ácidos grasos son: a) producto aguacate (*Persea americana var Hass*), del cual se produce y comercializa el fruto en fresco y derivados comerciales como liofilizados y aceite de aguacate, b) producto aceituna (*Olea europea*), del cual también se produce fruto para su comercialización en diferentes productos donde destaca la obtención de aceite

¹ 1.- Jesus Armando Bucio Herrejon¹, es Estudiante de Licenciatura de la Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

1.- Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Cuerpo Académico de Fisopatologías-211 CAEF-211/UMNSH.

1.- Rafael Ortiz Alvarado, Profesor e Investigador Titular de la Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. rortizalvarado@gmail.com. 2.- Rubén Chavez Rivera, Profesor e Investigador de la Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. pintacachez@gmail.com

generalmente para uso comestible (Moreno et al., 2003). Cabe mencionar que el desarrollo de economías emergentes a nivel mundial somete a la Industria agroalimentaria a una presión de generar productos con estándares de calidad alimenticia y aspectos comerciales, lo cual deja de lado productos alimenticios con valor nutrimental alto, que no cumple los parámetros de comerciales visuales, permitiendo el desperdicio de alimentos (Hassimotto, et al., 2008). Adicionalmente es necesario poder diversificar el acceso a fuentes alimenticias donde los ácidos grasos de tipo insaturado se encuentran en los aceites extraídos de los frutos aceituna, aguacate y zarzamora (Matthäus, 2002). La obtención de ácidos grasos de tipo insaturado de los frutos anteriormente citados a nivel industrial se realiza a través de métodos extractivos donde se utilizan solventes no polares (Moreno et al., 2003). Lo que genera que el aceite no tenga la calidad nutrimental requerida y no sea catalogado como aceite virgen, el cual se obtiene a partir del uso de métodos físicos, como pueden ser por prensado, centrifugación, choque térmico y más recientemente se propone la utilización de microondas, donde las tecnologías prescindieren del uso de solventes no polares. En el presente trabajo de investigación se describe el método para la obtención de ácidos grasos de cadena insaturada a través de un método físico, a través de microondas, partiendo de semilla de zarzamora como producto de deshecho sólido de la agroindustria en Michoacán.

Planteamiento del problema

Los ácidos grasos insaturados de tipo C:18 son indispensables para una dieta humana diversa y equilibrada. En la actualidad, el acceso a diversas fuentes de ácidos grasos de tipo poliinsaturados es apremiante para la prevención de enfermedades, como la obesidad y sus complicaciones. En el estado de Michoacán, el municipio de Ziracuaretiro es el segundo productor de frutos del género *Rubus* con alto valor comercial y potencial nutrimental; la comercialización se realiza preferentemente en fresco, dejando volúmenes de producto sin comercializar, por no cumplir con los estándares de tamaño y turgencia. Generando pérdidas para los productores. Este trabajo tiene por objetivo, obtener datos que permitan caracterizar el rendimiento y el tipo de ácidos grasos poliinsaturados de tipo C:18, obtenidos de los frutos del género *Rubus* no comercializados y generar una fuente alternativa de ácidos grasos insaturados necesarios en la dieta humana.

Material y Métodos:

Se obtuvieron 3 kilogramos de zarzamoras de la Variedad Tuppi provenientes de la tenencia de Patúan del Municipio de Ziracuaretiro Michoacan, de campos de cultivo de la Sociedad Productora Zarzamich. Se transportaron los frutos en caja con aislamiento térmico, a la ciudad Morelia, y se almacenaron a una temperatura promedio de 8°C, toda la noche. Al día siguiente se prensaron los frutos, en mortero, el producto se colectó y se sometieron a centrifugación, por un espacio de 10 minutos a 2000 g, a temperatura ambiente. Se recuperó el sobrenadante y se guardó a -80°C.

Sólidos.

El residuo sólido se recuperó y se sometió por un espacio de 18 horas a un tratamiento térmico, por luz directa, de una lámpara incandescente de 150 watts de potencia, sobre una superficie de convección, acero grado alimenticio de 3mm de espesor. Al término se obtuvo un residuo sólido el cual fue tamizado, liberando las semillas del fruto de zarzamora. Las semillas de zarzamora se sometieron a un molido en mortero, para la extracción por solventes en equipo Soxhlet.

Extracción Soxhlet:

Las semillas molidas, en peso seco, se sometieron a extracción por solventes no polares, en equipo Soxhlet, realizando tres extracciones con éter etílico (Meyer), y tres extracciones con hexano, utilizando 3 gramos del material biológico en cada extracción.

Extracción por microondas.

Las semillas molidas, en peso seco, se sometieron a un tratamiento térmico por inducción en horno de microondas bajo el siguiente protocolo: en cada extracción se utilizaron 3 gramos de material molido al cual se le agregó 20 mL de agua bidestilada, y se dejó en reposo por una noche a una temperatura de 8°C, a la mañana siguiente, el vaso de precipitados conteniendo el material molido con el agua se dejó en reposo por un hora a una temperatura ambiente y se llevó a cabo el tratamiento en horno de microondas alcanzando una potencia

de 0.25-0.33 Kwatts/ hrs. Por un espacio de 20 minutos, obteniendo una temperatura de la mezcla de 88-90°C $\pm 1^\circ\text{C}$.

Centrifugación. El residuo se colecto y se transfirió a tubos de polipropileno de 1.5 mL de capacidad (Eppendorf) y sometieron a centrifugación por espacio de 15 minutos a 6000g a una temperatura de 4°C. Se recupero el sobrenadante y se transfirió a tubos limpios de polipropileno de 1.5 mL de capacidad. El sobrenadante de sometió a refrigeración durante 18 horas a una temperatura de 4 a 8°C, los tubos se sometieron a centrifugación a temperatura ambiente por un espacio de 10 minutos y 3000 g. El contenido oleoso se colecto por aspiración con punta con filtro y se guardó en viales de rosca de 2 mL.

Resultados

Metodología

Se colectaron frutos del genero *Rubus fruticosus*, del municipio de Ziracuaretiro, pertenecientes a la empresa Zaramich, los frutos se estabilizaron en cámara fría a 8°C y se transportaron a la Fac. de Químico Farmacobiología, donde se realizó la separación del producto líquido por centrifuga de canasta, los sólidos se recuperaron y se sometieron a secado, obteniendo la fracción de semillas. Las semillas se trituraron en mortero, se sometieron a una extracción y separación de la fracción lipídica a través de equipo Soxhlet; del extracto etéreo obtenido se recuperó el solvente, con rotavapor. Cuantificando el porcentaje de ácidos grasos de tipo saturado e insaturado y separando las fracciones por centrifugación para análisis por Resonancia Magnética Nuclear.

Resultados y conclusiones

Las semillas de los frutos de zarzamora provenientes de residuos sólidos, es una fuente de ácidos grasos C:18 poliinsaturados, como son el ácido linoleico y linolenico, utilizando tratamiento por microondas, se obtiene un rendimiento del 16.83%, por éter etílico del 15.18% y del 12.40% con pentano, por lo que el tratamiento por microondas es una alternativa metodológica para la obtención de grasos de alto valor comercial.

En el presente trabajo, se presenta un mapa de ruta crítico referente a la utilización de la semilla de zarzamora, proveniente de los residuos sólidos generados, en la agroindustria de este sistema producto, para la obtención de ácidos grasos poliinsaturados de alto valor comercial, por medio de tecnologías alternativas, comparando con los sistemas tradicionales de extracción química, se plantea un uso a los deshecho solidos agroindustriales.

Por lo que el presente trabajo concluye que la semilla del fruto *Rubus fruticosus* es una materia prima de importancia nutrimental mayor para la obtención potencial de ácidos grasos poliinsaturados de tipo C:18 lo que podría dar una alternativa de comercialización a los productores de este sistema producto.

Agradecimientos.

Al Dr. C. Rogelio Solorio Alvarado, profesor investigador de la Universidad de Guanajuato, por las sugerencias que han dado realce al presente trabajo. Proyecto de Fortalecimiento de cuerpos académicos (PRODEP) proyecto IDCA 9305, CLAVE UMNSH-CA-211. Este trabajo forma parte del proyecto de investigación “APROVECHAMIENTO INTEGRAL DEL FRUTO *Rubus fruticosus* (zarzamora), PRODUCIDO EN ZIRACUARETIRO, MICHOACAN.”, financiado por la Coordinación de la Investigación Científica de la UMSNH, 2014-2015.

Referencias.

- Bushman BS, Phillips B, Isbell T. Chemical composition of caneberry (*Rubus* spp.) seeds and oils and their antioxidant potential. *J Agric Food Chem.* 2004. 52(26):7982-7.
- Hassimotto NM, Pinto Mda S, Lajolo FM. 2008. Antioxidant status in humans after consumption of blackberry (*Rubus fruticosus* L.) juices with and without defatted milk. *J Agric Food Chem.*56(24):11727-33.
- Matthäus B. Antioxidant activity of extracts obtained from residues of different oilseeds. *J Agric Food Chem.* 2002. 50(12):3444-52.
- Moreno AO, Dorantes L, Galíndez J, Guzmán RI. Effect of different extraction methods on fatty acids, volatile compounds, and physical and chemical properties of avocado (*Persea americana* Mill.) oil. *J Agric Food Chem.* 2003. 51(8):2216-21.

Desarrollo de un sistema para el control de asignación de recursos de los Institutos Tecnológicos Descentralizados

Ing. José Antonio Ortiz Corona¹, Ing. Fernando González Ruiz²

Resumen— El presente trabajo describe el análisis, diseño e implementación de un sistema de información destinado a controlar la asignación de recursos a los Institutos Tecnológicos Descentralizados (ITD's).

El módulo que actualmente se encuentra en operación implementa el control sobre la asignación de plazas de tiempo completo y se contempla ampliarlo para incorporar el control sobre plazas de horas de asignatura. Asimismo se considera el desarrollo de un segundo módulo para controlar la asignación del presupuesto federal a los ITD's.

La implantación del primer módulo se considera como una aplicación exitosa de herramientas de software libre, ya que su uso ha permitido conocer en todo momento el origen y destino de los recursos asignados a los ITD's.

Palabras clave—Aplicación web, Framework Yii, Modelo Vista Controlador, PHP.

Introducción

En 1990 nace el Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos Descentralizados, bajo esquemas distintos a los que operaban en los Institutos Tecnológicos federales, ya que cuentan la participación de los estados y municipios en que se ubican.

La Dirección General de los Institutos Tecnológicos Descentralizados (DGITD) tiene entre sus funciones la de apoyar a los Institutos Tecnológicos Descentralizados (ITD's) a través de algunos programas federales, asignándoles plazas para poder contratar catedráticos. Estas plazas son apoyadas económicamente por una parte federal y otra parte estatal. La asignación de plazas a las instituciones se realiza a través de un oficio, donde se indica la cantidad de plazas y la categoría de la plaza, la cual determina la cantidad de horas que se trabajan a la semana. En función de la asignación federal, el Estado indicara qué cantidad de plazas podrá apoyar económicamente, siendo este último número la cantidad real de plazas que se asignarán. Al asignar las plazas a los catedráticos que cumplan con los requisitos para ello, el Instituto Tecnológico Descentralizado indica el periodo de inicio y término de la asignación.

El principal problema con el sistema anteriormente descrito es que a medida que pasa el tiempo la cantidad de oficios de asignación de plazas crece rápidamente, lo cual genera que aumente la complejidad para dar seguimiento a un número creciente de plazas. Otro problema que existe es que las asignaciones de las plazas las realiza cada institución mediante un oficio interno. Esto, aunado a la existencia de una alta rotación de personal en las instituciones, provoca que sea muy difícil para la DGITD conocer el estado actual de una plaza específica.

Es a la problemática anterior a la que se buscó dar solución, con el requisito adicional de que las herramientas utilizadas debían ser de uso gratuito y de ser posible de código abierto, ya que no era recomendable una solución que implicara incurrir en costos adicionales de licenciamiento.

Descripción del Método

Planteamiento del problema y selección de herramientas

La solución por la que se optó es la creación de una aplicación web la cual permitirá el control de las plazas de los Institutos Tecnológicos Descentralizados, considerando las siguientes funcionalidades:

- La DGITD puede controlar el número de plazas que se le asigna a cada Instituto Tecnológico Descentralizado.
- La DGITD puede conocer el estado de las plazas al momento.
- Cada Instituto Tecnológico Descentralizado puede consultar las plazas que se le otorgan.
- Cada Instituto Tecnológico Descentralizado puede asignar las plazas a sus catedráticos, especificando el periodo de la asignación.
- Generar reportes que ayuden al conocimiento del estado de las plazas.

Para la elaboración de la aplicación web se necesitó primero modelar el proceso administrativo que se quiere automatizar. Con base en la experiencia del equipo que participó en el desarrollo del sistema, se determinó que una herramienta adecuada para este fin es la Business Process Modeling Notation (BPMN), la cual es una notación

¹ El Ing. José Antonio Ortiz Corona está adscrito al Área de Desarrollo de Software del Centro Regional de Optimización y Desarrollo de Equipo (CRODE) de Celaya, Guanajuato, México. dwlince@gmail.com

² El Ing. Fernando González Ruiz es el Jefe del Área de Desarrollo de Software del CRODE Celaya, Guanajuato, México. fernando_gonzalez@crodecelaya.edu.mx (autor corresponsal)

gráfica estandarizada que permite el modelado de procesos de negocio, en un formato de flujo de trabajo. BPMN fue inicialmente desarrollada por la organización Business Process Management Initiative (BPMI), y es actualmente mantenida por el Object Management Group (OMG), después de la fusión de las dos organizaciones en el año 2005 (White & Miers, 2008). Su versión actual, es la 2.0.2.

BPMN tiene la finalidad de servir como lenguaje común de comunicación entre el diseño de los procesos de negocio y su implementación.

El modelado en BPMN se realiza mediante diagramas muy simples con un conjunto muy pequeño de elementos gráficos. Con esto se busca que para los usuarios del negocio y los desarrolladores técnicos sea fácil entender el flujo y el proceso. Las cuatro categorías básicas de elementos son:

- Objetos de Flujo: Eventos, Actividades, Compuertas de control de flujo (gateways)
- Objetos de Conexión: Flujo de Secuencia, Flujo de Mensaje, Asociación
- Carriles de nado (swimlanes): Piscina, Carril
- Artefactos: Objetos de Datos, Grupo, Anotación (White, Introduction to BPMN, 2004)

Para realizar el modelo se utilizó Bizagi Modeler, que es un software empresarial gratuito que se ha convertido en el estándar de facto para realizar este tipo de modelos. En la Figura 1 se muestra el flujo del proceso que se desea automatizar.

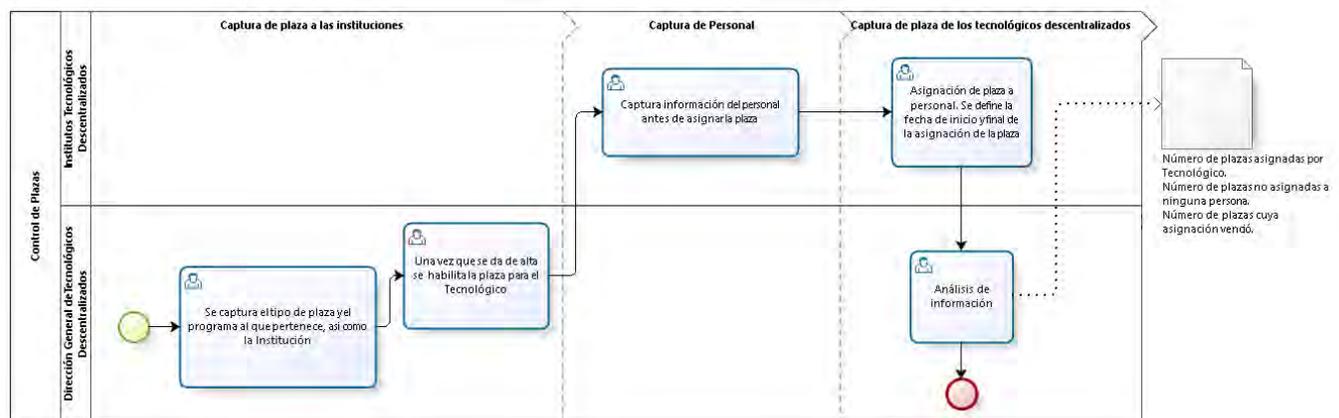


Figura 1: Modelo del proceso de negocio de control de plazas

Después de analizar el proceso administrativo, se analizaron las herramientas a utilizar para desarrollar la aplicación web. Se optó por PHP como lenguaje de programación, el cual es un lenguaje del lado del servidor y para poder agilizar el desarrollo se decidió hacer uso de un framework de desarrollo, eligiéndose Yii, el cual implementa el patrón de desarrollo Modelo-Vista-Controlador.

En el desarrollo de software, un framework o infraestructura digital, es una estructura conceptual y tecnológica de soporte, normalmente con artefactos o módulos de software concretos, que sirve de base para la organización y desarrollo de software. Representa una arquitectura de software que modela las relaciones generales de las entidades del dominio, y provee una estructura y una metodología de trabajo especial, la cual extiende o utiliza las aplicaciones del dominio. (Riehle, 2000)

El modelo-vista-controlador (MVC) es un patrón de arquitectura de software que separa los datos y la lógica de negocio de una aplicación de la interfaz de usuario y el módulo encargado de gestionar los eventos y las comunicaciones. Para ello MVC propone la construcción de tres componentes distintos que son el modelo, la vista y el controlador, es decir, por un lado define componentes para la representación de la información, y por otro lado para la interacción del usuario. En algunas implementaciones, el modelo en realidad está formado por dos submódulos: el modelo del dominio y el modelo de la aplicación. (Bascón Pantoja, 2004)

El patrón MVC de arquitectura de software se basa en las ideas de reutilización de código y la separación de conceptos, características que buscan facilitar la tarea de desarrollo de las aplicaciones y su posterior mantenimiento. (Fernández Romero & Díaz González, 2012)

Por último, se eligió PostgreSQL como gestor de base de datos, ya que es el gestor más robusto dentro de las opciones de software libre.

En la aplicación se definieron dos tipos básicos de cuentas: una que utilizará la DGITD y otra para los ITD's. La cuenta de la DGITD permite crear las plazas y asignarlas a algún ITD, como se muestra en la Figura 2.

Figura 2: Asignación de plazas a un ITD

Una vez creadas las plazas, es necesario habilitarlas para que el ITD al que fueron asignadas pueda verlas dentro del sistema.

Una vez asignada una plaza a una institución, el ITD puede asignarla a algún catedrático como se muestra en la Figura 3.

Figura 3: Asignación de una plaza a un catedrático

Los datos de los catedráticos pueden ser capturados con anticipación o, en su defecto, capturarse al momento de asignar las plazas.

Una vez que existe por lo menos una plaza asignada a un catedrático del ITD, esta cuenta visualizará la interfaz mostrada en la Figura 4.

Clave Plaza	Categoría de la plaza	Programa	Subprograma	Horas	Año de la plaza de efecto	Número de quincena de efecto
1406E13010000/1	PROFESOR ASOCIADO "A"	FORTALECIMIENTO A LA PLANTA DOCENTE	Programa Nacional de Tutorías	0	2014	1
1406E13010000/2	PROFESOR ASOCIADO "A"	FORTALECIMIENTO A LA PLANTA DOCENTE	Programa Nacional de Tutorías	0	2014	1
1406E13010000/3	PROFESOR ASOCIADO	FORTALECIMIENTO A LA PLANTA DOCENTE	Programa Nacional de Tutorías	0	2014	1

Figura 4: Plazas asignadas y vacantes

Esta interfaz muestra dos listas de plazas: las vacantes y las asignadas. Para las plazas asignadas, se puede modificar el tiempo de asignación, así como consultar quién es el catedrático que la tiene asignada, como se muestra en la Figura 5.

Figura 5: Datos de la plaza y el catedrático

Por último, el sistema genera algunos reportes ejecutivos que pueden ser consultados con la cuenta de la DGITD. Estos reportes pueden ser visualizados en pantalla o ser exportados a un documento con formato PDF. En la Figura

6 se puede observar, a manera de ejemplo, una gráfica de tipo pastel que representa el número de plazas asignadas por Estado de la República.



Figura 6: Gráfica de pastel

Comentarios Finales

El sistema desarrollado ayudó a agilizar el proceso administrativo de creación, asignación y seguimiento de plazas, ya que actualmente el personal de la DGITD puede saber la cantidad de plazas que están siendo utilizadas, así como contar con una fuente de información sobre las plazas, centralizada y confiable. Otra gran ventaja es la accesibilidad de la información, ya que al tratarse de un sistema basado en web, se puede tener acceso al mismo con tan solo tener internet y un equipo con un navegador.

Hasta el momento, la aceptación del sistema ha sido muy buena tanto por parte del personal de la DGITD como por parte de los usuarios de los ITD's, pues ambos coinciden en que el uso del sistema agiliza y simplifica el proceso de asignación y seguimiento de las plazas.

Actualmente, está por comenzar la fase de análisis de un segundo módulo del sistema que permitirá llevar a cabo la asignación y seguimiento de otro tipo de recursos, adicionales a las plazas.

Resumen de resultados

En este trabajo investigativo se estudió el..... Los resultados de la investigación incluyen el análisis estadístico de las respuestas de la encuesta así como un resumen ergonómico de..... (Se ha de resumir en unos cuantos párrafos todo el trabajo)

Conclusiones

Podemos concluir que el conjunto de herramientas elegido para llevar a cabo el desarrollo del sistema fue adecuado, ya que permitió el desarrollo completo desde el análisis hasta el despliegue, de un sistema de información que satisfizo los requerimientos de la DGITD para dar servicio a todos los ITD's del país, cumpliendo además con el requisito de no generar costos de licenciamiento.

Por todo lo anterior podemos concluir que las herramientas gratuitas y de software libre proveen una infraestructura adecuada para el desarrollo de aplicaciones como la discutida en el presente trabajo.

Referencias

- Bascón Pantoja, E. (2004). El patrón de diseño Modelo-Vista-Controlador (MVC) y su implementación en Java Swing. *ACTA NOVA*, 2 (4), 493-507.
- Fernández Romero, Y., & Díaz González, Y. (2012). Patrón Modelo-Vista-Controlador. *Telem@tica*, 11 (1), 47-57.
- Riehle, D. (2000). *Framework design: A role modeling approach*. Zürich, Suiza.
- White, S. A. (2004). *Introduction to BPMN*. IBM Corporation.
- White, S. A., & Miers, D. (2008). *BPMN Modeling and Reference Guide*. Lighthouse Point, FL: Future Strategies Inc., Book Division.

Implementación del plan de inducción funcional en la compañía Cervecera del Trópico, S. de R.L. de C.V.

Ángel de Jesús Ortiz Flores¹, María de Jesús Valdivia Rivera², María Isabel Lagunes Lagunes³, Armando Lobos Valdez⁴

Resumen- En el Siglo XXI las empresas deben aumentar la oferta de sus productos para atender las necesidades de la población, por lo cual, deben incrementar la productividad, tomando en cuenta los recursos que posee, siendo el recurso humano el factor mas importante. En este panorama se sitúa a la Compañía Cervecera del Trópico, S. de R.L. de C.V., que tiene como principio ser la mejor compañía cervecera uniendo a la gente por un mundo mejor, para esto tiene la necesidad de involucrar a su personal en dicha temática, surgiendo la problemática de implementar un Plan de Inducción Funcional al personal de Nuevo Ingreso, para orientarlo al desarrollo de sus habilidades y aptitudes en el trabajo, lo que permite lograr ser eficiente y competitivo en el ámbito empresarial.

Palabras Clave- implementación, inducción, recurso humano, competitividad.

Introducción

La inducción de manera genérica, es el medio por el cual una organización proporciona a sus trabajadores información básica con respecto a sus antecedentes, al igual que la información necesaria para realizar sus actividades de forma satisfactoria. Siendo entonces, la inducción la clave para que el personal desde su ingreso a la organización se convierta en su mejor amigo, debido a que permite que tenga un panorama más amplio sobre la estructura, las normas, políticas, misión, visión e historia de la organización, al igual también una oportunidad para que el trabajador desarrolle sus capacidades y habilidades de una manera progresiva, generando a la compañía una mayor productividad con estándares de seguridad. Cuando la inducción no se da de la forma correcta genera en el personal fallas, debido a que este no sabe cual debería de ser su prosequir, cometiendo entonces faltas injustificadas, generando bajas en su rendimiento, tan solo por el desconocimiento de su ubicación en la organización y su importancia en la misma.

Descripción del Método

El fundamento teórico que soporta a esta investigación se orienta en investigaciones como la de (Guzmán I, 1963) que sitúa a la organización como mucho más que una simple fuente de producción de riqueza que incentive a sus miembros con repetidos estímulos económicos. Quien diga esto, quizá no ha pisado jamás una empresa. (Biyars y Lord, 1984, p.214). Cada individuo nace con un conjunto de necesidades básicas, metas, motivaciones, o deseos. No existe en absoluto un acuerdo común con respecto a todos los impulsos innatos

¹ Ángel de Jesús Ortiz Flores es pasante de la carrera de Ingeniería en Administración, Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca, Veracruz Angel_ortiz_3101@hotmail.com

² ME. María de Jesús Valdivia Rivera es Docente investigador del Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca, Veracruz valdivia.r9@gmail.com

³ MM. María Isabel Lagunes Lagunes es Docente Investigador del Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca isabela_lagunes@hotmail.com

⁴ MA. Armando Lobos Valdez, Subdirector de Finanzas del Instituto Tecnológico Superior de Tierra Blanca arlova@hotmail.com

con los que el individuo llega al mundo. Tal vez las metas innatas universalmente aceptadas son la seguridad física. (Sanz y González, 2005, p.69). Las necesidades sociales, los impulsos de autorrealización y las necesidades de tener esperanza se mencionan también en algunas listas de necesidades humanas innatas; cualquier lista incluirá de manera universalmente la aceptación del pensamiento del individuo como una identidad, que tiene necesidades y persigue una meta. (Longovoy, (1980, p.313) La inducción radica en hacer que el empleado tome interés personal por su labor, haciéndole una exposición general acerca de las empresas de sus actividades, de su estructura y de sus estadísticas de explotación, para así tener una primera idea de su empresa y una impresión favorable de la misma.

El objeto de estudio fue la Compañía Cervecera del Trópico, S. de R.L. de C.V. en la cual, una incorrecta inducción al personal, genero no solo una disminución en el rendimiento del trabajador, sino también desinterés por parte del mismo, llegando al grado de presentar faltas injustificadas, tan solo por no querer ir a trabajar, esta problemática se diagnostico por medio de una encuesta (Ver anexo No. 01), en la cual se pidió a todos los trabajadores al momento de realizar la encuesta fueran lo más sincero posible ya que esto serviría para determinar que desviaciones con respectos a las acciones realizadas por el personal deben ser atendidas.

Los resultados obtenidos se clasificaron de manera genérica (Figura No. 01), dando paso al análisis y determinación del origen del problema de las inasistencias del personal, que por ende ocasionaba la baja en la productividad, la cual, era ocasionada por la falta de capacitación y desarrollo, en dicha clasificación se encontraba englobada la información sobre la identidad de la empresa, los elementos básicos del puesto, y los resultados principales esperados.

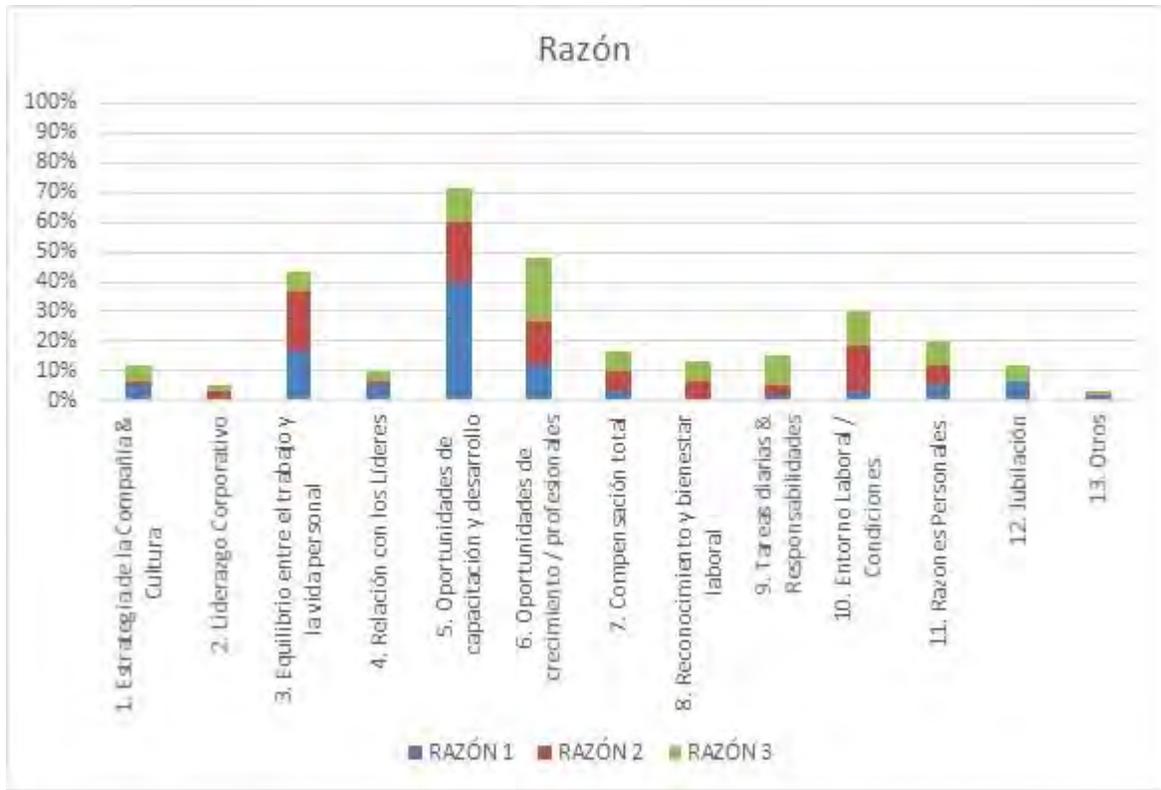


Figura No. 01. Resultados de las razones principales por la que el trabajador saldría de la Compañía, encuesta aplicada al personal empleado en el periodo de enero a julio del 2014 en la Cía. Cervecería del Trópico S.A. de C.V.

Lo que derivado en el diseño e implemento de un plan de inducción funcional (Figura No. 02), mismo que está centrado en el aprendizaje de conocimiento específico del puesto, siendo los principales temas que abarca: las principales funciones del área, las principales funciones y responsabilidades del puesto, la asignación de objetivos personales, un recorrido por el área de trabajo y los diferentes departamentos de la organización, la revisión general del Programa de Excelencia del área funcional, y por último una reunión con el personal clave del departamento.

RECURSOS HUMANOS						
PLAN DE INDUCCIÓN FUNCIONAL						
PLAN DE INDUCCIÓN FUNCIONAL EN EL PUESTO DE:				ASESOR DE PROGRAMAS DE EXCELENCIA		
DEPARTAMENTO			SECCIÓN			
RECURSOS HUMANOS			FORMACIÓN Y DESARROLLO			
NOMBRE DEL PARTICIPANTE			PUESTO ACTUAL			
			ASESOR DE FORMACIÓN			
PERIODO DE PLAN		TOTAL DE HORAS		JUSTIFICACIÓN		
03/11/2014		Programado		0		
02/04/2015		Real		0		
SE REQUIERE IMPARTIR CAPACITACIÓN FUNCIONAL DEBIDO A QUE EL PARTICIPANTE INGRESA AL PUESTO						
DESCRIPCIÓN DE APRENDIZAJES	Modalidad Aprendizaje	Duración	fecha	NOMBRE DEL FACILITADOR	STATUS	
INDUCCIÓN AL PUESTO						
Dar a conocer las principales responsabilidades del área	Retro	Prog 0	Prog 03/11/2014	-	-	-
		Real 0	Real	-	-	-
dar a conocer las principales responsabilidades del puesto	Retro	Prog 0	Prog 03/11/2014	-	-	-
		Real 0	Real	-	-	-
Asignación de objetivos personales	Retro	Prog 0	Prog 04/11/2014	-	-	-
		Real 0	Real	-	-	-
Recorrido por el Departamento	Retro	Prog 0	Prog 05/11/2014	-	-	-
		Real 0	Real	-	-	-
Recorrido por los diferentes Departamentos de la organización	Retro	Prog 0	Prog 05/11/2014	-	-	-
		Real 0	Real	-	-	-
Reunion con el personal clave del Departamento	Retro	Prog 0	Prog 07/11/2014	-	-	-
		Real 0	Real	-	-	-
CONOCIMIENTO GENERAL DE VPO						
Grupo Modelo AB InBev	Retro	Prog 0	Prog 08/11/2014	-	-	-
		Real 0	Real	-	-	-
Que es el VPO	Retro	Prog 0	Prog 08/11/2014	-	-	-
		Real 0	Real	-	-	-
Salud Ocupacional y Seguridad	Retro	Prog 0	Prog 10/11/2014	-	-	-
		Real 0	Real	-	-	-
Políticas globales	Retro	Prog 0	Prog 10/11/2014	-	-	-
		Real 0	Real	-	-	-
Descripción del Negocio	Retro	Prog 0	Prog 11/11/2014	-	-	-
		Real 0	Real	-	-	-
Ss	Retro	Prog 0	Prog 13/11/2014	-	-	-
		Real 0	Real	-	-	-
10 principios	Retro	Prog 0	Prog 13/11/2014	-	-	-
		Real 0	Real	-	-	-
Buenas Prácticas de Manufactura	Retro	Prog 0	Prog 14/11/2014	-	-	-
		Real 0	Real	-	-	-
Recursos Humanos	Retro	Prog 0	Prog 15/11/2014	-	-	-
		Real 0	Real	-	-	-
TOTAL EN HORAS				676		

MA: Modalidad de Aprendizaje: (F) Formal (J) On Job Training (RETRO) Retroalimentación

Estatus de Actividades

Retraso de Actividad (RA)
En proceso (P)
Concluida (C)

Aprobado por el Responsable de Área _____
Validado por el Facilitador _____
Recibido por el Personal Capacitado _____

Figura No. 02. Plan de Inducción Funcional de la Compañía Cervecera del Trópico, S. de R.L. de C.V.

Una vez que se ha contratado el personal idóneo para el puesto y asignándole el Plan de Inducción Funcional se comienza con dar seguimiento al mismo (Figura No. 03.).

Anexos

Anexo No. 01. Encuesta aplicada al personal de nuevo ingreso para realizar el análisis de las faltas del personal en la Cía. Cervecera del Trópico.

COMPañIA CERVECERA DEL TRÓPICO, S DE R.L. DE C.V.

ENCUESTA

Le agradeceremos brindarnos un minuto de su tiempo y responder las siguientes preguntas.

Marca las tres principales causas por las que renunciaría a laborar en Cerv. Del Trópico

Razón 1 Muy importante
Razón 2 Importante
Razón 3 Poco importante

RAZÓN	
1. Estrategia de la Compañía & Cultura	
2. Liderazgo Corporativo	
3. Equilibrio entre el trabajo y la vida personal	
4. Relación con los Líderes	
5. Oportunidades de capacitación y desarrollo	
6. Oportunidades de crecimiento / profesionales	
7. Compensación total	
8. Reconocimiento y bienestar laboral	
9. Tareas diarias & Responsabilidades	
10. Entorno Laboral / Condiciones	
11. Razones Personales	
12. Jubilación	
13. Otros	

Escribe solamente un número en las preguntas que vienen a continuación

1 Completamente en desacuerdo
2 En desacuerdo
3 Ni en acuerdo Ni desacuerdo
4 De acuerdo
5 Completamente de acuerdo

Progreso Profesional	Completamente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni en acuerdo Ni desacuerdo	De acuerdo	Completamente de acuerdo
1) Has tenido oportunidad de promoción profesional					
2) Has tenido oportunidad de efectuar movimientos laborales interdisciplinarios					
COMENTARIOS:					

INNOVACIÓN EN EMPRESAS RURALES EN MÉXICO: CASO EL CULTIVO DE ARÁNDANO

M. en C. Fernando Elí Ortiz Hernández¹, Dr. Baldomero H. Zárate Nicolás²,
Ing. Laura Cecilia Nieto Torres³

Resumen— Este trabajo es resultado del proyecto de investigación realizado en el Instituto Politécnico Nacional de México, con clave “La Manufactura Esbelta para el aumento de la productividad rural”, realizado en el Municipio de Nochixtlán, Oaxaca y es un ejemplo de innovación en una nueva microempresa rural; donde, para incrementar la productividad se aplicaron técnicas de Manufactura Esbelta.

Se cultivó por primera vez el arándano, incorporando al IPN, familias campesinas y el gobierno local, en el contexto de la triple hélice y así se formó una microempresa rural, donde se aplicó la filosofía KAIZEN al sistema de cultivo, de riego y siembra. Las herramientas aplicadas en las visitas dentro de los invernaderos han sido las 5’s y la teoría Z.

La innovación en el medio rural, hace posible mejorar la calidad de vida de familias campesinas creando microempresas competitivas e innovadoras.

Palabras clave— Productividad, microempresa 5’s, manufactura esbelta.

Introducción

Las empresas rurales son importantes porque generan empleos y riqueza, pero en éste mundo globalizado para sobrevivir necesitan administrar la tecnología, ser competitivas e innovadoras con responsabilidad social; también, dentro de la sociedad del conocimiento, se exige un esfuerzo orientado para el total aprovechamiento del capital intelectual, entendido como la suma resultante del conocimiento de los integrantes de una empresa.

Por otra parte, la innovación es el elemento clave que explica la competitividad, es sinónimo de cambio, es nacer cada día, es atreverse a diseñar nuevos productos y procesos de fabricación que sean aceptados por el mercado (Escorsa & Valls, 2001) y de acuerdo al modelo del capital de una empresa (Ortiz, 2006), ésta debe considerar para su crecimiento sostenible las responsabilidades económica, social y del medio ambiente; por consiguiente, se innovó en el proceso y organización de una empresa rural.

En este trabajo de investigación se promovieron técnicas de Manufactura Esbelta en microempresas rurales, estas técnicas permitieron producir con calidad, disminuyendo la cantidad de desperdicio y de tiempos muertos, además de crear valor a través de nuevos pensamientos y formas de hacer.

Las empresas son importantes porque generan empleos y riqueza, pero en este mundo globalizado, para sobrevivir o crecer, necesitan vigilar y administrar la tecnología, ser competitivas, innovadoras y productivas con responsabilidad social (Ortiz, 2012).

Una vez analizadas las diversas alternativas, se decidió buscar información del cultivo del arándano para conocer si era posible su cultivo en esta región y a continuación resumimos la información obtenida que nos sirvió para determinar la introducción de este cultivo en la mixteca Oaxaqueña, a través del desarrollo de una microempresa rural.

OBJETIVO

Crear una microempresa rural competitiva de arándano aplicando un modelo de innovación y técnicas de manufactura esbelta como las 5’S y la teoría Z para la reducción de desperdicios y tiempos improductivos

MARCO TEÓRICO

En México las microempresas conforman el 95% del sector empresarial (INEGI, 2009). Las microempresas mexicanas generan el mayor número de empleos en el país y la mayoría tienen problemas de procesos, calidad, métodos de trabajo y escasa tecnología; por lo que necesitan técnicas que les permitan ser competitivas (Porter, 1992). La actividad innovadora es la fuerza más importante del crecimiento económico a través de su destrucción creadora

Actualmente la agricultura en México enfrenta los efectos del cambio climático, anteriormente sin mucho esfuerzo se podía lograr extraordinarias cosechas. Por lo que se buscan cultivos nativos o silvestres que puedan adaptarse a condiciones climáticas adversas, mayor rentabilidad y que aporten beneficios a la salud, caso concreto el arándano o blueberry (*Vaccinium corymbosum* L). Estados como Jalisco, Michoacán, Colima, Hidalgo, Puebla principalmente establecen este cultivo, cuyo fruto por su valor nutricional y funcional, es considerado como superfruta. En México el

¹ El M. en C. Fernando Elí Ortiz Hernández es profesor e investigador en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán del Instituto Politécnico Nacional. fernandoelih@gmail.com

² El Dr. Baldomero H. Zárate Nicolás es profesor e investigador en el Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca del Instituto Politécnico Nacional bzarate@ipn.mx

³ La Ing. Laura Cecilia Nieto Torres es estudiante de la Maestría en Ciencias en Estudios Ambientales y de la Sustentabilidad en el CIIEMAD, IPN lausnt@hotmail.com (autor corresponsal)

arándano se ha estado cultivando sin un paquete técnico basado en una investigación científica que contemple aspectos relacionados con las variedades más favorables y sus requerimientos nutrimentales e hídricos (Zárate, 2014). Por lo que la introducción de un cultivo como el arándano representa para la Mixteca Oaxaqueña una alternativa interesante.

La manufactura esbelta es una filosofía basada en: reducción de desperdicios, reducción de tiempos muertos, mejora continua de productividad y calidad, sin olvidar la satisfacción del cliente (Socconini, 2013).

El punto de partida básico para el pensamiento lean es el valor y éste solo lo define el consumidor final y es significativo cuando se expresa en términos de un producto específico que satisface las necesidades del consumidor a un precio concreto en un momento determinado. El valor lo crea el productor. Desde el punto de vista del cliente, esta es la razón por la que existen los productores. (Womack y Jones, 2005).

Las 5'S se refieren a 5 palabras japonesas que describen una metodología útil en el lugar de trabajo, basándose en el control visual y en la producción Lean o Esbelta (Villaseñor y Galindo, 2007):

Seiri (Clasificación)	Separar los artículos necesarios de los innecesarios
Seiton (Organizar)	Asignar un lugar para cada objeto
Seiso (Limpieza)	Dar mantenimiento a todos los objetos
Seiketsu (Estandarizar)	Sistematizar los procesos y los métodos de trabajo
Shitsuke (Disciplinar)	Repetir con regularidad las primeras 4'S

El mundo actual es el resultado de las diferentes decisiones tomadas por generaciones pasadas, es el resultado del crecimiento económico sin tomar en consideración los impactos que éste pudiera tener en el desarrollo social y ecológico. Porque no es posible que exista economía sin gente y a su vez la gente no puede vivir en otro lugar que no sea este mundo por lo que la interdependencia entre los ambientes social, económico y ecológico es clara. El desarrollo de la sociedad siempre afecta el crecimiento económico y el desarrollo económico siempre afecta a los ambientes sociales y ecológicos (Ortiz, et. al, 2012).

Descripción del Método

En el ámbito del PROYECTO: IPN-SIP 20144174 "La Manufactura Esbelta para el aumento de la productividad rural" parte fundamental de nuestra participación fue la buscar en coordinación con productores de la Región Mixteca un cultivo diferente a los básicos tradicionales como maíz, trigo y frijol. En diversas ocasiones platicamos los pros y los contras de los cultivos con posibilidades de adaptarse a la condiciones agroclimáticas de la zona de estudio.

Se decidió trabajar en una microempresa de tomate rojo en cultivo protegido y en una microempresa familiar que iniciaron el cultivo de arándano dentro y fuera de invernadero.

La primera actividad fue la de elegir el productor cooperante para que conjuntamente con su familia (esposa, e hijos) iniciáramos la creación de la microempresa familiar, y fue en la comunidad de Asunción Nochixtlán, Oaxaca en el paraje denominado EL ZITUM donde encontramos una familia emprendedora, productores de cebolla y ajo, cultivos que no han sido una alternativa de bienestar en esta familia, los cuales trabajaron en el proyecto en la introducción del cultivo del arándano, que es visto de manera integral.

Se analizó información técnica relacionada con las técnicas de manufactura esbelta con el propósito de reducir desperdicios en microempresa rural.

Se estableció una metodología que inicia con un diagnóstico microregional de empresas familiares en la mixteca, después se identificó un problema real a resolver, como siguiente paso se seleccionó una microempresa familiar que aceptara la propuesta de mejorar su productividad, la adquisición de nuevos conocimientos y la incorporación de técnicas para reducir operaciones innecesarias, recorridos innecesarios y tiempos, cuidando la calidad del producto.

Se aplicó la triple hélice y metodología investigación acción participativa (IAP), donde participaron productores, estudiantes y profesores-investigadores, con el propósito de innovar en la empresa rural.

El proyecto se dividió en dos secciones de investigación:

1.- Se analizó el sistema de producción del cultivo del arándano para identificar, documentar y mejorar los procedimientos del proceso productivo.

2.- Se implementó la filosofía Manufactura Esbelta al sistema de producción del arándano, incorporando tecnología a la medida de las necesidades.

En la primera sección se analizó el sistema de producción del arándano, se documentaron las actividades principales del proceso, se realizaron estudios con los mejores trabajadores; además, se realizaron una serie de entrevistas con el persona, con la finalidad de identificar las acciones más importantes del proceso y cuáles de éstas, que perjudican el cultivo. En la segunda sección se implementó una técnica de manufactura esbelta con la finalidad iniciar con el involucramiento del personal en la filosofía.

Discusión y Resultados

Los resultados muestran que la producción del arándano depende de muchos factores como son: humedad, riego, temperatura, calidad de la semilla y tipo de suelo, por ende, la aplicación de cualquier técnica de Lean Manufacturing

al sistema de estructura o casa de las plantas, al proceso de siembra, sistema de riego y manejo de la planta debe con propósitos de integración laboral, reestructuración de ideas y optimización de los recursos disponibles.

Por primera vez se experimentó y cultivo el arándano en el Estado de Oaxaca, México, donde, en consecuencia de la instrucción del personal a la filosofía de producción, la siembra, el riego y el manejo de planta tuvieron mejoras visibles, por ende, la calidad del producto se elevó. Con esto, podemos asegurar que innovó en el proceso y en la organización incorporando al Instituto Politécnico Nacional, familias campesinas y el gobierno local, en el contexto de la triple hélice.

Como derivación de éstas actividades, los recursos humanos desarrollados fueron: 2 alumnos PIFI, uno de Servicio Social, 2 tesistas de nivel licenciatura del área de ingeniería mecánica con temas relacionados con la aplicación de la Manufactura Esbelta, egresados de la ESIME-UC- IPN. Se publicaron dos artículos en revistas de divulgación nacional e internacional, se presentaron tres ponencias en extenso en congresos; uno en el Congreso Internacional Virtual de Educación Tecnología y Educación (CIVITEC) y dos en la Red Internacional para la Educación de Ingenieros (RIEI).

Como efecto colateral, fue posible aplicar la técnica de las 5'S en una microempresa productora de tomate rojo, es importante mencionar que ésta actividad sólo fue posible gracias al interés y entusiasmo presente en los productores de la Mixteca, ya que de manera formal o informal están en la búsqueda de conocimientos, herramientas, técnicas o elementos que les permitan elaborar de productos de calidad.

Para difundir los resultados de este proyecto se impartió el curso "Innovación tecnológica para aumento de la productividad", en ESIME UC. Se hablaron de temas como reingeniería, teoría Z, manufactura esbelta, etc. El objetivo del curso es que los profesores y alumnos, aprendan que la innovación es el arte de convertir las ideas y el conocimiento en productos, procesos o servicios nuevos o mejorados que el mercado reconozca y valore, claro aplicando su capital intelectual. Por otra parte se asistieron a tres congresos y se realizaron dos publicaciones. Además, se dio asistencia técnica a comunidades con su respectivo material didáctico.

Durante el proceso de integración de la nueva microempresa se siguió la investigación-acción-participativa para adaptar técnicas de manufactura esbelta en el área de producción de las familias participantes, particularmente en el nuevo cultivo de arándano.

En una primera etapa se estableció el cultivo, para lo cual se realizaron las siguientes actividades específicas:

1. Preparación de las camas del cultivo.
2. Selección del material vegetativo
3. Aplicación de enmienda del suelo
4. Adquisición de material vegetativo
5. Instalación del sistema de riego
6. Plantación
7. Control de enfermedades
8. Riegos

Preparación de las camas del cultivo.

En esta parcela se evaluaron dos variedades de arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L), Biloxiy Sharblue, con un marco de plantación: 2.20 m entre cama y cama (de lomo a lomo del surco). Se evalúan también distancias de plantación de 0.60, 0.65 y 0.70. cm. entre planta y planta en condiciones de fertirriego.

El diseño experimental empleado es completamente aleatorizado con 6 tratamientos, cada uno con cuatro repeticiones. Para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos aplicará un análisis de varianza y una prueba de comparación de medias (Tukey al 5%)

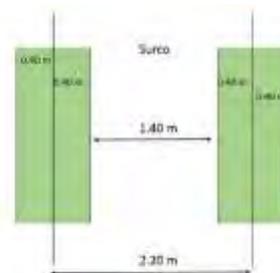


Figura 1- Diseño, trazo y construcción de camas para el establecimiento del cultivo

La preparación de la cama de cultivo es una de las fases más importantes para el desarrollo de la plantación, asegurando que el sustrato sea poroso y con buen drenaje, por ello se realizó un barbecho, rastreo y nivelación, posteriormente se hicieron las camas de cultivo y sobre estas camas se abrieron los surcos donde se colocó una mezcla de sustrato a base de corteza de pino y tierra de monte, sobre este sustrato se sembraron las plantas de arándano.



FOTO 2. Variedades Arándano en evaluación de (Biloxi y Sharblue) Aplicación de enmienda del suelo



FOTO 3. Aplicación de la enmienda a la cama de cultivo consistente en corteza de pino y tierra de monte

Adquisición de material vegetativo

En México el cultivo del arándano se ha estado explotando sin un paquete técnico basado en una investigación científica que contemple aspectos relacionados con las variedades más favorables.

El conocimiento de la evaluación de las variedades nos permite saber la interrelación del material genético con suelo y clima

Por lo que se buscó en diversos viveros del estado de Jalisco, plantas de buena calidad para realizar el establecimiento de la parcela de investigación, y así, en este estado se realizó la adquisición de este material vegetativo



FOTO 4. Plantas de arándano

Instalación del sistema de riego

Para la instalación del riego presurizado las tuberías que se utilizaran son fundamentalmente de PVC y cintilla de riego. El PVC que es rígido para las líneas principales y cintilla de riego es flexible y a la vez que resulta ser el material más barato para diámetros inferiores a 50 mm y lo utilizamos en la red secundaria. El conjunto de tuberías instalado es capaz de conducir, con la mayor eficiencia posible, el agua desde la fuente de abastecimiento hasta la planta misma. Para que ello ocurra, se efectuaron una serie de combinaciones de diámetros y tipos de tuberías.

El sistema de riego instalado esta en base al marco de plantación utilizado y consto de los siguientes componentes:

1. Red de conducción y distribución.
2. Emisores.



FOTO 5. Sistema de riego para las plantas de arándano establecidas

Plantación

Previo a la plantación se dio un riego hasta percollar en las camas de cultivo y con esto asegurar que el lugar de la plantación se encontrara con adecuada humedad.

Se realizó la plantación en las camas de cultivo a una distancia de 65 cm entre planta y planta. Antes de realizar esta se sumergió la planta con toda y bolsa en una solución de composta por un enraizado y fungicida preventivo.

Al plantar se tuvo cuidado de no cubrir el tallo con sustrato, es decir respetar el nivel de cubierta que traía la planta del cepellón original



FOTO 6. Sistema de riego para las plantas de arándano establecidas

Control de enfermedades

El cultivo ha presentado diversas enfermedades, para lo cual se han aplicado fungicidas a base de cobre como cupravit mix, así como también Bravo 720.

Actualmente se encuentra en el laboratorio de fitopatología del CIIDIR IPN UNIDAD OAXACA muestras de hojas para el diagnóstico correspondiente de las enfermedades presentes en la parcela, y así estar en posibilidades de planificar el manejo integrado de estas.

Riego al cultivo

El cultivo del arándano requiere en promedio de 2 a 2.5 lts de agua por planta (en los días más calurosos) y la frecuencia de riego cada tercer día.

Los días con menos calor evidentemente es menor el gasto. Por lo que es un cultivo que requiere menos agua en comparación por ejemplo de una planta de tomate, que requiere dos litros de agua diariamente.



FOTO 7. Los primeros arándanos producidos en la Mixteca y en Oaxaca

CONCLUSIONES

Se puede concluir que el conocimiento es útil cuando se aplica en el momento y en el lugar dónde se necesitan elaborar productos con calidad, garantizar la producción y aumentar la productividad para obtener mayores ingresos

para familias campesinas, emprendedoras y colaboradoras con las instituciones educativas, en este caso el Politécnico, involucrándose en los proyectos de investigación.

El proyecto formó recursos humanos, tanto en la institución como en el medio rural, acerca la tecnología para hacer más productivo el trabajo en la microempresa rural, dio asistencia técnica y difundió los resultados con crédito al IPN.

Cuando la innovación llega al medio rural, es posible elevar la calidad de vida de familias campesinas creando nuevas empresas con procesos eficientes en organizaciones innovadoras, existiendo la posibilidad de realizar nuevos experimentos entre empresas rurales, instituciones educativas y gobierno local.

El impacto de este trabajo fue social, educativo, tecnológico, económico y ecológico.

Referencias

- Escorsa, Pere y Jaume Valls (2001), Tecnología e innovación en la empresa-Dirección y Gestión, AlfaOmega, Colombia.
- INEGI, (2009), Resumen de los resultados de los Censos Económicos. México : INEGI.
- Manufactura inteligente. (s.f.). Obtenido: <http://www.manufacturainteligente.com/kaizen.htm>
- Marquis, Donald G. (1969), The anatomy of successful innovations. National Science Foundation, Technical Report.. <http://www.ejournal.unam.mx/rca/208/RCA20801.pdf>. [20 de Noviembre de 2002.]
- Ortiz Alfaro, Berenice Eréndira, (2006), Embedding Corporate Responsibility Principles in Research and Development Processes of Group R&D Vodafone, TUHH, Hamburgo.
- Ortiz Hernández Fernando E., Ortiz Hernández Yolanda D., Ortiz Alfaro Betsabé S, (2012) Innovación tecnológica incremental para la producción rural. Instituto Politécnico Nacional.
- Porter, M. 1992. Estrategia Competitiva. CECSA. México.
- Produktivne. (s.f.). Obtenido de <http://files.produktivne.sk/200000088-b568ab661d/Poka-yoke.JPG>
- Schumpeter, J. A., (1934), The Theory of Economic Development, Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Socconini, Luis. (2013), Lean Manufacturing paso a paso. Editorial Norma. México.
- Villaseñor Contrera, Alberto y Galindo Cota, Edber, (2007), Conceptos y reglas de Lean Manufacturing, LIMUSA, México.
- Womack, J.P y Jones, D.T. (2005), Lean thinking: cómo utilizar el pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa. Gestión 2000. España.
- Zárate, B.H., (2014), El Arándano: Un cultivo agroindustrial. Proyecto: SIP 20144174 La Manufactura Esbelta para el aumento de la productividad rural. ESIME CULHUACAN- CIIDIR IPN UNIDAD OAXACA

Características sociodemográficas del embarazo universitario en la UAEH, 2014

Asael Ortiz Lazcano¹

Resumen— La presente investigación tuvo como interés conocer cuáles fueron las causas que dieron origen a los embarazos de las universitarias en el año 2014. Existen teóricos que refieren que dichos embarazos tienen como antecedente el inicio precoz de una relación sexual, y está ligada en cierta medida con el noviazgo, aunque no necesariamente hay concatenación. Esta investigación toma como punto nodal la culpa sexual de las mujeres, a partir de los discursos sociales, religiosos, familiares, que les impactan, y la diferencia con la doble moralidad permitida a los hombres. Los resultados y hallazgos son interesantes, por ejemplo un 14.3% dijeron que estaban unidas o vivían en pareja, pero sus padres o familiares lo desconocían.

Un dato concluyente es que 83.2% de las alumnas universitarias alguna vez embarazadas refieren que no planearon su embarazo. La culpa sexual aparece en el discurso de las alumnas, cerca de cuatro de cada cinco (78.6%) dice que la sexualidad y su ejercicio es un derecho que ellas tenían para disfrutar, sin embargo un 18.6% refieren culpa moral o religiosa por ejercitar ese derecho, y casi la totalidad de este último grupo, no planeo su embarazo.

Palabras clave— embarazo, universitarias, sexualidad, culpa.

Introducción

Diversas investigaciones científicas refieren que el comportamiento sexual y reproductivo en los y las adolescentes y jóvenes, muestran que hay un inicio más temprano en la edad a las relaciones sexuales, y en la mayoría de los casos lo hacen desprovistos de información objetiva, oportuna y clara para ellos, en torno al manejo de la sexualidad, de las responsabilidades que implican la maternidad y la paternidad y del uso correcto de métodos anticonceptivos modernos. Este escenario, sin duda las expone a mayores riesgos de que se produzca un embarazo no planeado, un aborto provocado o el contagio de alguna enfermedad de transmisión sexual.

Para la OMS el embarazo durante la adolescencia es considerado un evento de riesgo, debido a las repercusiones que tiene sobre la salud de la madre y el producto, además de las secuelas psicosociales, y sobre todo el impacto sobre el proyecto de vida de los y las jóvenes. Algunos investigadores han encontrado que una variable de peso para que una adolescente se embarace, es el inicio precoz de una relación sexual, y está ligada en cierta medida con el noviazgo, aunque no necesariamente hay esa concatenación. Otros investigadores han encontrado como factores de riesgo para que los adolescentes comiencen de forma precoz su actividad sexual, entre ellos la situación socioeconómica baja, una orientación deficiente hacia los logros para el futuro, dificultades académicas, escasas oportunidades y escuelas deficientes (Klerman, 1993).

Pese a que muchos adultos consideran que el embarazo de una adolescente constituye un acontecimiento negativo para la vida, los jóvenes no necesariamente tienen la misma opinión. Por lo tanto, para diseñar un programa eficaz que prevenga los embarazos en las adolescentes hay que comprender profundamente la razón por la que algunas jóvenes aceptan el embarazo o no tienen ninguna conducta tendiente a evitarlo, a pesar de que estén teniendo relaciones sexuales.

El embarazo en la adolescencia es un evento que ha causado gran preocupación en varios países debido a las consecuencias negativas que se relacionan con él. En el aspecto demográfico en los últimos veinte años, los programas de planificación familiar implementados en México han generado importantes cambios, entre los que destaca un considerable descenso en las tasas globales de fecundidad. Este descenso no ha sucedido de manera homogénea en los diferentes grupos etareos de mujeres; aunque hay que subrayar que entre las mujeres menores de veinte años el descenso ha sido muy lento. Sin embargo un dato importante es que en México el 16% de los nacimientos anuales corresponden a mujeres de entre 15 y 19 años de edad (Stern, 2012).

Descripción del Método

Esta investigación busca relacionar el índice de culpabilidad sexual con la actividad sexual; así como el uso y no uso de métodos anticonceptivos en mujeres universitarias de entre 15 y 23 años al momento de ocurrir el embarazo. Se han excluido aquellas alumnas que vivían en pareja ya sea civil, concubinal o de otro tipo, pero que sus padres o familiares sabían de ello. Dentro de los datos exploratorios, se conoce que algunas jóvenes, dado que se hospedan en

¹ El Dr. Asael Ortiz Lazcano es Profesor Investigador de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México.
lazcano@uaeh.edu.mx

la ciudad de Pachuca y su zona metropolitana, viven con el novio, amigo, compañero, comparten los gastos de la casa, e incluso tienen relaciones íntimas entre ellos, pero sus padres no conocen esta conducta de sus hijas, y creen que viven con compañeras o solas.

Los datos se obtuvieron a través de tres momentos en la investigación, la parte cuantitativa mediante la aplicación de un cuestionario abreviado de conducta sexual y otras variables de corte sociodemográfico, a todas y cada una de las 293 alumnas universitarias embarazadas que decidieron tener sus hijos, estos embarazos acumulados en un lapso de 4 años. Una segunda sección de trabajo con entrevistas en profundidad –haciéndose 16 de estas entrevistas–, y una tercer parte se trabajó con cinco focus group. Se intentó demostrar que la mayor culpa sexual produce una inactividad sexual o inhibe el uso de métodos anticonceptivos cuando hay actividad sexual.

Los datos obtenidos permiten confirmar en parte la hipótesis, ya que existe una correlación entre culpa sexual e inicio de las relaciones sexuales, así como también se encontró relación entre culpa sexual y uso no uso de algún método anticonceptivo en mujeres sexualmente activas. También se contó con información que corrobora que tanto conocían de los métodos anticonceptivos, y la frecuencia de uso de métodos anticonceptivos. Se concluyó además, que es necesaria una mayor investigación en nuestro medio para determinar los factores a la base de la conducta sexual y el uso de métodos anticonceptivos. El trabajo de campo se realizó en el periodo del enero-mayo de 2014.

Resultados

El 85.7% de las alumnas al sufrir el evento embarazo estaban solteras, solo un 14.3% dijeron que estaban unidas o vivían en pareja. Es importante mencionar que aquellas alumnas que estaban casadas legalmente o vivían en concubinato, amasiato, u otra relación diferente, pero consensuada y conocida por sus padres, fueron omitidas en este levantamiento de información, dado que dichas personas tenían otra percepción en torno al embarazo, dada la relación de pareja.

Del total de alumnas restantes que se incluyeron en la presente investigación, un 14.3% de las alumnas que dijeron que vivían en pareja, se decidió dejar, dado que una mayoría se hospedaban en la ciudad de Pachuca o sus alrededores, y dicha unión no estaba autorizada ni tampoco era conocida por sus padres, o sabían de ella otros familiares. Incluso dentro de los grupos focales algunas alumnas refirieron que conocen a otras de sus compañeras que viven con sus novios, amigo con derechos, pero que los padres de ellas desconocen estos comportamientos. Incluso que cuando sus padres vienen a los lugares donde ellas se hospedan, los engañan llevándolos a las casas de otras de sus compañeras que sí viven solas o entre grupo de mujeres.

Por lo que hace al estado civil actual del total de alumnas, 55.5% se mantiene soltera, 27.7% está unida consensualmente, y 16.8% está casada civilmente. Con respecto a la edad a la primera relación sexual el grueso oscila entre 17 y 18 años con 47.9%, 23.5% con una edad menor a los 16 años, y 14.6% a una edad de 20 años y más. Es importante adelantar, que la mayoría de alumnas que dijeron tener una culpa sexual (82.3%), iniciaron relaciones sexuales de forma tardía, con respecto al resto de alumnas embarazadas.

Otro dato interesante es que un 93.3% de ellas se ha mantenido con un hijo nacido vivo hasta este tiempo, mientras que un 6.7% ya tiene un segundo o más hijos. Con respecto a su situación laboral al momento del embarazo, 89.1% de ellas no contaban con un empleo remunerado, situación que no ha variado mucho, ya que actualmente un 85.7% siguen sin trabajar asalariadamente, a pesar de tener un hijo procreado. Utilizando las redes familiares, específicamente de su familia de origen, como principal vehículo de manutención de ellas y sus hijos.

Por otra parte la edad promedio al primer novio es de 14.5 años, y que de acuerdo a diferentes teóricos, conforme se tiene un novio a edad más temprana, aumentan las posibilidades de tener relaciones sexuales y por ende un embarazo (Klerman, 1993). Por lo que hace a las parejas sexuales antes de embarazarse 12.6% dijeron que se embarazaron con la primera pareja sexual, 65.5% refirieron que se embarazaron de una segunda pareja sexual, 13.4% mencionaron haber tenido tres parejas sexuales, 7.6% dijeron que han tenido cuatro parejas sexuales y solo 0.9% mencionaron haber tenido 5 o más parejas sexuales.

Sin embargo al correlacionar las variables edad al primer novio y edad a la primera relación sexual, en el caso de las alumnas estudiadas, presentan una correlación positiva (0.436), es decir, a edades más tempranas de noviazgo, se presentaron edades más tempranas de la primera relación sexual.

De igual forma, correlacionando las variables edad del primer novio y sentimiento de culpa sexual, hay una correlación positiva débil de 0.191, es decir, sugiere que a menor edad de inicio de las relaciones sexuales había una menor culpa sexual. Correlacionando la edad a la primera relación sexual y el conocimiento de usar los métodos anticonceptivos antes del embarazo, la correlación negativa es de -0.284, lo que sugiere que las mujeres que iniciaron actividades sexuales a menor edad, ligeramente tenían menor información sobre métodos anticonceptivos.

La edad promedio al momento del embarazo fue de 19.4 años, sin embargo si revisamos la edad media de las mujeres europeas que dan a luz a su primer hijo, y la edad media de la maternidad, esta ha aumentado. Para 1999 la

edad media al nacimiento del primer hijo había superado los 28 años en Luxemburgo, Países Bajos, Suiza y el Reino Unido, para 2012 se han incrementado a cerca de los 30 años. Sin embargo en países como Irlanda y los Países Bajos, y si solo consideramos a las mujeres de nivel universitario, se incrementa a cerca de los 33 años.

Un dato revelador es que el 47.1% de los hombres era menor en edad que su pareja, en 16.0% de las parejas tanto el hombre como la mujer tenían la misma edad, y 37.0% de las parejas las mujeres eran menores que el hombre en edad. Un dato complementario es que se observa que estas alumnas, entre las edades de 15 a 19 años, sus parejas que las embarazaron fueron mayores que ellas, sin embargo, se observa que entre las edades de 20 a 23 años de las mujeres, su encuentra el mayor porcentaje de hombres más jóvenes que las alumnas que ellos embarazaron. Este resultado sugiere explorar por qué siendo con mayor edad y escolaridad, los embarazos proporcionalmente son con hombres jóvenes de menor edad que ellas.

Por otra parte, un 83.2% de las alumnas universitarias alguna vez embarazadas refieren que no planearon su embarazo, y solo 16.8% consideran que si lo tenían previsto, aunque no para ese momento, ya que comentaron que lo imaginaban en un mediano plazo. El Consejo Nacional de la Población (CONAPO) alerta que un 60% de los embarazos en mujeres de 15 a 19 años de edad no fueron planeados ni deseados, mientras que en el grupo de las universitarias analizadas aumenta hasta 83.2 por ciento.

Es interesante observar como de las alumnas que vivían con alguno de sus compañeros, novios, amigos con derechos, pero sin que sus padres conocieran de esa relación, un 47.1% de las alumnas embarazadas planearon dicho evento, mientras que solo un 11.8% de las alumnas que vivían solteras planeo su embarazo. Es importante observar que de los embarazos planeados, en un 85% las mujeres dicen haberlo planeado de forma conjunta con el novio o pareja, una de cada diez dice que lo planeo ella sola, y una de cada veinte dice que lo planeo la pareja y no ella.

Es interesante observar como de las alumnas que vivían consensualmente con algún compañero, en tres de cada cuatro casos el embarazo fue planeado por ambos, mientras que solo una de cada cuatro refiere que ella lo planeo. En el caso de las alumnas que estaban solteras, en un 91.7% refieren que ellas planearon el embarazo de forma conjunta con sus novios o parejas, mientras que un 8.3% dice que el embarazo fue planeado por el novio o pareja.

Por lo que hace al apoyo económico de los hijos, un 68.1% de las alumnas refieren que si recibió apoyo por parte de su novio o pareja, y un 67.2% de sus parejas continúan apoyándolas, lo que valida del 100% de embarazos planeados, en un 95% de ellos los hombres apoyaron y continúan haciéndolo para sus parejas ante dicho embarazo. Del 100% de los embarazos no planeados, un 62.6% de los hombres, les apoyan económicamente a sus parejas que resultaron embarazadas.

Otro dato interesante es que 26.9% de los hombres tienen hijos con otras mujeres, sin embargo este dato corresponde en mayor medida a los hombres que no planearon tener hijos.

Conclusiones y comentarios

Hablar de la construcción de la sexualidad en el caso mexicano, remite a un proceso heterogéneo y continuo, acicateado por distintos lenguajes, por la propia cultura, además de las formas de entender y aprender el entorno social. Esta diversidad de discursos es parte de un proceso amplio de transformación los mexicanos han y están experimentando, junto con la amalgama globalizante, la discusión religiosa, las propuestas moralistas tradicionales, las formas de entender la vida después de la vida, conjugadas con la liberación sexual la transformación de la intimidad propuesta por Guiddens entre otros elementos. Inherentemente los acompaña el avance de infecciones contagiadas por vía sexual, y sobre todo la nueva oleada laica que trata de frenar la propagación de contagio de VIH en jóvenes en edad adolescente, específicamente entre las edades de 15-19 años.

Esta relación de posmodernidad, impacta en la construcción de la sexualidad contemporánea, ya que tiene como antecedente un proceso histórico que ha contribuido en la forma de entenderla, vivirla, creando y recreando una doble moralidad histórica, una para los hombres y otra para las mujeres, y que en gran medida sigue vigente. A su vez confluyen otras aristas de cómo entender la sexualidad, que junto a la globalización, ha trastocado las estructuras tradicionales, a los jóvenes, las prácticas sexuales, así como el desvanecimiento de los discursos sociales tanto laicos como religiosos.

Además, también tiene importantes reverberaciones en la forma de cómo se entiende la virginidad, la iniciación sexual, las relaciones de pareja, y cómo se amalgaman en el contexto de esta diversidad de discursos que sirven como marcos para la construcción de su significado, y para negociar el valor de cada una de éstas.

Para la OMS el embarazo durante la adolescencia es considerado un evento de riesgo, debido a las repercusiones que tiene sobre la salud de la madre y el producto, además de las secuelas psicosociales, y el impacto sobre el proyecto de vida de los y las jóvenes, además que aún es elevado el número de embarazos no planeados que ocurren en la población adolescente, y representa un desafío para el país y para el estado de Hidalgo.

Un dato que se encontró y que se convalida, es que algunos investigadores han encontrado que una variable de peso para que una adolescente se embarace es el inicio precoz de una relación sexual, y está ligada en cierta medida con el noviazgo, situación que se confirmó en las jóvenes universitarias embarazadas (Klerman, 1993). También se comprobó que para muchos adultos consideran que el embarazo de una adolescente constituye un acontecimiento negativo para la vida, sin embargo las jóvenes no necesariamente tienen la misma opinión.

Un comportamiento interesante fue encontrar que un 14.3% dijeron que estaban unidas o vivían en pareja pero se encontró que dicha unión no estaba autorizada ni tampoco era conocida por sus padres, o sabían de ella otros familiares. Incluso dentro de los grupos focales algunas alumnas refirieron que conocen a otras de sus compañeras que viven con sus novios, amigo con derechos, pero que los padres de ellas desconocen estos comportamientos. Sin duda estos comportamientos generan posibilidades de embarazo.

Con respecto a la edad a la primera relación sexual el grueso oscila entre 17 y 18 años. Además Un 93.3% de ellas se ha mantenido con un hijo nacido vivo hasta este tiempo.

Por otra parte la edad promedio al primer novio es de 14.5 años, y que de acuerdo a diferentes teóricos, conforme se tiene un novio a edad más temprana, aumentan las posibilidades de tener relaciones sexuales y por ende un embarazo (Klerman, 1993). La correlación de las variables edad del primer novio y conocimiento para utilizar los métodos anticonceptivos antes del embarazo, mostro un resultado negativo débil de -0.191, es decir, sugiere que a menor edad de inicio de las relaciones sexuales había una menor culpa sexual.

La edad promedio al momento del embarazo fue de 19.4 años, muy similar a la edad casadera en México para las mujeres.

Un dato impactante es que 83.2% de las alumnas universitarias alguna vez embarazadas refieren que no planearon su embarazo, aun así, un 68.1% de las alumnas refieren que sí recibió apoyo por parte de su novio o pareja, y un 67.2% de sus parejas continúan apoyándolas.

Uno de cada tres hombres (26.9%) parejas de las alumnas embarazadas, tienen hijos con otras mujeres, sin embargo este dato corresponde en mayor medida a los hombres que no planearon tener hijos. La culpa sexual aparece en el discurso de las alumnas, cerca de cuatro de cada cinco (78.6%) dice que la sexualidad y su ejercicio es un derecho que ellas tenían para disfrutar. Un 18.6% refieren culpa moral o religiosa por ejercitar ese derecho, y casi la totalidad de este último grupo, no planeo su embarazo.

Datos indican que 74.1% de alumnas viven en casa de sus padres o familiares muy cercanos, lo que da un indicio de una economía que no permite una vivienda independiente, confirmándose dado que un 50% de las mujeres que dicen estar casadas viven con sus padres o sus suegros. Además que los ingresos tanto de la madre como el padre, son relativamente bajos.

Al cuestionarles cuál es el estado civil que tienen su padres, es interesante observar que el 35% de los hogares están dirigidos por mujeres, que son aproximadamente uno de cada tres. Un dato que parece cuestionables es que un 34.5% no estaba utilizando algún método anticonceptivo antes de que se embarazara. Pero al correlacionar el uso de métodos anticonceptivos e ingreso familiar, ésta es de tipo positiva (0.380), es decir, a mayor ingreso familiar, existe un mayor uso de métodos anticonceptivos en alumnas universitarias alguna vez embarazadas.

También es importante observar que de las mujeres que no planearon su embarazo, una gran mayoría (93.5%) de ellas refieren que no sabían utilizar adecuadamente los métodos anticonceptivos, y son este mismo bloque las que sentían en su mayoría una carga emocional de tipo religiosa o social, al tener relaciones sexuales, a sabiendas que en sus hogares se los tenían prohibido. La teoría que plantea Smith y la culpa sexual como elemento que interfiere en el uso de métodos anticonceptivos, parece confirmarse, a partir de una predisposición que se caracteriza por una expectativa generalizada de sentirse culpable por transgredir o anticiparse a transgredir estándares personales de conducta sexual, a partir de normas religiosas o morales.

Por ello es que estas mujeres iniciaron sus primeras relaciones sexuales relativamente más tardías que el grupo restante, y en el caso de las alumnas universitarias con culpa sexual, esta teoría se cumple acertadamente. También se encontró que un 35.3% de hombres parejas de éstas alumnas, no utilizaba algún método de planificación o control familiar.

Se corrobora que un 83.2% de mujeres no planearon su embarazo, dado que 78.2% no pensaban formar una familia en corto tiempo. Un 92.4% de las alumnas mencionan que eran regulares académicamente antes de embarazarse, y un 83.6% de mujeres comentó que no recibió ningún tipo de apoyo al momento de su embarazo, lo que sugiere que hay que trabajar para establecer programas de prevención en lugar de programas de ayuda sobre embarazo.

La falta de cuidado en los métodos anticonceptivos se corrobora cuando encontramos que un 24% de alumnas dicen que nunca le dieron importancia a los métodos anticonceptivos, y dentro de éste rubro se encuentran en una gran mayoría aquellas que dicen tener culpa sexual en torno a las relaciones de pareja.

Otro hallazgo interesante es que un 65.6% refiere que le dio mucha importancia a la opinión de los maestros y los docentes, y explica parcialmente el porqué, aunque un 83.2% de las alumnas no planearon sus embarazos, decidieron continuar con ellos. Esto porque ocho de cada diez considera que era una obligación responder por sus conductas, específicamente sostener relaciones íntimas, además que un 32.8% de las alumnas manifestaron que sus maestros les hablaron de maternidad responsable en el sentido de asumir los resultados de sus actos, esto es, continuar y llevar a buen término el embarazo.

La despenalización del aborto en México es aceptada por el 47.1% de las alumnas universitarias alguna vez embarazadas, y destaca que 30.3% de ellas refieren haber conocido a alguien (compañera suya o del instituto) que había tomado esa decisión.

Los resultados de los *focus group* revelan que sí hay culpa sexual, principalmente en alumnas del Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades, la cual se ajusta a la psicología freudiana con el “ideal del yo”. Por ende cuando no se cumplen las normas de la conciencia, se recibe un castigo interno en forma de culpa, y es entonces cuando la persona experimenta miedo a perder el amor o aprobación de los padres y su yo idealizado sufre una fractura emocional.

El tener un embarazo no planeado y a partir de los discursos “cumple y responde por tus actos”, influye de forma importante en que las alumnas deciden tener a su hijo. Para algunas de ellas significa un logro, el poder cuidar de su menor, a la vez que se concluye el programa académico, aunque para una gran mayoría, es algo que tendría que no haber pasado en ese tiempo.

También se encontró que el tema del aborto es candente aún en universitarias, al grado que las pocas que llegaron a pensar en tomar la opción del aborto, ahora se sienten inmorales por el simple hecho de ver el aborto como una opción. Una de las entrevistadas refiere que lo pensó, lo charló con su mamá, pero ella al escucharla le dejó de hablar por no asumir la responsabilidad, tal y como también lo referían los profesores y profesoras.

Las alumnas que sufrieron el evento embarazo y llegaron a término, también sufrieron desprecios y marginación por parte de la familia, expresando que se les consideró que habían defraudado la confianza de los padres, de la educación recibida. Lo que habla de las polifonías que las alumnas asumen en torno a los discurso de la sexualidad, la cultura mexicana tiene una hibridación en el tema de la sexualidad, en cómo entender la sexualidad, los diferentes discursos, el político, el de salud, el religioso, el escolar, la dimensión moral de la sexualidad el mal, lo sagrado y los rituales de la propia iniciación sexual.

La transición a la maternidad les ha representado un momento crítico, pero de madurez en torno a la vida, llena de dificultades de pareja, económicas, familiares, escolares, experimentando todas ellas un cambio de estilo de vida, así como crisis de estabilidad al asumir nuevas responsabilidades e incluso algunas decidieron abandonar temporalmente sus estudios, renovando más adelante sus intentos por tener éxito en su carrera y en la crianza de sus hijos.

El discurso sobre la experiencia y la petición de un mensaje a las mujeres universitarias no embarazadas concluyo en una invitación de actuar con responsabilidad y tener un proyecto de vida, cosa que muchas de ellas no lo tenían, e incluso no sabían de él. Se consensa que enfrentar un embarazo no planeado y estar estudiando, el hijo no es un obstáculo, pero es una carga pesada, que les faculta ahora sugerir: no se embaracen, cuidense, escojan un buen novio, entre otras muchas sugerencias.

También consensan: “estudien, terminen, esperen hasta que realmente tengan el grado de responsabilidad que se requiere para cuidar a un niño, porque por ejemplo yo ahorita que tengo a mis niños, me desvelo, aparte de ser responsable de ellos, tengo que ser responsable en la escuela y ellas no, solo tienen la responsabilidad de dedicarse a estudiar, entonces que lo aprovechen, que no es tiempo de tener hijos aun, hay más tiempo para que después se dediquen a ellos, que no tengan hijos a la par de la carrera”.

En ésta investigación se ha buscado elucidar que en la experiencia de los participantes concurren ecos poderosos de los significados del ejercicio de la sexualidad, como un asunto moral por el cual es preciso vigilarse a sí mismos. Para la gran mayoría de los entrevistados, la dimensión moral de la sexualidad es el resultado del proceso de secularización que México está viviendo, pero sobresale con fuerza la herencia del de dominio católico sobre las vidas de los individuos.

Los discursos sociales dominantes que compiten en la actualidad para definir el concepto, se entrelazan, se hibrida la discursividad social, y se construye dialógicamente una identidad, que justifica a las experiencias sexuales en sus cuerpos, y valida o castiga los placeres, deseos, intenciones. La sexualidad remite a discursos locales y sociales en términos de sumisión o resistencia, mediante la presencia de saberes alternativos o subyugados, y que van del placer al castigo divino. Están presentes los discursos morales dominantes de la sexualidad, con efectos que son un parte aguas en la vida de las alumnas: el embarazo, no deseado, que después se acepta, no planeado, y en ocasiones no apoyado por parte de los hombres que eran sus parejas, novios o amigos con derechos.

Las posibles explicaciones de las dinámicas culturales son subjetivas, complejas de dominio y sujeción, ambiguas, abigarrados de discursos modernos del individualismo, de la libertad sexual y de la elección personal.

Este primer acercamiento muestra la importancia de trabajar en planes y programas universitarios para disminuir el embarazo en alumnas de la UAEH, que sin duda, ayudará de sobremanera en la vida adulta de las alumnas universitarias.

Referencias

- Cabero Luis y Roura I. (2011) SOS Embarazos Adolescentes, La Esfera de los Libros, S.I. Madrid España.
- Cáceres, J. y Escudero, V. (2004) Relación de pareja en jóvenes y embarazos no deseados. Madrid: Pirámide.
- Castillo C., López, C. Muñoz, C. y Rivera, J. (1992) Una aproximación a la conflictiva de la adolescente soltera embarazada. Dirección General de Salud Reproductiva. Prevención del embarazo no planeado en la adolescencia. México.
- Consejo Nacional de Población (2010) Proyección de población en México 2010-2050: D.F., CONAPO.
- Cox J., Holden M, Sagovsky R. (2007) Detection of postnatal depression. Development of the 10-item Edinburgh Postnatal Depression Scale. Edinburg, London.
- Emans Jean Herriot (2000) Ginecología en pediatría y la adolescente. México. McGraw-Hill Interamericana.
- Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (2012) Instituto de Nacional de salud Pública, México D.F.
- Erikson, Erik (2000) El ciclo vital completado. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica.
- Escobar Muñoz (1995) Estudio Cualitativo de la experiencia de los padres adolescentes. ARS Chile, Santiago de Chile
- FEIM (2003) La adolescencia en Argentina, sexualidad y pobreza. Bs As.
- Fernández LS, Carro Puig E, Osés Ferrera D, Pérez Piñero J. (2004) Caracterización de la gestante adolescente [Versión online] URL disponible en: http://www.bvs.sld.cu/revistas/gin/vol30_2_04/gin02204.htm
- Freud, Anna (1980) El Yo y los mecanismos de defensa. Barcelona: Editorial Paidós Ibérica.
- Freud, Anna (2004) Psicoanálisis del desarrollo del niño y del adolescente. Barcelona: Editorial Paidós Ibérica.
- Geis, B. D., y Gerrard, M. (1984) Predicting male and female contraceptive behavior: A discriminate analysis of groups high, moderate, and low in contraceptive effectiveness. *Journal of Personality and Social Psychology*, 46, 669-680.
- Gerrard, M. (1987) Sex, sex guilt, and contraceptive use revisited: The 1980s. *Journal of Personality and Social Psychology*, 5, 975-980.
- Gerrard, M., Breda, C., y Gibbons, F. (1990) Gender effects n couples' sexual decision making and contraceptive use. *Journal of Applied Social Psychology*, 20, 449-464.
- Gerrard, M., Krylo, M., Reis, T. (1991) Self-esteem, erotophobia, and retention of contraceptive and AIDS information in the classroom. *Journal of Applied Social Psychology*, 21, 368-379.
- Hatcher, T. (2000) Contraceptive Technology. 11th rev. ed., New York : Irvington Publishers, p. 112. www.birthcontrol.org. Abril de 2000.
- Hernández Sampieri Roberto (2000) Metodología de la Investigación. Tercera Edición. McGraw-Hill. México.
- Ibarra ML (2013) Adolescencia y maternidad. Impacto psicológico en la mujer Revista Cubana de Psicología. Habana, Psic.Cuba.
- INEGI (2013) Embarazo adolescente en México. Datos obtenidos de México en cifras, Tasa de fecundidad de las adolescentes de 15 a 19 años de edad, [en línea], fecha de consulta marzo de 2013, en: <http://www.inegi.org.mx/sistemas/mapatematico/default.aspx>
- Krause J.L. (1988) Sexualidad Adolescente. Carta informativa Latinoamericana – Adolescencia y Juventud- año 4. No. 12. México.
- Klerman, Gerald (1993) Nuevas aplicaciones de la psicoterapia interpersonal. En revista American Psychiatric Press.
- Loe Leuisk David (1999) Adolescencia, Reflexiones Psicoanalista, editorial Lumen. Buenos Aires Argentina.
- Luster, T., y Small, S. (1994) Adolescent sexual activity: An ecological, risk-factor approach. *Journal of Marriage and the Family*, 56, 181-192.
- Memoria, Foro Nacional de Jóvenes por los derechos sexuales (2000) 1º Edición, Impreso por el Instituto Mexicano de la Juventud-SEP
- Molina, R. Luengo, X. y Toledo, V. (1994) Adolescencia: Tiempo de Decisiones. Canadá: Hermanas Santa Ana.
- Monroy, A (2000) Salud, sexualidad y adolescencia. Guía práctica para integrar la orientación sexual en la atención de salud de los adolescentes. México: Pax.
- Morales, J. F., Blanco, A., Huici, C., y Fernández, J. M. (2004) Psicología social y conducta sexual humana. Psicología Social Aplicada. Madrid: McGraw-Hill.
- Murray, J., Harvey, S. M., & Beckman, L. (1999) The importance of contraceptive attributes among college students. *Journal of Applied Social Psychology*, 19, 1327-1350.
- Muuss Rolf E. (2006) Teorías de la adolescencia., Editorial Paidós. Tercera edición, Buenos Aires, Argentina.
- Organización Mundial de la Salud (2012) Prevenir el embarazo precoz y los resultados reproductivos adversos en adolescentes en los países en desarrollo. Página electrónica: http://whqlibdoc.who.int/hq/2012/WHO_FWC_MCA_12_02_spa.pdf revisada 10 de enero de 2014.
- Ortigosa CE. Patricia YPJ. (2001) Diseño y evaluación de un curso educativo dirigido a madres de adolescentes embarazadas. *Gin.Obst.Mex. México D.F.*
- Ortigosa CE. Padilla PYJ. (2002) Necesidades educativas en Salud Perinatal en madres de adolescentes embarazadas. *Gin.Obst.Mex. México D.F.*
- Rank, Otto (2004) El doble. JCE Ediciones. Buenos Aires Argentina.
- PROMAJOVEN (2012) Embarazo adolescente y madres jóvenes en México, una mirada desde el Promajoven. Secretaría de Educación Pública, Editorial y Servicios Culturales El Dragón Rojo, México, D.F.
- Reis, J., y Herz, A. (1989) An examination of young adolescents' knowledge of and attitude toward sexuality according to perceived contraceptive responsibility. *Journal of Applied Social Psychology*, 19, 231-250.
- Rosenfield Allan (2004) Manual de Reproducción Humana. FIGO, España.
- Secretaría de Salud. (2000) Subsecretaría de Prevención y Control de Enfermedades. Secretaría de Salud, México D.F.
- Shaklee, H., & Fischhoff, B. (1990) The psychology of contraceptive surprises: Cumulative risk and contraceptive effectiveness. *Journal of Applied Social Psychology*, 20, 385-403.
- Smith, G., Eggleston, T., Gerrard, M., Gibbons, F. (1996) Sexual attitudes, cognitive associative networks, and perceived vulnerability to unplanned pregnancy. *Journal of Research in Personality*, 30, 88-102.
- Stern Claudio y García C. (1999) Hacia un Nuevo Enfoque en el Campo del Embarazo Adolescente. Reflexiones: Sexualidad, Salud y Reproducción. Ed. El Colegio de México.
- Stern Claudio (2008) Adolescentes en México: investigación, experiencias y estrategias para mejorar su salud sexual y reproductiva. El Colegio de México, México D.F.
- Stern Claudio (2012) El problema del embarazo en la adolescencia. El Colegio de México, México D.F.
- Ulanowicz M., Parra K., Wendler G., Monzón L. (2006) Riesgos en el embarazo adolescente. *Revista de Posgrado de la VI Cátedra de Medicina* 153: 13-17. Madrid.

Villanueva LA. Campos R. (2001) Conocimientos y prácticas anticonceptivas en adolescentes embarazadas. *Gin.Obst.Mex.*
Villanueva LA. Pérez-Fajardo MM. (2000) Factores socio-demográficos asociados a depresión en adolescentes embarazadas. *Gin. Obst. Mex.*

La planeación docente y su seguimiento con los Portafolios de Evidencias

M. en TIC Hugo Ortiz Quiroga¹, M. en TIC Zen Omael Robles Montero² y
M. en C. Ricardo Pérez Calderón³

Resumen—Este artículo presenta la propuesta del Sistema Integral del Seguimiento Académico de Portafolios de Evidencias (SISAPE) ya como la última fase de la implementación del proceso de la planeación de la asignatura y del proceso de la evaluación de la asignatura a través de portafolios electrónicos de evidencias, este sistema ayudará a mejorar la gestión de la información de los diversos actores involucrados en estos procesos didácticos de una Institución de Educación Superior (IES). A través del uso de las TIC, los docentes logran que su actividad sea planificada y estratégica a fin de lograr un ambiente ameno y significativo en el proceso didáctico, en este sentido las TIC han mejorado todos los procesos de cualquier actividad y no hay duda que también en lo Educativo, que entre sus diversas funciones, se destacan al menos dos: la planeación y la evaluación.

Palabras clave— Planeación, evaluación, portafolios, resultados, evidencias.

Introducción

La evolución de los procesos hace que se rompan paradigmas de comportamiento, en ese sentido (Pérez, 2008) indica lo siguiente “La constante globalización en la mayoría de los rubros, incluyendo el de la Educación, hace que todos los individuos y cualquier objeto involucrado en él, cambien radicalmente o evolucionen, rompiendo con esquemas tradicionales de comportamiento dentro del mismo proceso educativo y que con ello, las formas y las estrategias didácticas que se emplean deban ser mayormente eficientes para obtener y reconocer las diversas capacidades de los individuos (actores)”, sin duda alguna estos cambios tienen que ver con todos los aspectos de la vida tanto en la Sociedad, en la Tecnología, en la Educación, entre otras.

Por lo tanto, la globalización ha generado una sociedad de la información que cambia y multiplica las posibilidades de adquisición, gestión, actualización y acceso a cualquier tipo de dato a través del uso de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones mejor conocidas como TIC (Repáraz, 2001), las cuales son técnicas o tratamientos para el uso y transmisión de datos a través del empleo de la computación, Internet y las telecomunicaciones. En este sentido el desarrollo de software implementado dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje ayudará a la gestión de esa información en lo didáctico como en lo administrativo.

Sin duda alguna, el uso de las TIC ayuda a automatizar los innumerables procesos de las industrias, que de igual manera también ayuda a optimizar los procesos de enseñanza dentro de las Instituciones de Educación a cualquier nivel, por lo tanto la automatización del Modelo Educativo de la Institución puede apoyar de manera clara y precisa la gestión de cualquier información dentro de la operación de él, sin duda alguna los modelos educativos dentro de las instituciones ayudan al funcionamiento de ella. (Cerón, 2010), interpreta y reconoce las facetas de un Modelo Educativo: “Formador de personas, transmisor de conocimientos y cultura, igualador social, capacitador para el trabajo y, finalmente, forjador de futuro”. Por consiguiente, los modelos educativos de las Instituciones de Educación Media y Superior son gran soporte para la operación de ellas. Para el caso de estudio del presente proyecto, el conocimiento de este modelo permite al personal académico tener un panorama contextualizado de sus procesos que van desde lo general (cómo se diseña y se crea el currículo de la IES) hasta lo específico (cómo se elaboran los planes y programas de estudio, como se funcionan y que elementos lo conforman) y así estar en condiciones de distinguir todos los elementos propios del modelo para mejorar el proceso enseñanza y aprendizaje.

Descripción del Método

Para poder entender el funcionamiento del SISAPE en la figura 1 se describe el esquema general dirigido a usuarios tipo Administrador, con acceso a todos los módulos que componen el sistema, en donde se puede observar la secuencia de acceso que componen al Sistema.

¹ El M. en TIC Hugo Ortiz Quiroga es Profesor Investigador en la Universidad Politécnica del Valle de México, Tultitlan, Estado de México. hortiz.quiroga@gmail.com (autor correspondiente)

² El M. en TIC Zen Omael Robles Montero es Profesor Investigador en la Universidad Politécnica del Valle de México, Tultitlan, Estado de México. zen_montero@yahoo.com.mx

³ El M. en C. Ricardo Pérez Calderón es Profesor Investigador en la Universidad Politécnica del Valle de México, Tultitlan, Estado de México. rperez_calderon@hotmail.com

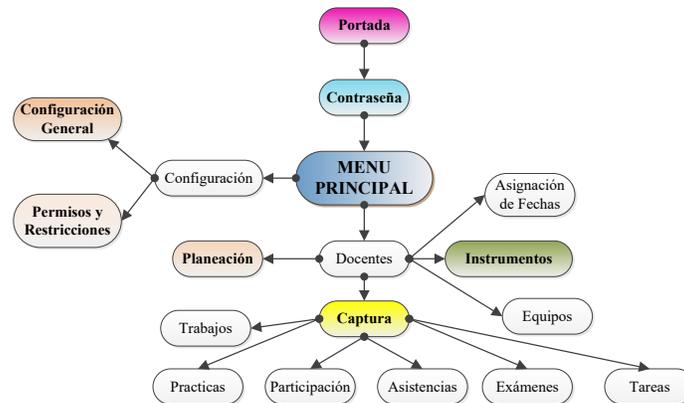


Figura 1. Esquema general del sistema.

El módulo Portada es el que sirve de enlace con el módulo Contraseña. Tan solo se usa una vez para mostrar los datos de la institución, el nombre del programa, la versión y la presentación inicial del sistema, la pantalla se muestra en la figura 2.



Figura 2. Pantalla de Login.

La pantalla Menú Principal proporcionará el acceso a cada una de las partes del programa y la salida del mismo; además de dar una pequeña información de la función de cada menú, la pantalla se ilustra en la figura 3.



Figura 3. Pantalla del Menú.

El módulo de configuración se divide en las siguientes pantallas y se ilustran en la figura 4:

- a) Alumnos: permite la captura de los datos personales del alumno
- b) Docentes: permite la captura de los datos personales del docente
- c) Calendario: permite configurar los eventos del calendario anual

- d) Ciclos: permite la captura de los ciclos escolares con sus respectivas fechas.
- e) Materia: permite la captura de las materias
- f) Grupos: permite la captura de grupos y la asignación de alumnos y materias
- g) Horarios: permite la captura de los horarios de los docentes.

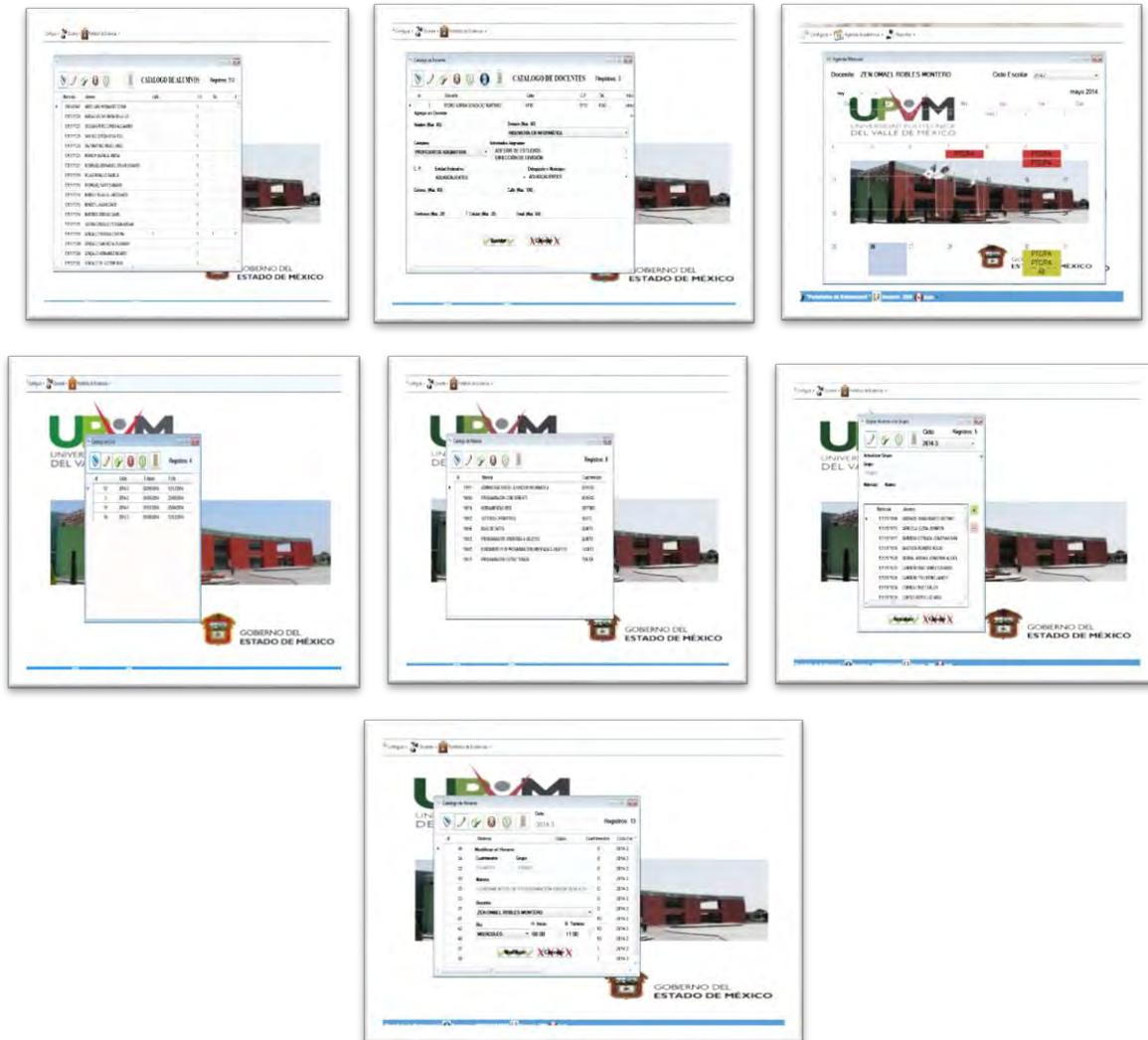


Figura 4. Diseño de las pantallas de Configuración General.

- El módulo de docentes se divide en las siguientes pantallas y se ilustran en la figura 5:
- a) Instrumentos de evaluación: sirve para capturar las listas de cotejos que se utilizarán para evaluar cada una de las actividades de las asignaturas.
 - b) Planeación es la que sirve para capturar cada inciso y parámetro requerido por la UPVM en los documentos PA y PE
 - c) Asignación de fechas de evaluación es la que sirve para asignar las fechas de cada una de las actividades de evaluación.
 - d) Equipos sirve para agrupar a los alumnos en equipos.

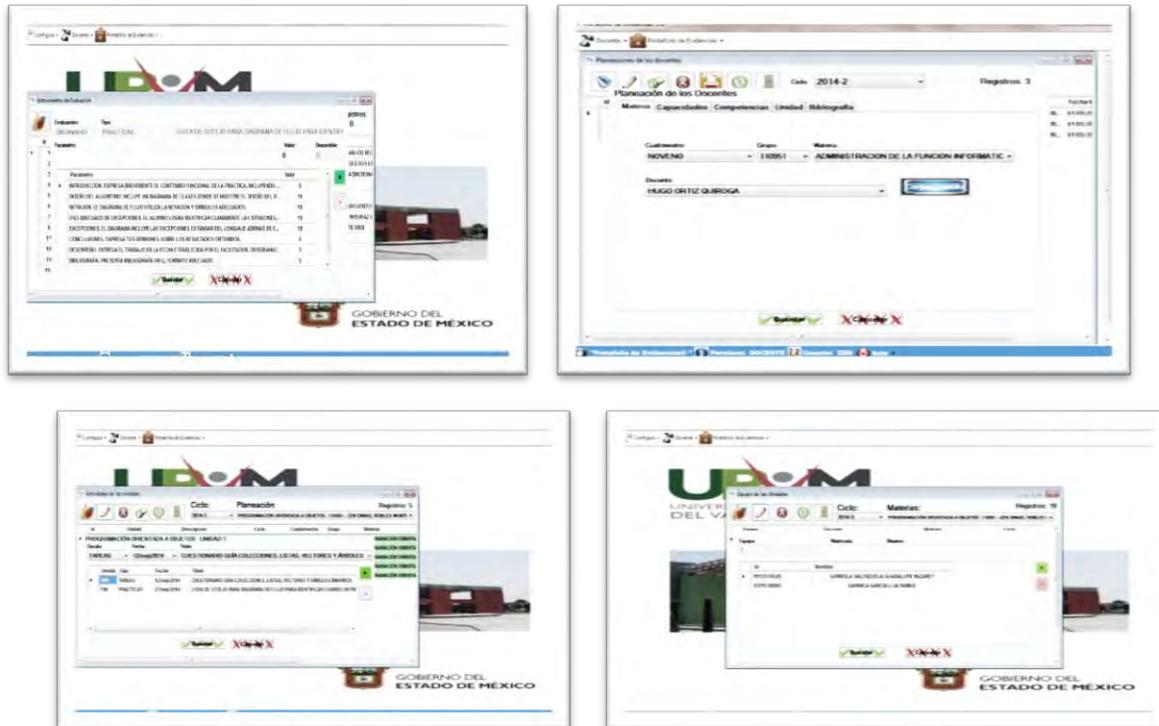


Figura 5. Pantallas de módulo de docentes.

Por último el módulo de portafolio de evidencias se divide en las siguientes pantallas y se ilustran en la figura 6:

- a) Captura: permite capturar asistencias, participaciones, y los resultados de las prácticas y los trabajos tanto individual como por equipos.
- b) Evaluación: permite evaluar los resultados de las actividades y obtener una calificación por unidad de los alumnos basándose en lo requerido por la UPVM en el documento RE.
- c) Consultas: permite consultar los resultados de los documentos y las evaluaciones de los alumnos.



Figura 6. Pantallas de módulo de docentes.

Comentarios Finales Resumen de resultados

Los resultados de esta investigación muestran que el SISAPE responde fundamentalmente a la solución de las necesidades de planeación y de evaluación en la UPVM. A través del SISAPE, los Directores de División y los Presidentes de Academia pueden contar con una herramienta que les facilite la gestión del seguimiento al realizar la verificación de la planeación de clases aportando indicaciones o dando sugerencias y cambios en caso necesario. El

sistema puede adecuarse para que otras instituciones que utilicen el modelo EBC y que tengan necesidades similares para que lo usen posiblemente mediante algunas modificaciones en la codificación y el diseño.

El SISAPE sirve como una propuesta para elevar la calidad de los procesos de las Instituciones Educativas a través del desarrollo, de la implementación y de la integración de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones que en la actualidad están vigentes. Este desarrollo puede servir de base para que en un futuro se realicen sistemas con la misma propuesta e incluso se pueda enriquecer su funcionalidad para ambientes computacionales.

Conclusiones

Los procesos de la planeación de la asignatura y de la evaluación se agilizan con el uso del sistema y aumenta la calidad del proceso de enseñanza y aprendizaje a través del seguimiento puntual por las autoridades correspondientes a estos dos procesos.

En la actualidad las tendencias sobre Educación en México tienden al uso de dispositivos móviles (tabletas, celulares, entre otros), el SISAPE es capaz de adaptarse a las necesidades específicas que en un futuro se demanden. Para lograr este objetivo será necesario realizar un escalamiento tecnológico para poder estar en la vanguardia de la Educación de México y así aplicar la planeación de forma transparente y en tiempo real. El resultado de la escalabilidad será un nuevo sistema para cualquier dispositivo móvil que permita realizar estos procesos y cubrir las futuras necesidades de los docentes en las nuevas tendencias de la Educación.

Referencias

Cerón Aguilar, S. (2010). Un modelo educativo para México. Consulta realizada el lunes 06 de julio del 2015. Disponible en: <http://www.stf.com.mx/publicaciones/files/1.pdf>

Perez, R. (2010), "Experiencias en los Actores bajo el modelo educativo basado en competencias". XVI CONGRESO AMSE-AMCE-WAER Monterrey – 2010, Pág. 980.

Repáraz A. Ch., José Ignacio Mir Montes, y Fernando García Fernández (2001). Globalización: nuevas prácticas educativas. Consulta realizada el sábado 6 de noviembre. Disponible en <http://www.unav.edu/web/estudios-sobreeeducacion/articulo?idArticulo=1100165>

Notas Biográficas

El M. En Tics. Hugo Quiroga Ortiz. Este autor es profesor de tiempo completo de la UPVM, en el Estado de México, Terminó sus estudios de posgrado en TICS en la UPVM. Ha publicado artículos en relación a su especialidad la programación.

El M. en Tic. Zen Omael Montero Robles. Este autor es profesor de tiempo completo de la UPVM, en el Estado de México, Terminó sus estudios de posgrado en TICS en la UPVM. Ha publicado artículos en relación a su especialidad la programación.

El M. en C. Ricardo Pérez Calderón. Este autor es profesor de tiempo completo de la UPVM, en el Estado de México, Terminó sus estudios de posgrado en ciencias en Informática en la UPIICSA. Ha publicado artículos en relación a su especialidad la programación y las bases de datos.

APENDICE Plan de Asignatura

PLAN DE ASIGNATURA									
NOMBRE DE LA ASIGNATURA: Diseño de Redes de Computadoras									
NOMBRE DEL PROFESOR: M. en G. Luis Gustavo Salazar Vázquez									
CAPACIDADES A DESARROLLAR EN LA ASIGNATURA:									
Que el alumno adopte tecnologías de redes de comunicaciones para interconectar redes WAN y LAN.									
COMPETENCIAS BÁSICAS Y GENERICAS									
(1) Capacidad de administración, análisis y síntesis (1)			(2) Capacidad de investigación (2)			(3) Capacidad de comunicación (3)			(4) Capacidad de resolución de problemas (4)
(5) Capacidad de análisis y síntesis (5)			(6) Capacidad de trabajo en equipo (6)			(7) Capacidad de liderazgo (7)			(8) Capacidad de innovación (8)
(9) Capacidad de comunicación (9)			(10) Capacidad de resolución de problemas (10)			(11) Capacidad de análisis y síntesis (11)			(12) Capacidad de trabajo en equipo (12)
(13) Capacidad de liderazgo (13)			(14) Capacidad de innovación (14)			(15) Capacidad de resolución de problemas (15)			(16) Capacidad de análisis y síntesis (16)
UNIDADES DE APRENDIZAJE									
UNIDADES DE APRENDIZAJE	TÓPICOS DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE	CRITERIOS DE DESEMPEÑO	EVIDENCIAS	ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE (CONTENIDOS CONCEPTUALES BÁSICOS)	HORAS TEÓRICAS	HORAS PRÁCTICAS	PODERACIÓN
1. Wans y Routers	1 Redes WAN	El estudiante es capaz de:	• Elaboración de prácticas de laboratorio	• Uso adecuado del equipo físico	• Evidencias de Producto	• Realizar las actividades indicadas en las notas del curso	1	2	3
	1.1 Introducción a las redes WAN	a) Identificar las organizaciones responsables de los estándares WAN	• Aplicación de conocimientos	• Aplicación de conocimientos	• Evidencias de Desempeño	• Realizar la práctica No. 1 del manual de prácticas del estudiante.			
	1.2 Introducción a los routers de una WAN	b) Explicar la diferencia entre una WAN y una LAN y el tipo de direcciones que utiliza cada una de ellas.	• Exposición con presentaciones	• Desarrollo de metodologías	• Evidencias de Conocimiento	• Realizar la práctica No. 1 del manual de prácticas del estudiante.			
	1.3 Los routers en las LANs y WAN	c) Describir la función de un router en una WAN	• Resolución de problemas y prácticas simuladas por parte del instructor			• Un análisis de la estructura de una tabla de enrutamiento y el proceso por medio del cual un ruteador determina la ruta y conmuta paquetes.			
	1.4 La función del router en una WAN	d) Identificar los componentes internos del router y describir sus funciones.				• Solucionar de manera correcta, con un mínimo de 70%, el cuestionario teórico correspondiente esta unidad			
	1.5 El enfoque de la Academia en las actividades prácticas	e) Describir las características físicas de un router.							
	1.6 El enfoque de la Academia en las actividades prácticas	f) Identificar los puertos comunes de un router.							
	1.7 Componentes internos de los routers	g) Conectar, correctamente, los puertos de Ethernet, de WAN serial y de consola.							
	1.8 Características físicas de los routers								
	1.9 Conexiones externas del router								

Plan de Evaluación

PLAN DE EVALUACIÓN						
UNIDADES DE APRENDIZAJE	TÓPICOS DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE	RESULTADOS DE APRENDIZAJE	EVIDENCIAS	INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN	PODERACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN	
1	Wans y Routers	1 Redes WAN	a) Identificar las organizaciones responsables de los estándares WAN	Realizar la práctica No. 1 del manual de prácticas del estudiante. Instrumento de evaluación de desempeño	ED-01	70%
		1.1 Introducción a las redes WAN	b) Explicar la diferencia entre una WAN y una LAN y el tipo de direcciones que utiliza cada una de ellas.			
		1.2 Introducción a los routers de una WAN	c) Describir la función de un router en una WAN			
		1.3 Los routers en las LANs y WAN	d) Identificar los componentes internos del router y describir sus funciones.			
		1.4 La función del router en una WAN	e) Describir las características físicas del router.			
		1.5 El enfoque de la Academia en las actividades prácticas	f) Identificar los puertos comunes de un router.			
		1.6 El enfoque de la Academia en las actividades prácticas	g) Conectar, correctamente, los puertos de Ethernet, de WAN serial y de consola.			
2	Introducción a los routers	2.1 Operación del software Cisco IOS	a) Describir las funciones del IOS	Realizar la práctica No. 2 del manual de prácticas del estudiante. Práctica de laboratorio 2.B.3: Resolución de problemas de rutas estáticas. Instrumento de evaluación de desempeño	ED-04	70%
		2.1.1 Funciones del software Cisco IOS	b) Describir el funcionamiento básico del IOS			
		2.1.2 Interfaz de usuario del router	c) Identificar algunas características resaltantes del IOS			
		2.1.3 Modos de interfaz de usuario	d) Identificar los métodos para establecer una sesión de interfaz de línea de comando (CLI) con el router.			
		2.1.4 Características resaltantes del software Cisco IOS	e) Pasar del modo de usuario ejecutivo (EXEC) al EXEC privilegiado y viceversa.			
2.1.5 Operación del software Cisco IOS		Un ensayo de la operación y funcionamiento de las rutas estáticas con interfaces de salida, la ruta por defecto y la ruta sumarcada.	ED-05	70%		
2.2 Activación de un router						

Registro de Evaluación

F-CA-CUP-25 REGISTRO DE EVALUACIÓN									
NOMBRE DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE									
No.	NOMBRE DEL ALUMNO	EV. DIAGNOSTICA	EVALUACIÓN FORMATIVA			EVALUACIÓN SUMATIVA			CALIFICACIÓN
			INSTRUMENTO 1	INSTRUMENTO 2	INSTRUMENTO 3	INSTRUMENTO 1	INSTRUMENTO 2	INSTRUMENTO 3	
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
19									
20									

Norma ISO 9001:2008 aplicada a la fabricación de licor de Damiana

Jonathan Nicolás Ortiz Ramírez, MC Raquel Valdez Guerrero, MC. Carmen Julia Angulo Chinchillas, MARH.
Isela Margarita Robles Arias.

Resumen— La Norma ISO 9001:2008 aplicada a certificación de procesos y cumplimiento de requisitos para satisfacer las necesidades del cliente, consiste en una serie de normas inherentes a la calidad, aplicable a cualquier organización de cualquier giro. Basada en los 14 principios de Deming puede ser diseñada e implementada para organizaciones grandes y pequeñas dedicadas a ofrecer productos y/o servicios. En los sistemas gerenciales, el entendimiento de los elementos de los sistemas de calidad ofrece las perspectivas necesarias para poder diseñar sistemas de gestión así como prácticas administrativas eficientes y eficaces para tomar las decisiones correctas en los negocios que deseen mejorar. Considerar la aplicación de la Norma en la fabricación de productos artesanales como es el licor de Damiana, posibilita acceder a mercados más competitivos.

Palabras clave— Mejora continua, procesos, calidad, sistemas, gestión.

Introducción

El conjunto de normas y estándares internacionales que se interrelacionan entre sí para hacer cumplir los requisitos de calidad que una empresa requiere para satisfacer los requerimientos acordados con sus clientes a través de una mejora continua, de una manera ordenada y sistemática es una oportunidad para que una empresa de este giro como es la fabricación artesanal del licor de Damiana analice sus procesos en busca de la mejora y de lograr estándares de calidad de exportación de sus productos. Los estándares internacionales contribuyen a incrementar la efectividad de los productos y servicios que los consumidores requieren para satisfacer las necesidades de la vida cotidiana. Nos ayudan a asegurar que dichos materiales, productos, procesos y servicios son los adecuados para sus propósitos. Debido a la demanda en el consumo de los productos y la falta de ingresos deseados para la empresa, se ve la posibilidad de implementar un Sistema de Gestión de la Calidad para la aceptación de los nuevos productos en para exportación y con esto aumentarla satisfacción de nuevos mercados, con ello aumentar ventas y reducir costos de comercialización.

Esta planta es originaria de regiones de México, América central, América el sur y Estados Unidos. Es una planta de gran tamaño de más del metro y medio de altura, es de un color verde fuerte con hojas ovaladas y singulares, aunque por lo que más resalta esta planta es por las flores que produce, que son de un amarillo intenso. Su aporte nutricional ofrece nutrientes como el ácido ascórbico, los minerales, además de hierro, cromo, cobalto y zinc. Junto a esto la Damiana nos brinda otros beneficios como los taninos, semejantes a los de la uva, la cafeína, la fibra que ayuda a mantener el organismo en perfectas condiciones, con sus componentes como la clorofila y vitaminas como las del grupo de vitamina B. Entre esto hay que destacar los aceites esenciales que tan beneficiosos son para el buen mantenimiento celular del organismo.

La Damiana se tiene constancia que se usaba en las antiguas culturas precolombinas. Por ejemplo los mayas las utilizaban para mejorar la salud general del organismo, pero sobre todo por su acción afrodisíaca. De ahí que se la conociera durante tiempo como la planta de la pasión, ya que mejora la potencia sexual y la frigidez, debido a que es un potente vasodilatador que nos ayudará a despertar el deseo y mantener la fortaleza física para la realización del acto sexual. Es una planta que no es muy conocida pero quienes la conocen dan crédito a sus calidades.

Pero no solo sus efectos se quedan ahí, sino que ayuda a aumentar el número de espermatozoides y la calidad de los mismos, así como en el caso de las mujeres ayudará a regular la menstruación y mantener un aparato reproductor en perfecto estado. Otra función es la que tiene sobre el sistema nervioso, pues es un potente estimulador del mismo, facilita el despertar más los sentidos y conseguir unas mayores y mejores sensaciones.

Sus efectos estimulantes actúan en casos de decaimiento, de desgana, e incluso en cuadros depresivos. De ahí que sea una planta recomendada en estos estados para activar la estimulación del cuerpo y de nuestro estado de ánimo. Pero no solo sus efectos son a nivel nervioso, sino que hay que tener en cuenta su alto poder diurético y drenante, que ayuda a mantener un perfecto estado de la salud. A esto hay que sumar su aporte de fibra, que sirve para evitar el estreñimiento.

La implementación del sistema de calidad en esta empresa en la fabricación artesanal del licor de Damiana se busca obtener beneficios como: Mejora de la estructura e integración de las operaciones, mejora la comunicación y calidad en la información, definición clara de las responsabilidades dentro de la empresa así como prevención de problemas, además de beneficios para los consumidores en cuanto a costos de los productos dado que pueden bajar considerablemente y al mismo tiempo, atraer a nuevos clientes que puedan confiar totalmente en el consumo de los productos, puesto que hablar de una certificación es asegurar la calidad de los mismos. Se busca además que los beneficios se extiendan a toda la empresa, dado que un diagnóstico permite identificar las oportunidades de mejora para la organización.

A través de un análisis FODA, se pueden detectar ventajas, desventajas, necesidades y oportunidades que la empresa tiene y necesita mejorar o eliminar para poder mejorar la organización y facilitar la implementación del sistema.

Descripción del Método

Tipo de investigación

Hipotético deductivo con enfoque mixto.

Descriptiva dado busca reflejar o documentar las operaciones y condiciones presentes para poder descubrir en qué situación se encuentra la organización y su entorno al llevar a cabo la recopilación de la información y analizar los datos para describir y ofrecer una explicación. En la presente investigación se detectan las necesidades referidas a la implementación idónea del SGC para Productos Arari, lo cual se llevó a cabo mediante un diagnóstico.

Recopilación y organización de la información.

Se inició una recopilación de información con por medio de una entrevista con el gerente de la organización a fin de conocer sobre sus planes para la producción e incrementar las ventas y su distribución. Además de administrar las ventas y mejorar los productos para llevarlos a la exportación y con la certificación lograr la aceptación total de los productos.

Se llevó a cabo la observación el área de producción para conocer el proceso y procedimientos de trabajo, tipo de organización y la forma en la que se comunican al área administrativa sus procesos de control para la adquisición de la materia prima.

Para el área administrativa y contable se observó cómo llevan los procesos de: compra de la materia prima, venta de producto, relación con proveedores y proceso de distribución de los productos. Se observó que para su distribución solo se efectúa en las instalaciones y que más bien la comercialización de lleva a cabo por medio de los consumidores que ya conocen el producto y que asisten muchos extranjeros a las instalaciones a la compra del producto.

Procesamiento de la información.

Se llevó a cabo un concentrado de la información para proceder a incorporarla a la matriz de análisis.
Ver Tabla 1

Tabla 1.- Matriz FODA

<p>Fortalezas</p> <p>Experiencia en la fabricación del producto</p> <p>Buena calidad</p> <p>Imagen</p> <p>Instalaciones adecuadas para la producción</p> <p>Innovación de producto</p>	<p>Oportunidades</p> <p>Lograr la certificación para su exportación</p> <p>Promocionar el producto para permear a otros consumidores nivel local, regional o extranjero</p> <p>Buscar proveedores por medio de las TIC.S</p> <p>Diseñar catálogo de puestos</p> <p>Estandariza la producción</p>
<p>Debilidades</p> <p>Procesos no documentados</p> <p>Comunicación interdepartamental deficiente</p> <p>No se utiliza la mercadotecnia</p> <p>Precio elevado</p> <p>No tiene perfil de puestos</p>	<p>Amenazas</p> <p>Que nuevas empresas encuentren una oportunidad de negocio del mismo giro</p> <p>Diversidad de proveedores de envases</p> <p>Materia prima suficiente solo por temporadas</p>

Resumen de resultados

Una vez realizado el análisis se hace una propuesta de mejora Ver Tabla 2, en donde las oportunidades se han convertido en objetivos estratégicos para implementación.

Tabla 2.- Propuesta de mejora

Objetivo	Método	Responsable	Plazo	Recursos	Indicador
Certificación mediante SGC ISO Norma 9001-2008	Diseñar el manual de Calidad Diseño de los procedimientos	Encargado del área de Calidad	5 meses	Computadora material de oficina	100% de procedimientos terminados
Promocionar el producto para permear a otros consumidores nivel local,	Diseñar una página de internet para informar sobre las bondades del producto	Contratar un experto en diseño de paginas	3 meses	Contrato, disposición de recursos económicos.	1 página publicada de internet

regional o extranjero					
Buscar proveedores por medio de las TIC.S	Contar con un mínimo de 10 proveedores a fin de asegurar la materia prima	Área de compras	1 mes	Computadora, contar los lineamientos para efectuar las compras	Catálogo de proveedores
Diseñar catálogo de puestos	Llevar a cabo las entrevistas con los diferentes trabajadores de los diferentes puestos y niveles para diseñar los perfiles de puestos	Área de Recursos Humanos	3 meses	Computadora y material de oficina	Catálogo de puestos
Materia prima suficiente solo por temporadas	-Disponer de almacén amplio a fin de asegurar la materia prima para elaboración del licor. -Hacer pruebas de laboratorio para usar la Damiana deshidratada en la elaboración del producto.	Producción	1 año	Laboratorio y equipo propio para el proceso.	Proceso productivo diseñado.

Una vez elaborada la propuesta de mejora de a diseñado:

El objetivo y alcance de la empresa para el Sistema de Gestión de la Calidad.

Se estableció la política de calidad para la organización

Se han elaborado los procedimientos como la marca el Manual del Sistema se Gestión de la Calidad:

- Control de documentos
- Control de registros
- Revisión por la dirección
- Acciones correctivas y preventivas
- Comunicación interna
- Quejas y sugerencias
- Auditoria interna
- Manual de Calidad

Conclusiones

Los resultados demuestran que para la fabricación de los productos artesanales como es el caso del licor de Damiana, importante es que conserven la esencia de su fabricación como un atractivo importante, pero sin dejar de lado y tomando en consideración que existen mercados de consumidores muy selectivos para este tipo de productos a nivel internacional, y que es importante considerar normas de certificación que aseguren que el consumo de este tipo de productos se haga de forma confiable otorgando un proceso productivo certificado bajo normas y estándares internacionales

Bibliografía.

- <http://www.promexico.gob.mx/productos-mexicanos/> (Consultado: 2014, septiembre)
- <http://www.normas9000.com/que-es-iso-9000.html> (Consultado: 2014, octubre)
- [file:///C:/Users/METROID/Downloads/ISO_9001-2008\(ES\).pdf](file:///C:/Users/METROID/Downloads/ISO_9001-2008(ES).pdf) (Consultado: 2014, octubre)
- http://www.iso.org/iso/iso_9000 (Consultado: 2014, noviembre)

Simulación del Flujo de Temperatura en un Horno para Rotomoldeo Tipo Shuttle

M.I. Arquímedes Ortiz Rivera², Ing. Marcos Miguel Lais Gómez¹, Dr. José Luis Carrera Escobedo²
M.C. Juan Carlos Gutiérrez Villegas²,

1. *Miraplástek S.A. de C.V.*
2. *Universidad Politécnica de Zacatecas*

Resumen— En el presente trabajo muestra los análisis del comportamiento del flujo de aire en dos tipos de secciones internas circular y octagonal, de un horno para el proceso de moldeo rotacional. Los análisis realizados se enfocan en determinar la distribución de temperatura debido al flujo de aire al interior de los hornos, la cual debe ser uniforme y evitar fugas de aire. Como herramienta de análisis se usó la simulación numérica del sistema, donde las soluciones de las ecuaciones de conservación de masa, momento y energía en un dominio discretizado permitieron la obtención de campos de temperatura y velocidad. En este caso, se consideró un horno de tamaño comercial de 4 metros de diámetro específicamente del tipo Shuttle. Los resultados obtenidos en la simulación se comparan con datos reales tomados con termopares colocados al interior de un horno.

Palabras clave—Rotomoldeo, Temperatura, Simulación, Horno

Introducción

En la actualidad, la tecnología y el entorno comercial se encuentran en constante cambio, mismo que sugiere desarrollo de productos innovadores y relaciones de estrategias de producción (1). La manufactura ha tomado un papel importante en el desarrollo económico de México. Las actividades secundarias, donde se encuentra la manufactura, se ubican en el segundo lugar con el 35.7% del producto interno bruto (PIB) nominal. De éste porcentaje, la industria de la transformación del plástico y del hule ocupa el 12° lugar con 2.7% (2). Aunado a lo anterior la industria manufacturera actual se enfrenta a la necesidad de mejorar la calidad de sus productos, disminuir los costos, acortar los tiempos de diseño y fabricación. Por tal razón la alternativa es emplear las herramientas computacionales para integrar las etapas del diseño, en el desarrollo de un producto nuevo. En el diseño de una máquina o cualquier producto, el proceso que tiene lugar entre la conceptualización y la fabricación no es sencillo, ya que en ocasiones es necesario realizar una serie de iteraciones para llegar a la solución final (3)

El moldeo rotacional, es un proceso de transformación del plástico relativamente nuevo comparado con el termoformado, inyección, soplado y extruido. Estos procesos ocupan el 12° lugar con el 2.7% (2); sin embargo, va en aumento debido a que sus productos tiene alto grado de duración, resistencia y flexibilidad en el diseño (3). El proceso de moldeo rotacional, también conocido como rotomoldeo, consta de cuatro etapas: llenado del molde, calentamiento, enfriamiento y vaciado del molde (4). Esto se muestra en la figura 1.

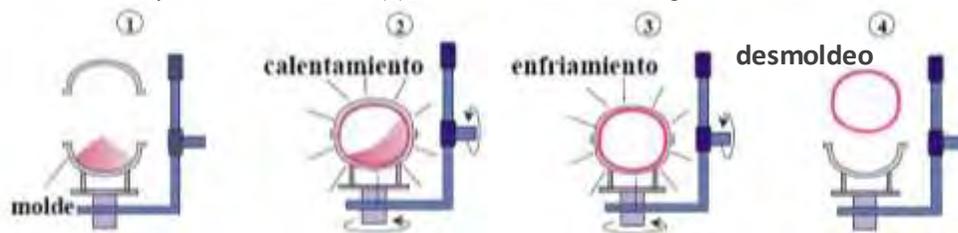


Figura 1. Proceso de moldeo rotacional

En la actualidad, la mayoría de los fabricantes de hornos tipo *shuttle* para el proceso de moldeo rotacional tienen en sus diseños secciones cilíndricas y octagonales; cada uno apuesta a tener el mejor en cuanto a eficiencia de calentamiento interno. En la práctica, por la forma y el proceso, estos diseños tienen espacios donde no es necesario aplicar calor, mismo que incrementa el tiempo ciclo del producto a procesar. La distribución del caudal del aire dentro del horno debe ser uniforme y así evitar zonas muertas donde se puedan presentar fugas de aire o el freno del flujo; por falta de una adecuada presión del ventilador o la obstrucción de componentes (6).

Los materiales más utilizados para este proceso son algunas clases de polímeros termoplásticos, incluyendo en su mayoría diferentes grados de Polietileno (7), siendo éste un 90% de todos los polímeros más usados para el

rotomoldeo. El policarbonato, nylon, polipropileno, poliésteres insaturados, ABS, acetal, acrílicos, celulósicos, epoxis, fenólicos, fluorocarbonos, polibutilenos, poliestirenos, poliuretanos y siliconas representan menos del 3% del mercado [9]. El procesamiento de estos materiales es diferente al igual que su aplicación, por eso la cantidad baja en su utilización en el mercado.

Los hornos utilizados para el rotomoldeo son relativamente simples comparados con otros procesos de transformación de plásticos (como inyección, soplado, extrusión, etc.). En su mayoría, se utiliza un horno de convección forzada para el calentamiento interno, usando principalmente como fuente de energía la combustión de gas, aceite o electricidad (8). Las temperaturas de horneado oscilan de 400° a 850° F (270° a 454°C), esto depende del tamaño y espesor de pared del producto a procesar. Los hornos deben estar lo más aislado posible para minimizar pérdidas de calor que pudieran generarse durante el proceso. En su interior, cuentan con ventiladores y extractores para una distribución uniforme del aire caliente y así evitar zonas muertas (9).

Específicamente los hornos tipo *shuttle* figura 2, contiene dos brazos independientes, cada brazo entra y sale del horno para pasar a la estación de enfriamiento y carga-descarga, siendo estas operaciones un sólo espacio de trabajo. La eficiencia de este diseño de doble carro, consiste en que el horno siempre se mantiene ocupado; ya que mientras un brazo se encuentra en horneado, el otro está en enfriamiento o carga-descarga, lo que hace este tipo de máquinas más versátiles que tipo carrusel (5).



Figura 2. Horno de Rotomoldeo tipo *shuttle*.

Descripción del Método

La geometría de hornos analizados son dos: sección circular y octagonal, figura 3. El tamaño de ambos hornos es de 4 metros de diámetro en su interior (sección útil de trabajo). En el movimiento de giro en ambos sentidos (radial y axial) los moldes dentro del horno generan una superficie esférica, la cual equivale al espacio útil necesario para poderse procesar y formar la pieza deseada.

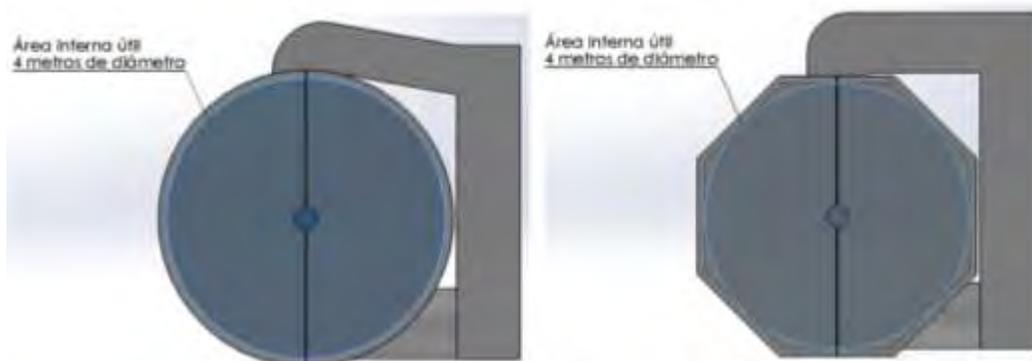


Figura 3. Horno de sección cilíndrica (lado izquierdo) y sección octagonal (lado derecho), ambos 4 metros de diámetro de área útil de trabajo.

El software utilizado para el desarrollo de la simulación es *SolidWorks*®, esto por la rapidez con la que cuenta para el modelado de piezas en 3D, además del entorno de trabajo del software, la flexibilidad de entrada de parámetros (condiciones de frontera) y la velocidad de obtención de datos son capacidades que ayudan a resolver el análisis planteado. Las condiciones de operación del horno y las condiciones de frontera de entrada para el análisis se indican en la Tabla 1.

Condición de Frontera	Magnitud
Velocidad de gases de combustión a la salida del quemador	20 [m/s]
Velocidad de gases de combustión a la entrada del extractor	15 [m/s]
Presión atmosférica dentro ambiente	101325 [Pa]
Temperatura a la entrada del horno	528 [K]

Tabla 1. Condiciones de Frontera

Para el horno de sección circular, el modelo consiste en un mallado de 225,829 nodos formados por celdas cuadriláteras (Figura 3.4 (a)), para el horno sección octagonal se generó un mallado de 226,436 nodos (Figura 3.4 (b)).

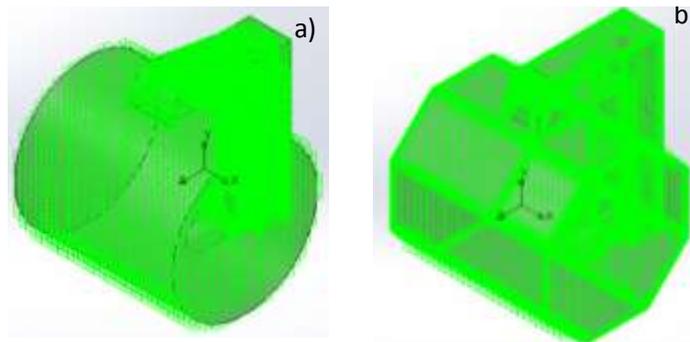


Figura 4. Mallado de hornos, a) sección circular y b) sección octagonal.

Como parte de la validación de los resultados obtenidos en la simulación, se procede a la toma de temperaturas dentro del horno, para esto, se diseña y construye una estructura con 9 diferentes puntos para verificar la medición de temperatura al interior del horno. En sus extremos, se ubica un termopar tipo j de dos hilos con un rango de medición de 273 a 1023 K (0° a 750 °C). La estructura es colocada en 5 posiciones diferentes a distancias equidistantes, dentro del horno, para obtener las temperaturas en secciones diferentes, figura 5

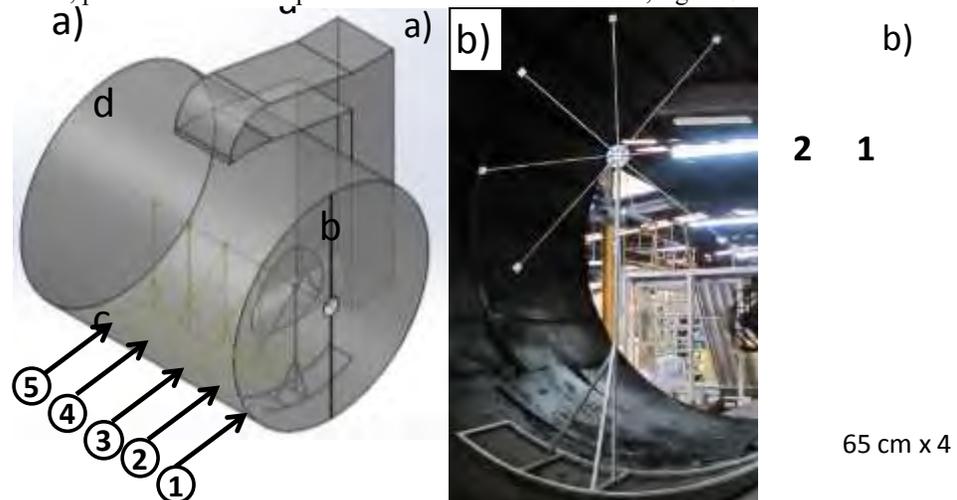


Figura 5. a) Representación de las 5 posiciones para la toma de temperatura dentro del horno. b) Estructura para la toma de temperatura en el horno.

En la Figura 6 se muestra la distribución de aire caliente dentro del horno de sección circular mediante líneas de corriente en base a la temperatura (izquierda). Se secciona en 5 partes uniformemente distribuidas el horno (derecha), cada una con 9 puntos diferentes de medición, el valor obtenido en cada punto se muestra en la tabla 2.

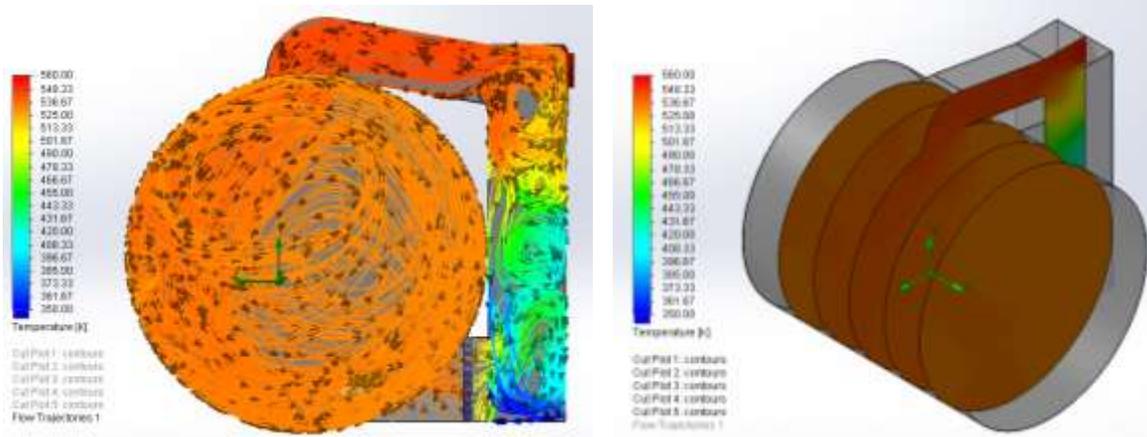


Figura 6. Distribución del flujo de temperatura en el interior del horno de rotomoldeo con sección circular en 5 diferentes posiciones

Sección	Temperaturas (K)								
	a ₂	a ₁	b ₂	b ₁	c ₂	c ₁	d ₂	d ₁	e
1	530.64	530.94	531.02	531.06	532.44	532.85	533.38	531.46	532.03
2	531.97	531.42	531.81	532.58	533.74	534.56	535.36	534.7	531.87
3	534.75	531.82	532.29	532.83	533.29	534.3	536.65	538.16	532.12
4	533.03	531.66	532.03	532.65	533.11	534.39	535.98	535.51	531.99
5	531.02	531.14	531.62	532.17	533.04	532.73	533.62	532.2	531.55

Tabla 2. Temperaturas obtenidas del horno sección circular

En la Figura 7 se muestra la distribución de aire dentro del horno de sección octagonal, mediante líneas de corriente en base a la temperatura (izquierda). Se secciona en 5 partes uniformemente distribuidas el horno (derecha), cada una con 9 puntos diferentes de medición, el valor obtenido en cada punto se muestra en la tabla 3.

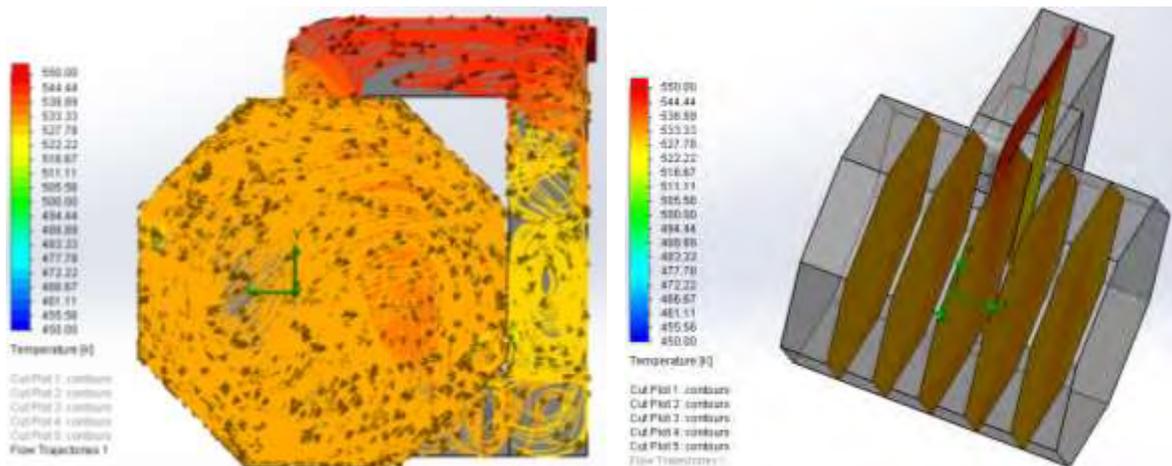


Figura 7. Distribución del flujo de temperatura en el interior del horno de rotomoldeo con sección octagonal en 5 diferentes posiciones

Sección	Temperaturas (K)								
	a ₂	a ₁	b ₂	b ₁	c ₂	c ₁	d ₂	d ₁	e
1	531.99	532.00	531.19	531.71	532.53	531.37	530.98	531.91	532.59
2	532.04	534.18	533.67	534.14	532.66	531.72	531.3	530.88	532.56
3	533.65	536.75	534.9	534.17	532.12	531.54	531.31	531.28	531.69
4	531.79	534.57	534.99	534.06	531.61	530.84	530.95	531.00	531.07
5	530.38	531.05	532.46	532.75	531.01	530.29	530.62	530.48	530.18

Tabla 3. Temperaturas obtenidas del horno sección octagonal

Resultados

Del análisis realizado se concluye que existen zonas internas dentro de los hornos donde los gases calientes de combustión no alcanzan a distribuirse uniformemente, por lo que el calentamiento interno no es totalmente homogéneo. En la parte central de ambos hornos, que es donde principalmente es llevado a cabo el proceso de rotomoldeo, existe la mayor cantidad de gases y una temperatura elevada a diferencia de las demás secciones. El tener zonas dentro del horno con poco calentamiento, genera que los ciclos de producción aumenten en pequeña proporción debido a que es necesario mantener una temperatura homogénea durante el ciclo y no puede ser lograda hasta que los diferentes espacios internos se encuentren a la temperatura de operación.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos mediante la simulación por computadora, son bastante parecidos a los datos obtenidos mediante la toma de datos al interior de un horno comercial tipo Shuttle con termopares, por lo cual el modelo realizado resulta valido.

En conclusión se tiene que en el horno sección octagonal presenta una distribución homogénea del aire caliente; de igual forma, se tienen temperaturas altas en la zona principal donde el proceso es llevado a cabo respecto al horno sección octagonal, esto hace que la transferencia de calor sea mejor y se obtengan piezas buenas de producción (Figura 8).

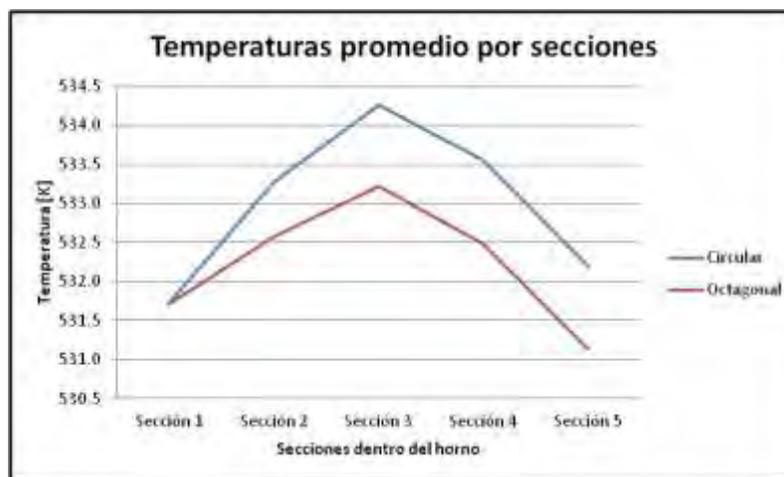


Figura 8. Gráfico de comparación de temperaturas entre el horno sección circular y octagonal

Referencias Bibliográficas

1. *Systematic innovation and the underlying principles behind TRIZ and TOC*. **Stratton, R. and Mann, D.** 1-3, 2003, Journal of Materials Processing Technology, Vol. 139, pp. 120-126.
2. **INEGI**. Producto interno bruto nominal del tercer trimestre de 2011. [En línea] 2011. [Citado el: 18 de febrero de 2015.] <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/comunicados/pibcorr.asp>.
3. *Rapid product development — an overview*. **Bullinger, H.J., Warschat, J. y Fischer, D.** 2000, Computers in Industry, págs. 99-108.
4. **Sánchez, Marisol**. Innovación en rotomoldeo en México. *Prezi*. [En línea] 2013. [Citado el: 11 de Febrero de 2015.] http://prezi.com/pj2zjckfy898/copy-of-rotomoldeo/?utm_source=website&utm_medium=prezi_landing_related_solr&utm_campaign=prezi_landing_related_author.
5. **Crawford, Roy and Throne, James**. *Rotational molding technology*. Norwich : Plastics desing library/William Andrew Publishing, 2002.
6. **Cacuango Alba, Danny Fabricio y Jácome Mena, Julio Santiago**. *Diseño y simulación de un rotomoldeador con un diámetro de horno de 2400 mm y brazos centrales rectos con capacidad máxima de 1000 Kg*. Quito : Universidad Politécnica Salesiana Sede Quito, 2013.
7. *Selective reinforcement of LLDPE components produced by rotational molding with thermoplastic matrix pultruded profiles*. **Greco, A., Romano, G. y Maffezzoli, A.** 2014, Composites: Part B, Vol. 56, págs. 157-162.
8. **Marcilla Gomis, Antonio y Beltrán Rico, Maribel**. *Tecnología de polímeros: procesado y propiedades*. Primera edición. s.l. : Alicante: Universidad de Alicante, 2012.
9. **LyondellBasell**. A Guide to Rotational Molding. [En línea] 2014. [Citado el: 29 de Abril de 2015.] <http://www.lyondellbasell.com/techlit/techlit/Brochures/Guide%20to%20Rotational%20Molding%205717.pdf>.

Notas Biográficas

Ing. Marcos Miguel Lais Gómez, es Ingeniero Mecánico Agrícola por la Universidad Autónoma Chapingo. Es Jefe de Ingeniería de Manufactura en la empresa Miraplástek S.A. de C.V., dedicándose principalmente a las actividades de proceso y manufactura de partes rotomoldeadas. Actualmente cursa el posgrado de Maestría en Manufactura Avanzada en Ciateq Aguascalientes.

M.I. Arquímedes Ortiz Rivera, es Ingeniero Mecánico por la Universidad Autónoma de Zacatecas, Maestro en Ingeniería Mecánica por la Universidad de Guanajuato. Es Profesor Investigador en la carrera de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Politécnica de Zacatecas desde el 2006, con perfil PROMEP desde el 2006.

M.C. Juan Carlos Gutiérrez Villegas, es Ingeniero Electromecánico por el Instituto Tecnológico de Tlaltenango, Maestro en Ciencias, por el CINVESTAV, unidad Jalisco. Profesor investigador en la carrera de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Politécnica de Zacatecas desde el 2005.

Dr. José Luis Carrera Escobedo, es Ingeniero Mecánico por la Universidad Autónoma de Zacatecas, Maestro en Ingeniería Mecánica y Doctor en Ingeniería Mecánica por la Universidad de Guanajuato. Es Profesor Investigador en la carrera de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Politécnica de Zacatecas desde el 2010, con perfil PROMEP desde el 2012

Modelo Paramétrico de una Broca para Perforación en Roca Mineral

M.I. Arquímedes Ortiz Rivera¹, Dr. Set Vejar Ruiz¹, Dr. Cesar Guzmán Valdivia¹, M.C. Mario Alberto García Ruiz¹

1. Universidad Politécnica de Zacatecas

Resumen: En la actualidad, la tecnología y el entorno comercial se encuentran en constante cambio, mismo que sugiere desarrollo de productos innovadores y sus consecuentes relaciones con estrategias de producción. Con la evolución creciente de las herramientas de cómputo, proporciona métodos y herramientas para mejorar las prácticas de diseño de un nuevo producto. Durante la aplicación del proceso de diseño de un dispositivo, es importante poder realizar cambios que puedan representarse de manera casi inmediata, para lo cual, en este trabajo se plantea la creación de un modelo paramétrico, de una broca para perforación en roca mineral, de tal forma que con solo modificar algún parámetro sea posible modificar las dimensiones del modelo. Se establecen las relaciones y restricciones geométricas del modelo de tal forma de forma conveniente para obtener un nuevo modelo para un posterior análisis o simplemente visualizar los cambios al modelo.

Palabras clave—Paramétrico, Diseño, Broca, Roca

Introducción

El diseño de ingeniería se puede definir como el proceso de aplicar las diversas técnicas y principios científicos con el objeto de definir un dispositivo, un procesos o un sistema con suficiente detalle para permitir su realización, de acuerdo (1), se exponen en detalle las etapas del proceso de diseño, las cuales al final producen una o varias soluciones, para ser sometidas a los criterios de evaluación que permitirán decidir si se trata de la mejor solución. (2). Por otra parte se denomina diseño paramétrico a la resolución del problema de asignar la mejor combinación de valores posible a todos los parámetros necesarios para describir el objeto de diseño (3); es decir el término paramétrico proviene de las matemáticas y se refiere al uso de parámetros o variables que permiten definir, manipular o modificar, un dibujo, un diseño en base a parámetros definidos mediante una ecuación o sistema de ecuaciones (4). Con base a la definición anterior y con la evolución creciente de las herramientas computacionales, está proporcionando métodos para mejorar las prácticas de diseño de un nuevo producto (5). Por tanto con el uso de herramientas de computo como los sistemas CAD, CAE y CAM, hace posible realizar el modelo, validación y fabricación de un diseño antes de su fabricación permitiendo realizar modificaciones, además de disminuir el uso de recursos materiales y energéticos antes de su fabricación.

Específicamente la minería en el estado de Zacatecas México, es y ha sido un pilar en el desarrollo económico (6). La perforación de las rocas dentro del proceso de extracción del mineral, es la primera operación que se realiza y tiene como finalidad abrir orificios dentro de la pared de roca, con la distribución y geometría adecuada, para alojar las cargas de explosivo. Para realizar esta operación existen una gran variedad de herramientas, constituidas generalmente por: adaptadores de culata, manguitos, varillas de extensión y **brocas** (7). De la gran variedad de herramientas que existen para realizar la perforación en roca mineral, existen dos tipos esenciales de herramientas, las penetradores y las de arrastre o rotativas (8). Las brocas con insertos de carburo de tungsteno, como se muestra en la figura 1, los insertos se distribuyen sobre la superficie permitiendo una mejor adaptación a la perforación con rotación, obteniéndose velocidades de avance superiores respecto a las brocas de pastillas. Además presentan una mayor resistencia al desgaste, debido no sólo a la forma de los botones sino incluso a la sujeción más efectiva al cuerpo de la broca fabricada de acero (9)

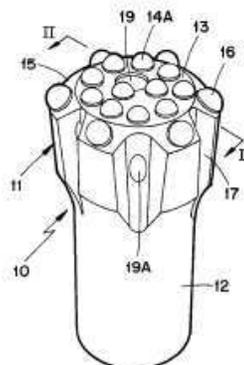


Figura 1. Brocas con insertos de carburo de tungsteno para perforación en roca mineral (9)

En el diseño de un dispositivo es importante realizar cambios que puedan representarse de manera casi inmediata, para lo cual, en este trabajo se plantea la creación de un modelo paramétrico de una broca para perforación en roca mineral, considerando las variables geométricas más relevantes. De tal forma que con solo modificar algún parámetro el modelo se modifique casi de manera automática el modelo base, de tal forma que sea viable obtener un nuevo modelo para realizar un análisis, realizar una simulación de las trayectorias de corte o simplemente mostrar al cliente la apariencia del producto.

Materiales y Métodos

El diseño es una tarea compleja que requiere muchas habilidades. Es necesario subdividir grandes relaciones en una serie de tareas simples. La complejidad del tema requiere una secuencia en la que las ideas se proyectan, se evalúan y se presentan (1). El diseño paramétrico es un recurso innovador, aplicable a diferentes escalas: al diseño industrial, a la arquitectura y al urbanismo. La técnica de modelado paramétrico es útil cuando el modelo geométrico se debe cambiar con frecuencia durante el proceso de diseño. Los cambios geométricos de una pieza o modelo, pueden influir en varios procesos posteriores, su aspecto, montaje con algún otro dispositivo, los procesos de fabricación a realizar, entre otros. De esta manera se potencia la posibilidad de examinar variantes sin la necesidad de rehacer cada vez el trabajo de representación. Esto exige un cambio en los hábitos de trabajo del diseñador que debe incluir la definición de las relaciones, de la lógica que hace coherente su diseño, como fase imprescindible en su proceso de diseño. Dentro de un modelo paramétrico, cada entidad posee parámetros asociados. Estos parámetros controlan las diversas propiedades geométricas de la entidad, tales como su longitud, anchura, altura, radio, etc. También controlan la ubicación de estas entidades en el modelo y cómo las entidades se relacionan entre sí. Los parámetros pueden ser modificados por el operador para crear la geometría deseada (10).

Algunas ventajas que presenta un modelo paramétrico son las siguientes:

- Es posible comenzar con un simple modelo conceptual con los mínimos detalles.
- El empleo de restricciones geométricas, restricciones y dimensionales combinan para definir las relaciones del diseño
- Un modelo compuesto por varios elementos, de los cuales puede contener partes, ensambles y dibujos, se pueden modificar con el simple hecho de modificar un parámetro o valor.
- Es posible explorar rápidos cambios y evaluar diferentes alternativas de diseño para determinar la mejor opción.
- Es posible crear una base de datos de una serie de diseños

Como paso fundamental al momento de comenzar con la creación de un diseño es la organización del dibujo, el cual suele ser un factor poco considerado, especialmente por los principiantes, un uso correcto de las dimensiones, color, restricciones (11). Como primer paso se realizó el modelo de la broca en 3 dimensiones en un software de CAD, con el objetivo de visualizar con mayor detalle la broca, en la figura 2 se muestra el modelo en CAD de la broca, El software utilizado para el desarrollo de la simulación es *SolidWorks®*, esto por la facilidad y versatilidad para la creación de dibujos en 3D, además es posible crear y relacionar ecuaciones que definan al modelo.



Figura 2. Modelo de CAD de una broca para perforación de roca mineral

En el enfoque paramétrico el diseñador comienza por establecer las relaciones entre las partes, construye su diseño a partir de estas relaciones y modifica estas relaciones a partir de la evaluación y selección de los resultados obtenidos. De forma general para la elaboración del modelo de broca para perforación en roca mineral se realizaron los siguientes pasos:

- Dibujar la geometría general del cuerpo de la broca para definir la ergonomía respecto al montaje de la barra de sujeción
- Definir los parámetros y las referencias principales del modelo de la broca.
- Diseñar las piezas y el producto del tamaño en al menos 3 diferentes tamaños de brocas

La base del diseño paramétrico es la generación de geometría a partir de la definición de una familia de parámetros iniciales y la programación de las relaciones formales que guardan entre ellos. Un parámetro es un dato que es tomado como necesario para analizar o valorar una situación. A partir del parámetro, una determinada circunstancia puede entenderse o situarse en perspectiva. Para las matemáticas, un parámetro es una variable que permite identificar, en una familia de elementos, a cada uno de ellos mediante su valor numérico. Un parámetro estadístico es una función definida sobre los valores numéricos de una población. Se trata, por lo tanto de un valor representativo que permite modelizar la realidad.

Para el caso de las brocas con insertos de carburo de tungsteno existe gran una variedad de familia, tomando una muestra del tipo de broca llamada broca R32 (1 1/4), para la cual existen 4 modelos diferentes, como se muestra en la figura 3.

Bits	Flushinghole, mm		Buttons, mm		Angle	Dimensions D	
	Front No Size	Gauge No Size	Front No Size	Gauge No Size		mm	in
RT300 button bit, type 52							
	1x5	2x6	2x9	5x10	35°	43	1 11/16"
	1x5	2x6	2x9	5x11	30°	45	1 3/4"
	1x6	2x7.5	2x9	5x11	35°	48	1 7/8"
	1x6	2x7.5	2x10	5x12	35°	51	2"

Figura 3. Diversos tipos de brocas comerciales para perforación de roca mineral.

De la figura 3 se puede observar que varía el diámetro del inserto, el ángulo del cuerpo de la broca, por lo cual en el dibujo de CAD se establecen los siguientes parámetros principales.

- El diámetro externo de la broca
- El diámetro de la cara frontal de la broca
- El ángulo de inclinación de la broca
- El diámetro de las cavidades para alojar los insertos de carburo de tungsteno
- La longitud del cuerpo de la broca
- El diámetro del cuerpo de la broca

En el modelo de CAD se identifican y definen las dimensiones que controlan los parámetros de interés. Con las cotas identificadas se genera una tabla de diseño, en la cual se declaran las variables y las cotas necesarias para modificar el modelo. En la figura 4, se muestra el modelo de CAD, con las cotas que definen las dimensiones del modelo, el siguiente paso es establecer las relaciones entre las cotas en una tabla de diseño, de tal forma que solamente modificando los datos de la tabla bien activando el modelo requerido automáticamente se crea el nuevo modelo de la broca. En la figura 4 se muestra la configuración de la tabla de diseño y de las cotas definidas en la tabla de diseño

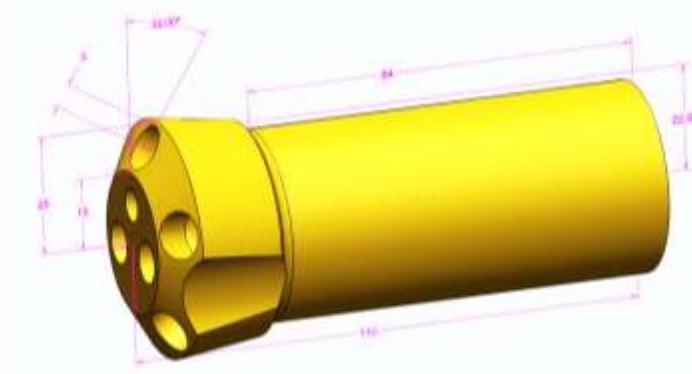


Figura 4. Modelo de CAD de la broca para perforación en roca mineral con la cotas que definen el tamaño

Con el fin de demostrar las relaciones definidas en el modelo de CAD, se establecen tres tamaños, los cuales son, tamaño inicial, pequeño y grande. Mediante la creación de relaciones entre las cotas es posible definir más tamaños, sin embargo para fines prácticos y demostrativos solo se definen tres tamaños; las dimensiones establecidas se muestran en la tabla 1, cabe señalar que los datos también pueden almacenarse en una hoja de cálculo, de tal forma que si se modifica alguno de los datos de la tabla, el modelo de CAD también se modifica, obteniendo una nueva opción de producto, teniendo la opción de agregar más datos en la hoja de cálculo para obtener más modelos, en caso de ser necesario

	D2@Croquis1	D4@Croquis1	D5@Croquis1	bit@Croquis2	cuerpo@Croquis1	Longitud@Croquis1	Diametro@Croquis1	Unidades
Inicial	15	25	32	5	84	110	22.5	mm
Grande	14	25.5	35	5.5	80	120	23	mm
Pequeño	16	24.5	30	4.5	82	100	22	mm

Tabla 1. Parámetros para el modelo inicial

Para realizar los cambios en el modelo de CAD, es posible hacerlo mediante dos formas, el software de CAD, *SolidWorks*®, permite ir almacenando los datos de las diferentes piezas de CAD, de acuerdo a las configuraciones establecidas, de tal forma que solo con seleccionar el modelo que se requiera se obtiene una pieza nueva; o bien es posible crear un vínculo con una hoja de cálculo, en la cual se tienen los parámetros almacenados para cada modelo definido y con solo modificar alguno de los parámetros se modifica el modelo de CAD, obteniéndose una piezas nueva. En la figura 5 se muestra las vistas frontal y lateral con los 3 modelos de CAD.

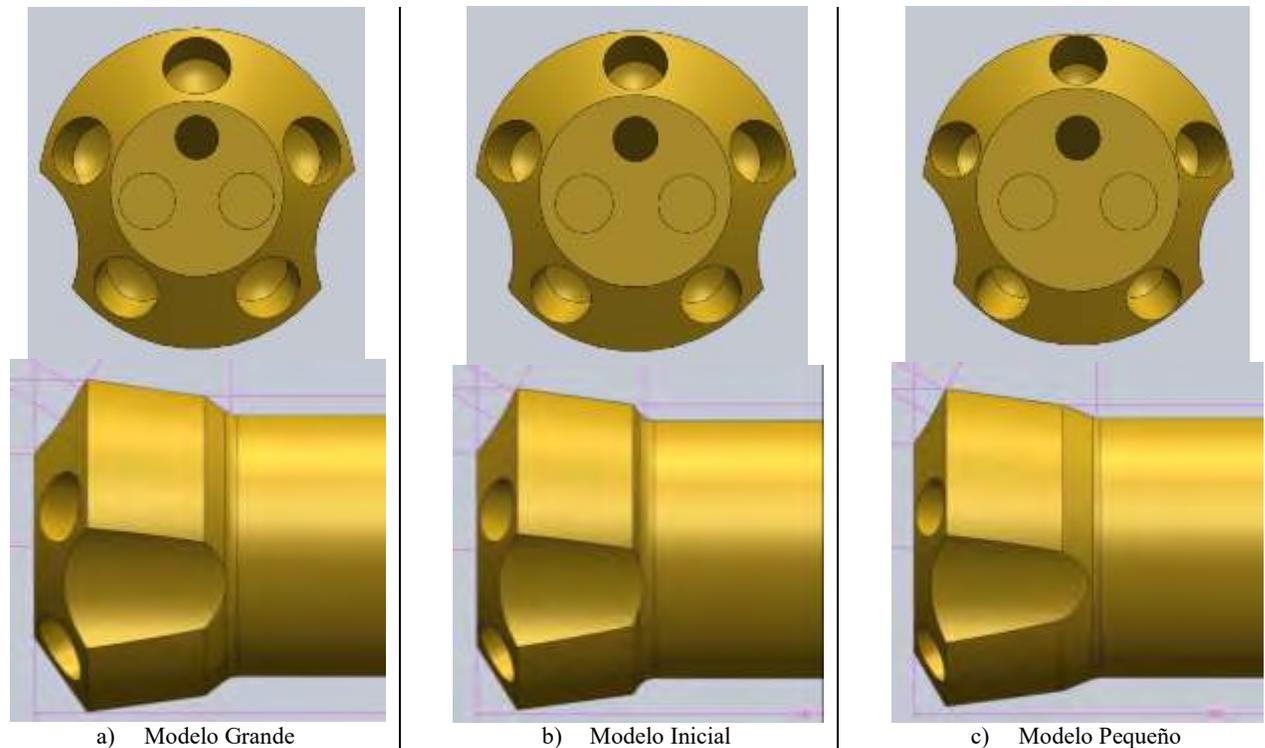


Figura 5. Modelos de CAD de los tipos de tamaños para brocas de perforación en roca mineral a) modelo grande b) modelo inicial c) modelo pequeño.

Conclusiones

La modelación paramétrica es útil para realizar modificaciones sencillas a un dibujo siempre y cuando se tengan definidas de forma clara y objetiva del dibujo, es importante hacer notar que al momento de comenzar a realizar un dibujo es necesario definir de forma clara y objetivo las cotas, de tal forma que resulte más simple definir las relaciones al modelo.

Una vez definido el modelo es posible obtener varias variantes, de tal forma que es posible visualizar las diversas opciones de una forma rápida y sencilla. Para el caso del modelo de CAD para broca para perforación de roca mineral, como un siguiente trabajo es posible realizar una análisis para verificar la influencia del tamaño de los barrenos para la colocación de los insertos de carburo de tungsteno, además es posible analizar la influencia de la ranuras para saliente del detrito.

La implementación de un diseño paramétrico se presenta como una opción de experimentación proyectual, con la finalidad de que el modelo tridimensional en CAD, no sea solo una maqueta virtual sino una herramienta capaz de darnos resultados e información más rápidos y eficientes, para lograr diseños con resultados más contundentes.

Referencias Bibliográficas

1. **Budynas, Richard G. y Nisbett, J. Keith.** *Diseño en Ingeniería Mecánica de Shigley*. 8, Edición en Español. México, D. F. : McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2008.
2. **Norton, Robert L.** *Diseño de Maquinaria: Síntesis y análisis de Máquinas y Mecanismos*. s.l. : Mc Graw Hill, 1995.
3. **Formal Analysis of Parametric Design Problem Solving.** **ielinga, B.J., Akkermans, J.M. y Schreiber, A.Th. A.** 1995, Automatic dimensioning in design for manufacturing', Vol. 15, págs. 345-357.
4. **Parametric Modeling as a Design Representation in Architecture: a process account.** **Saltar, Robert y illiamson, Shane.** 2006, Cumulative Index of Computer Aided Architectural Design.
5. **Parametric Control of Bim elements for Sustainable design in Revit.** **Aksamija, A.** 2001, PERKINS WILL RESEARCH JOURNAL.
6. **Servicio Geológico Mexicano.** Servicio Geologico Mexicano. [En línea] 02 de 2012. <http://portalweb.sgm.gob.mx/museo/es/minerales/propiedades-fisicas>.

7. **López Jimeno, Carlos.** *Manual de Perforación y Voladuras de Rocas.* Madrid : Insituto Geologico y Minero de España, 2003.
8. **Hartman, Howard L.** *SME Mining Engineering Haandbook.* s.l. : Society for Mining, Metallurgy, and Exploration, Inc., 1992. Vol. 1.
9. *Efficiency of a percussive rock drilling process with consideration of wave energy radiation into the rock.* **Lundberg, B. y Okrouhlik, M.** 2006, International Journal of Impact Engineering, págs. 1573–1583.
10. *Diseño paramétrico. El gran desafío del siglo XXI.* **Navarrete, Sandra.** 2014, Centro de Estudios en Diseño y Comunicación.
11. **Rafael Álvarez Cuervo, Jorge Rocés García.** *Introducción al diseño paramétrico: con Autodesk Mechanical Desktop.* s.l. : Universidad de Oviedo, 2005.
12. *Rapid product development — an overview.* **H.-J. Bullinger, J. Warschat, D. Fischer.** 2000, Computers in Industry, págs. 99–108. 42.
13. *Systematic innovation and the underlying principles behind TRIZ and TOC.* **Stratton, R. and Mann, D.** 1-3, 2003, Journal of Materials Processing Technology, Vol. 139, pp. 120-126.
14. *A conceptual approach managing desing resource.* **Wang, F., Mills, J. J. y Devarajan, V.** 47, s.l. : Comouters in Industry, 2002, págs. 169-183.
15. **INEGI.** Producto interno bruto nominal del tercer trimestre de 2011. [En línea] 2011. [Citado el: 18 de febrero de 2015.] <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/comunicados/pibcorr.asp>.
16. *Rapid product development — an overview.* **Bullinger, H.J., Warschat, J. y Fischer, D.** 2000, Computers in Industry, págs. 99-108.

Notas Biográficas

M.I. Arquímedes Ortiz Rivera, es Ingeniero Mecánico por la Universidad Autónoma de Zacatecas, Maestro en Ingeniería Mecánica por la Universidad de Guanajuato. Es Profesor Investigador en la carrera de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Politécnica de Zacatecas desde el 2006, con perfil PROMEP desde el 2006.

Dr. Set Vejar Ruíz, es Dr en Energía por la Universidad Nacional Autónoma de México. Profesor Investigador en la carrera de Ingeniería de Energía en la Universidad Politécnica de Zacatecas desde el 2006, con perfil PROMEP desde el 2008

Dr. César Humberto Guzmán Valdivia, es Ingeniero en Mecatrónica egresado de la Universidad Politécnica de Zacatecas en el 2007. Maestro y Doctor en Ciencias en Ingeniería Mecatrónica por el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET). Profesor Investigador en la carrera de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Politécnica de Zacatecas.

M.C. Mario Alberto García Ruíz, Ingeniero en comunicaciones y electrónica, egresado de la Universidad Autónoma de Zacatecas en el 2000. Obtuvo el grado de Maestría en Sistemas Digitales en el 2003 en el CITEDI del Instituto Politécnico Nacional. Es Profesor Investigador en la carrera de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Politécnica de Zacatecas desde el 2002, con perfil PROMEP desde el 2005.

empresas, cuyo cálculo no necesariamente requiere los precios de los insumos y productos (inputs y outputs) como las eficiencias precio y económica. Por ello mismo, para el cálculo del rendimiento organizacional se usa la clasificación propuesta por Quinn y Rohrbaugh (1983).

La presente investigación aborda el estudio de las pequeñas y medianas empresas (PyMES), ya que son verdaderos agentes desarrolladores de nuestro sistema económico y generadoras potenciales de empleo. Se consideran los sectores industrial, comercio y servicios, pues representan el 4.1 % y 2.7 % del total de unidades económicas a nivel nacional y estatal, respectivamente, y en el estado generan el 16.1 % de empleo del total de las empresas del estado de Zacatecas (INEGI, 2011).

Ante este escenario la pregunta de investigación planteada fue: ¿El uso de las TIC en las PyMES influye en el grado de su eficiencia técnica dependiendo de la actividad económica a que se dedique y el tamaño de la misma? y para responderla se planteó como objetivo principal determinar la eficiencia técnica de las PyMES mediante un análisis DEA-CCR (Farrel, 1957; Charnes, Cooper y Rhodes, 1978) para ver la influencia del uso de las TIC bajo las hipótesis:

Hipótesis 1: La actividad económica a la que se dedican las PyMES del estado de Zacatecas es un factor determinante de su grado de eficiencia.

Hipótesis 2: Cuanto mayor es el tamaño de las PyMES del estado de Zacatecas, mayor es el grado de su eficiencia técnica.

Materiales y métodos

La población de estudio se conformó por las PyMES de los sectores industrial, comercio y servicios de los municipios de Zacatecas, Guadalupe, Calera, y Fresnillo del estado de Zacatecas, según la base de datos del Sistema de Información Empresarial de México (SIEM) en el año 2011, dependiente de la Secretaría de Economía, la cual es la que mantiene de manera oficial el registro de las empresas mexicanas y ha sido en esta zona donde se concentra la mayor parte del total de las PyMES del estado (87 %). La muestra se determinó según lo planteado por Espiegel y Stephens (2009) para una población finita con un nivel de confiabilidad del 95% y un error del 5% resultando un total de 153 PyMES y seleccionada mediante un muestreo aleatorio estratificado proporcional por sector y tamaño para asegurar la representación proporcional de cada uno de los estratos, ya que cuanto más homogéneos sean los estratos más precisos serán los resultados (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2010).

Con el fin de recabar la información para la prueba de las hipótesis planteadas, se procedió con la elaboración de un instrumento partiendo de la operacionalización de las variables y tomando como referencia para su redacción las ideas propuestas por Rodríguez Gómez, Gil Flores y García Jiménez (1999) así como Padua (1979) y como guía cuestionarios ya usados y validados en otras investigaciones relacionadas sobre el tema de investigación, como las de UIT (2010), OCTS (2009), SFP-SSFP-UGEPTI (2009), OECD (2009), CEPAL (2007), Naciones Unidas (2005), United Nations ICT Task Force (2005), OSILAC (2004), SPRI (2010) y OECD (2001).

El instrumento final ya verificada su confiabilidad según la escala de Ruiz Bolívar (2002), quedó estructurado con 80 ítems con preguntas abiertas, cerradas y de opción múltiple divididas en cuatro secciones y organizadas de la siguiente manera:

1. La primera sección, recaba la información general de la pyme (año de fundación, giro, número de empleados, entre otras).
2. En la sección 2, a través de 12 ítems de selección múltiple se recupera la información para medir el rendimiento organizacional según la clasificación propuesta por Quinn *et al.* (1983).
3. Lo que respecta a la información sobre la infraestructura de las TIC y conectividad de la empresa (Número de PCs, tipo de red, medio de conectividad a Internet, % de equipo conectado a Internet, si cuenta con página WEB, entre otros) se recopila en la tercera sección.
4. La última sección que contiene 51 ítems de opción múltiple, acopia de manera detallada la percepción del uso de las TIC en el desarrollo de las actividades propias de la pyme (uso Internet y correo electrónico, uso de hardware, uso de aplicaciones de software, entre otras).

El instrumento se aplicó directamente a los gerentes o dueños de las PyMES integrantes de la muestra de estudio durante los meses de agosto a octubre de 2011. Se obtuvo una tasa de respuesta del 79% (121 de 153), la cual se ha considerado aceptable, ya que la selección de la muestra ha sido completamente aleatoria. La tabla 1 muestra el número de PyMES por tamaño y sector que contestaron el cuestionario.

Tamaño	Sector	Total
--------	--------	-------

	<i>Industria</i>	<i>Comercio</i>	<i>Servicios</i>	
<i>Pequeña</i>	12	38	30	80
<i>Mediana</i>	11	21	9	41
<i>Total</i>	23	59	39	121

Tabla 1. Número de PyMES que contestaron el instrumento, por tamaño y sector, 2011

El cálculo de la eficiencia técnica o relativa en esta investigación se utilizó el modelo DEA-CCR con orientación input (minimizando inputs), usando 7 inputs y 1 solo output, como se muestra en la Figura 1.

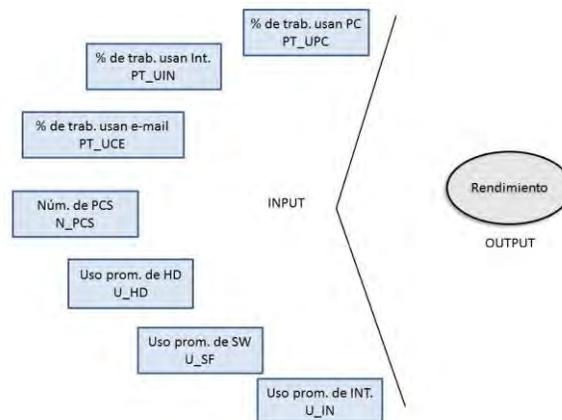


Figura 1. Inputs y outputs para la determinación de la eficiencia técnica

Según esta figura, los inputs son:

PT_UPC: es el cociente relativo de dividir el número de trabajadores que usa equipo de cómputo para llevar a cabo actividades relacionadas a la empresa y el total de trabajadores de la empresa.

PT_UIN: es el cociente relativo de dividir el número de trabajadores que usa Internet para llevar a cabo actividades relacionadas con la empresa y el total de trabajadores de la empresa.

PT_UCE: es el cociente relativo de dividir el número de trabajadores que usa un correo electrónico relacionado con las actividades de la empresa y el total de trabajadores de la empresa.

N_PCS: Es el número de computadoras (de escritorio, laptop, servidores y palm) con las que cuenta la empresa.

U_HD: Es el promedio de los 13 ítems que miden que tanto usan hardware en el desarrollo de las actividades de la empresa.

U_SF: Es el promedio de los 18 ítems que miden el grado de uso de aplicaciones en el desarrollo de las actividades propias de la empresa.

U_IN: Es el promedio de los 17 ítems que miden la frecuencia de uso de Internet para llevar a cabo las actividades de la empresa.

Y el output:

Rendimiento: Se calcula con el promedio de los 12 ítems que se usaron para ello.

Los promedios usados en las variables U_HD, U_SF, U_IN y rendimiento son consecuencia del índice de confiabilidad alfa de Cronbach, ya que según su valor, como se indica en la confiabilidad del instrumento, las escalas sí miden lo que se desea medir y, por lo tanto, pueden ser acumuladas o promediadas para ser usadas como una sola variable.

Una vez determinada la frontera de producción eficiente de las PyMES, se ha procedido a comparar entre ellas los grados de eficiencia obtenidos con el objeto de encontrar diferencias significativas en la eficiencia. Por un lado se comparan las puntuaciones de eficiencia entre las PyMES de los diferentes sectores (industria, comercio y servicios), para lo que se recurre al test de Kruskal – Wallis, con el fin de averiguar si existen diferencias significativas entre ellos y posteriormente, mediante el test U de Mann – Whitney, se analiza entre qué sectores existen esas diferencias

significativas en la eficiencia. También se han comparado las puntuaciones por tamaño de la empresa y mediante el test U de Mann – Whitney se determina si existen diferencias significativas entre dichas puntuaciones y definir si el tamaño de las PyMES es un factor determinante de su grado de eficiencia.

Para el cálculo de la eficiencia mediante el modelo DEA-CCR de las PyMES se utilizó el software Frontier Analyst Profesional versión 4.1.0 y para los test de Kruskal – Wallis y U de Mann – Whitney el SPSS versión 15.

Análisis y discusión de resultados

En la Tabla 2, que presenta la información para cada uno de los sectores al que se ha aplicado el modelo DEA-CCR, que supone rendimientos constantes a escala, se puede observar que es el sector industrial en el que ha resultado un mayor número de empresas eficientes (47.8 %). Le sigue el sector comercio, con 39 de cada 100, y el sector servicios, con el 23.1 %, lo que indica que en las empresas del sector industrial el uso de las TIC se aprovecha más que en los otros sectores. En la misma tabla se puede apreciar que aún por sector, el número de empresas deficientes técnicamente es mucho mayor que las eficientes, por lo que hay un número menor de unidades por sector que aprovechan de manera eficiente las TIC, mientras que en su mayoría, aunque cuenten con tecnología, no la aprovechan al máximo.

<i>Sector</i>	<i>Eficiente</i>	<i>Deficientes</i>	<i>Total</i>
<i>Industria</i>	47.8	52.2	100
<i>Comercio</i>	39.0	61.0	100
<i>Servicios</i>	23.1	76.9	100

Tabla 2. Porcentaje de unidades eficientes y deficientes por sector.

En los datos listados en la Tabla 3 se corrobora lo mencionado en el párrafo anterior, ya que se puede apreciar que la puntuación promedio de la eficiencia relativa del sector industrial (91.4 %) es muy superior a la de los sectores de comercio (75.7 %) y servicios (73.5 %). Estos porcentajes significan, además, que para ser eficientes las empresas de los sectores mencionados deberían ser capaces de obtener el mismo rendimiento reduciendo en promedio el uso de tecnologías en al menos un 8.6 %, un 24.3 % y un 26.5 %, respectivamente.

<i>Estadístico</i>	<i>Sector</i>			<i>Tamaño</i>		<i>Todas</i>
	<i>Industria</i>	<i>Comercio</i>	<i>Servicios</i>	<i>Pequeña</i>	<i>Mediana</i>	
<i>Media</i>	91.4	75.7	73.5	78.3	77.4	78.0
<i>Mediana</i>	97.1	76.9	74.4	83.3	83.8	83.7

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de la eficiencia técnica (%), por sector y tamaño

Para verificar si la eficiencia media (mediana) es diferente entre los sectores analizados, al aplicar el test de Kruskal – Wallis se concluyó que sí existe diferencia significativa a nivel de 0.05 (p-value = 0.011). Para determinar entre qué sectores se dan estas diferencias significativas se ha realizado la prueba no paramétrica U de Mann – Whitney, debido a que los resultados de la eficiencia no se ajustan a una distribución normal (según la prueba de Kolmogorov – Smirnov, p-value = 0.0001) y cuyos p-value se listan en la Tabla 4. Con estos valores se concluye que solo existen diferencias significativas en la eficiencia a nivel de 5 % entre los sectores industrial y comercio (p-value = 0.02 < 0.05) y a nivel de 1 % entre el industrial y de servicios (p-value = 0.002 < 0.01), mientras que entre los sectores comercio y servicios no existe una diferencia significativa en la eficiencia de las PyMES de estos sectores. Estos resultados, en general, permiten comprobar primera hipótesis.

<i>Sector</i>	<i>Comercio</i>	<i>Servicios</i>
<i>Industria</i>	0.020	0.002
<i>Comercio</i>		0.506

Tabla 4. Prueba U de Mann - Whitney para contraste de igualdad de valores medios de la eficiencia (mediana), por sector

Si se observan los resultados que también se listan en la Tabla 3 parece que las pequeñas empresas son, en general, ligeramente más eficientes que las medianas, ya que su promedio de eficiencia resultó de 78.3 % y 77.4 %, respectivamente. Sin embargo, al realizar la prueba U de Mann – Whitney resultó un p-value de 0.978, el cual permite concluir que esa diferencia no es estadísticamente significativa y, por lo tanto, no existe una asociación entre

tamaño y la eficiencia de las PyMES, por lo que se rechaza la segunda hipótesis, o sea, que el tamaño no es determinante de la eficiencia técnica de las PyMES. Este resultado es consecuente con el trabajo desarrollado por Álvarez y Crespy. (2003) y difiere de los de Coll Serrano y Blasco Blasco (2006). De la misma tabla se desprende que, en promedio, la eficiencia de las PyMES zacatecanas presenta un nivel alto (78 %).

Eficiencia del sector industrial

En una orientación input como la de este estudio, donde se busca la minimización de los inputs, las unidades menos eficientes pueden mejorar su eficiencia disminuyendo los insumos, manteniendo el mismo rendimiento. En este sentido, en la Tabla 5 se muestran las mejoras potenciales que en promedio deben llevar a cabo las PyMES ineficientes para alcanzar la frontera de eficiencia (ser eficientes). En ella se desprende que las PyMES menos eficientes, en comparación con las eficientes, deben reducir el recurso humano que usa correo electrónico, computadoras e Internet para desarrollar actividades de la empresa en un 23.6 %, 19.7% y 18.3 %, respectivamente. Además, tiene que disminuir en cantidad el grado de uso de hardware y aplicaciones, así como la frecuencia de uso de Internet para el desarrollo de las actividades propias de la empresa. Estos resultados indican que, aunque cuentan con la tecnología y recurso humano suficiente para su uso en el desarrollo de las actividades propias de la empresa, en su mayoría las PyMES de este sector no aprovechan estos insumos eficazmente.

<i>Input</i>	<i>Sector</i>		
	<i>Industria</i>	<i>Comercio</i>	<i>Servicios</i>
<i>N PCS</i>	-14.0	-16.9	-17.4
<i>PT UPC</i>	-19.7	-14.5	-15.5
<i>PT UIN</i>	-18.3	-14.4	-17.2
<i>PT UCE</i>	-23.6	-15.0	-17.1
<i>U HD</i>	-5.8	-12.2	-9.9
<i>U SF</i>	-8.8	-12.8	-10.0
<i>U IN</i>	-9.9	-14.2	-12.7

Tabla 5. Porcentaje de mejora potencial global, de la eficiencia técnica de las PyMES del estado, por sector e inputs

Eficiencia del sector comercio

Según los resultados recopilados en la Tabla 5, para que las PyMES ineficientes del sector comercio logren ser eficientes en comparación con las que integran la frontera eficiente, en promedio deben disminuir el 15 %, 14.5 % y 14.4 % del porcentaje de trabajadores que usan e-mail, PC e Internet, respectivamente, en el desarrollo de las actividades de la empresa, pero también en mayor grado el número de computadoras y usos de Internet, software y hardware en un 16.9 %, 14.2 %, 12.8 % y 12.2 %, respectivamente, lo que indica que, al igual que los otros sectores, las unidades ineficientes, en comparación con las eficientes, no aprovechan al 100 % los insumos con los que cuentan para obtener un mejor rendimiento.

Eficiencia del sector servicios

Por otra parte, según los datos de la Tabla 5, al igual que los sectores industriales y de comercio, para que las PyMES ineficientes del sector servicios alcancen su frontera eficiente en comparación de las PyMES que la conforman, también deben reducir sus insumos en un promedio de 17.2 %, 17.1 % y 15.5 % en porcentaje de empleados que usan Internet, correo electrónico y computadoras en el desarrollo de las actividades de la empresa, respectivamente, así como un 17.4 % de PC y 12.7 %, 10 % y 9.9 % el uso de Internet, aplicaciones y hardware, respectivamente, manteniendo el mismo rendimiento.

Conclusiones

Si bien los resultados confirman que el uso de las TIC en las PyMES del estado de Zacatecas representa una oportunidad para determinar su eficiencia, estas no solo deben planear la incorporación de las TIC en el desarrollo de sus actividades, sino que también deben orientar su uso de manera adecuada en beneficio de las mismas.

Por lo tanto, mientras que las pequeñas y medianas empresas del estado no cuentan con una adecuada planeación para la incorporación de tecnologías en el desarrollo de sus actividades y de su uso y aplicación adecuada, no podrán ser parte del grupo de las PyMES más eficientes.

Aunque todas las PyMES cuentan con inputs en exceso, son las del sector industrial en lo que respecta al uso de TIC, las que aprovechan mejor las TIC en el desarrollo de las actividades de la empresa para mejorar su eficiencia. Le siguen las PyMES del sector comercio y por último las del sector servicios, lo que significa que no las usan eficazmente para lograr el máximo beneficio de ellas. Esto confirma lo que mencionan Fernández Menéndez *et al.* (2007): que el simple hecho de contar con TIC no es garantía de una mejor eficiencia, sino que es necesario un uso adecuado y específico de las mismas.

Así mismo con los resultados proporcionados con las pruebas no paramétricas se concluye que el tamaño de las empresas no es un factor que determine el nivel de eficiencia técnica de las PyMES del estado de Zacatecas. Lo dicho anteriormente conlleva a deducir que el hecho de que una empresa sea más grande no quiere decir que sea más o menos eficiente técnicamente.

En este contexto es evidente que la implementación y el uso adecuado de las TIC ofrecen grandes oportunidades para mejorar la eficiencia de las PyMES, ajustándolas a su tamaño y a la actividad económica a la que se dediquen.

Referencias

- Álvarez, R., y Crespi, G. (2003). Determinants of Technical Efficiency in Small Firms. *Small Business Economics*, 20(3), 233-244.
- Barrios Castillo, G. Y. (2007). La medición de la eficiencia técnica mediante el Análisis Envolvente de Datos. *Contribuciones a la Economía*. Recuperado de <http://www.eumed.net/ce/2007c/gybc-a.htm>
- Casalet Ravenna, M. y González, L. (2004). Las tecnologías de la información en las pequeñas y medianas empresas mexicanas. *Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales*, VIII, 170 (21). Recuperado de <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-170-21.htm>
- CEPAL (2007). Propuesta de indicadores clave sobre tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). Santiago de Chile. Recuperado de <http://www.eclac.org/deype/publicaciones/xml/6/29166/DDR5e.pdf>
- Charnes, A., Cooper, W. y Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision Making Units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429-444
- Coll Serrano, V. y Blasco Blasco O. M. (2006). *Evaluación de la eficiencia mediante el análisis envolvente de datos*. España: Universidad de Valencia. Recuperado de www.eum.ed.net/libros/2006c/197/
- Espiegel, M. R. y Stephens, Larry J. (2009). *Estadística*. 4a edición. México: McGraw-Hill.
- Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of Royal Statistics Society*, 120 (3), 253-282.
- Fernández Menéndez, J., López Sánchez, J., Rodríguez Duarte, A. y Sandulli, F. (2007). El impacto del uso efectivo de las TIC sobre la eficiencia técnica de las empresas españolas. *Estudios Gerenciales*, 103 (23), 65-84.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado C. y Baptista Lucio M. P. (2010). *Metodología de la investigación*. 5ª. ed. México: McGraw-Hill.
- INEGI. (2011). *Micro, pequeña, mediana y gran empresa: Estratificación de los establecimientos: censos económicos 2009*. México: INEGI. Recuperado de http://www.inegi.org.mx/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/censos/economicos/2009/comercio/micro_peque_media/Mono_Micro_peque_mediana.pdf
- INEGI. (2014). Resultados oportunos de los censos económicos 2014. *Boletín de prensa No. 588/14*. Aguascalientes, México. Recuperado de http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ce/ce2014/default.aspx?_file=/inegi/contenidos/espanol/prensa/boletines/boletin/comunicados/especiales/2014/diciembre/comunica3.pdf
- Naciones Unidas (2005). *Indicadores clave de las tecnologías de la información y de las comunicaciones. Partnership para la medición de las TIC para el desarrollo*. Santiago de Chile: Naciones Unidas. Recuperado de www.cepal.org/socinfo/noticias/documentosdetrabajo/723117/Indicadores.pdf
- OCTS (2009). *Manual de Lisboa: Pautas para la interpretación de los datos estadísticos disponibles y la construcción de indicadores referidos a la transición de Iberoamérica hacia la sociedad de la información*. Recuperado de <http://www.ricyt.org/files/manualdelisboa2009es.pdf>
- OECD (2001). Measuring ICT usage and electronic commerce in enterprises: proposal for a model questionnaire. París, Francia. Recuperado de <http://www.oecd.org/internet/interneteconomy/20628443.pdf>
- OECD (2009). *Guide to measuring the information society, 2009*. OECD. Recuperado de <http://www.oecd.org/science/sci-tech/43281062.pdf>
- OSILAC (2004). *Propuesta de armonización de estadísticas para la medición de la sociedad de la información en América Latina y el Caribe: Hogares y empresas*. Santiago de Chile: OECD. Recuperado de <http://www.itu.int/wsis/stocktaking/docs/activities/1102712635/armonizacion-es.pdf>
- Padua, J. (1979). *Técnicas de investigación aplicadas a las ciencias sociales*. México: Fondo de cultura económica.
- Quinn, R. E. y Rohrbaugh, J. (1983). A spatial model of effectiveness criteria: Towards a competing values approach to organizational analysis. *Management Science*, 29 (3), 363-377.
- Rodríguez Gómez, G., Gil Flores, J. y García Jiménez, E. (1999). *Metodología de la investigación cualitativa*. 2ª. ed. Málaga, España: Aljibe.
- Ruiz Bolívar, C. (2002). *Instrumentos de investigación educativa: Procedimientos para su diseño y validación*. Barquisimeto: CIDEG.
- SFP-SSFP-UGEPTI (2009). Cuestionario de Medición de Madurez Institucional en TIC 2009. Recuperado de www.cidge.gob.mx/doc/Cuest_Mad_GD.doc
- SPRI (2010). *Guía de autodiagnóstico para PyMES en la utilización de la TIC*. España: SPRI. Recuperado de http://www.usc.es/atpemes/IMG/pdf/autodiagnostico_PV_SpRI.pdf
- UIT (2010). Partnership para la medición de las TIC para el desarrollo. Indicadores clave sobre TIC, 2010. Ginebra, Suiza. Recuperado de http://new.unctad/upload/core ICT Indicators_Spanish_2010.PDF
- United Nations ICT Task Force (2005). Measuring ICT: the global status of ICT indicators. New York, NY. Recuperado de <http://www.itu.int/ITU-D/ict/partnership/material/05-42742 GLOBAL ICT.pdf>

Sistema de análisis integral de reciclaje: Una solución sustentable, ambiental, tecnológica y social aplicada al relleno sanitario de Puerto Peñasco

M.ed. Javier Ortiz Vidaca¹, M.ed. Diana Elizabeth López Chacón², M.ed. María Elena García Bribiesca³.

Resumen

De acuerdo a la gran cantidad de Residuos Sólidos Urbanos (RSU). Que se generan en este municipio resulta un grave problema al aspecto social, ambiental, tecnológico, económico y sustentable. Esta investigación realizó un sistema de análisis a la cantidad de (RSU) generados por día y su recuperación de reciclaje de los distintos materiales seleccionados para su venta, fortaleciendo económicamente al gobierno municipal, académicamente la especialidad de las Carreras del Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco. Obteniendo solución al bienestar y salud de la población, cuidado y protección del medio ambiente, disminuir los malos olores, las emanaciones de humo, roedores y aves, plagas de vectores y la aportación globalizada a la protección del cuidado del medio ambiente y de los recursos naturales del planeta.

Palabras Clave: Residuos, Vertedor, Vector, Relleno Sanitario.

Introducción

Uno de los grandes problemas ambientales en la actualidad se encuentra en los depósitos de basura clandestinos así como basureros expuestos al cielo abierto (vertedor) y basureros tecnológicos (rellenos sanitarios).

Consecuencia que lleva a la exposición de malos olores, contaminación del aire, contaminación de organismos vivos (vectores), constantes emanaciones de humo, preocupante vista urbana que representa una imagen poco agradable para las zonas habitacionales aledañas del mismo, y sobre todo la exposición constante de infecciones y enfermedades en la población.

La factibilidad de este sistema es lograr darle mayor vida útil a los rellenos sanitarios, así como obtener una solución sustentable, tecnológica, social y ambiental. Uno de los grandes problemas ambientales en la actualidad se encuentra en los depósitos de basura clandestinos así como basureros expuestos al cielo abierto y basureros tecnológicos (rellenos sanitarios). Lo que nos lleva a la exposición de malos olores, contaminación del aire, contaminación de organismos vivos (moscas), humo y sobre todo la vista urbana que representa una imagen poco agradable para la población que vive cerca del mismo.

Por lo tanto la presente investigación busca la factibilidad en el reciclaje de los residuos sólidos urbanos que llegan a su disposición final en los rellenos sanitarios en el cual analizamos tres indicadores:

- **Sustentabilidad.** Que la recolección de los materiales reciclados sea un factor preponderante en el mantenimiento, operación y funcionamiento del relleno sanitario en el soporte de financiamiento interno en gran porcentaje en la maquinaria y personal que ahí labora.
- **Ambiental.** Reducir la contaminación de los malos olores que generan estos residuos sólidos urbanos, limpieza del aire, así como controlar las plagas de vectores y roedores factores principales que introducen en la población enfermedades y plagas de alto riesgo.
- **Social.** Como una medida de disminución de las grandes cantidades de basura, aumentando la vida de los rellenos sanitarios, generación de empleos, limpieza, tecnología y urbanización para los habitantes que buen tratamiento y manejo de los desechos sólidos urbanos logra una concientización en la población, incluyéndolos en viven alrededor de estos lugares de depósito. Este programa en beneficio de la población de Puerto Peñasco, que de igual manera se busca sea en beneficio y adaptabilidad de los municipios del estado. El reflejo de una educación ambiental digna de principios naturales al medio ambiente en el cual se desarrollan y puedan convivir satisfactoriamente en los alrededores de estos dispositivos.

¹ M.ed. Javier Ortiz Vidaca es Profesor Investigador Titular del Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco. (Autor correspondiente) vidaca2@hotmail.com

² M.ed. Diana Elizabeth López Chacón es Profesor Investigador Titular del Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco dianaelopez@hotmail.com

³ M.ed. María Elena García Bribiesca es Profesor Investigador Asociado del Instituto Tecnológico Superior de Puerto Peñasco malenacabrera_6@hotmail.com

Objetivo.

Determinar la factibilidad de un sistema de análisis integral de reciclaje de los residuos sólidos urbanos a través del uso de las TIC's, que fortalezca la vinculación tanto de alumnos que cursan las carreras de ingeniería como de los ya egresados y docentes. Esto con el fin elevar la calidad educativa y vincular la universidad con el sector productivo y empresarial impulsando la formación integral y calidad académica; lo que permitirá contribuir al fortalecimiento de la investigación por parte de los profesores de tiempo completo y consolidación del Cuerpo Académico en Formación, gestión educativa e innovación tecnológica así como:

- Lograr la disminución de los desechos sólidos urbanos en su disposición final.
- Sustentar el reciclaje para su funcionamiento económico.

Metodología

En este proyecto de investigación se clasificarán los distintos tipos de (RSU) de acuerdo a la característica de cada uno de ellos para su reutilización, reciclaje y venta. Se calcularán los porcentajes y promedios de (RSU) que son reciclados dentro del sitio de disposición final y que son transferidas a las plantas de acopio de materiales reciclados. Las cuales proporcionaron la información a los estudiantes que trabajan en campo involucrados en este proyecto y que realizan su servicio social. También se obtuvo información por el personal que labora dentro del sitio así como el personal administrativo, se realizó un análisis del gasto operativo del sitio de acuerdo de la cantidad de (RSU) domésticos utilizando el cálculo en base a las últimas cifras al 2010 de las estadísticas de INEGI y proyectadas al 2013.

Es importante establecer que el estudio se realizó durante los meses de febrero, marzo y abril de 2014, por lo que los resultados podrían diferir de otros obtenidos en épocas diferentes en cuanto a generación y composición de los residuos. En todo caso estos servirían para complementar la información aquí vertida y obtener un panorama más amplio sobre la generación y tipos de residuos. De acuerdo a la NOM- 083 DE SEMARNAL DE 2013. Además de toda la investigación documental que se realizó.

Por lo anterior se podrá determinar si estos métodos utilizados resultaron efectivos en este proceso de reciclaje resultando una investigación con sentido meramente cuantitativa con un enfoque exploratorio descriptivo. Roberto Hernández Sampieri en su libro: Metodología de la Investigación (2003-9), señala: El enfoque cuantitativo, utiliza la recolección y análisis de datos para contestar preguntas de investigación y probar hipótesis establecidas.

Resultados

En la Grafica 1. Se muestra la proyección de la población del año 1995-2013, siendo la población: 57,342 hab. (2010) y 62,017 hab. (2013) habitantes que se requería conocer para determinar la cantidad total de basura. Con los datos anteriores se obtuvo el porcentaje de cada material reciclado y su cantidad en Kg/mes/promedio.



Grafica 1. Calculo de la población futura

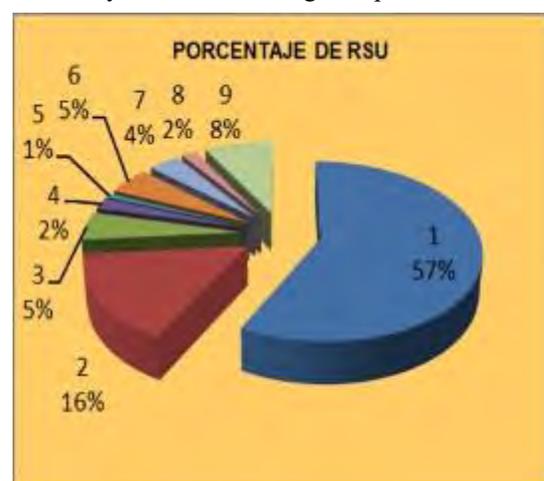
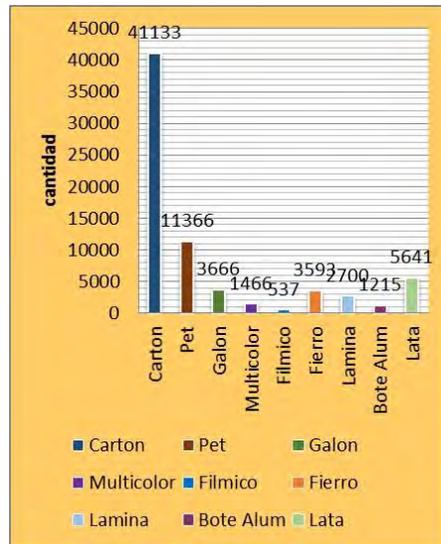


Imagen 1. Porcentaje RSU

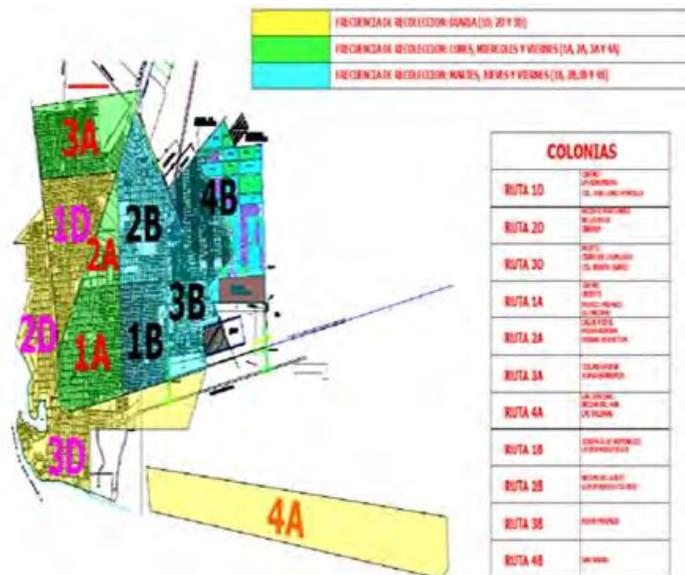
La ciudad de Puerto Peñasco produce: 80,000 kg/día en el año 2010 y 81,359 Kg/día al 2013, De 15,669 casas-habitadas al 2010 aumento a 20,339 al 2013, ya que se considera un promedio de $3.96 \approx 4$ habitantes /casa.



Grafica 2. Cantidad promedio por mes de material reciclado.

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). De la misma forma siguiendo el lineamiento de: NOM-083 SEMARNAT 2003.

En referencia al Cuadro 3 y 4 se calculó el número de camiones y rutas necesarias para la recolección, traslado y disposición final, así como la cantidad del personal que debe laborar en el tiradero, la cantidad de obreros por cada camión y número de personal pepenador. Con todo ello nos facilita calcular los tiempos y gastos que se producen diariamente en la operación del tiradero municipal. Y lo más importante obtener el porcentaje de reciclaje mensual. También se obtuvo información por parte de las oficinas recaudadoras de estas dependencias proporcionando el porcentaje de la población que paga los servicios de recolección por mes. Declarando que es aproximadamente un 80% por ciento de la población que cumple.



Cuadro 3. Plano de la ciudad de Puerto Peñasco.

$$G = \text{generación de RSU} = \frac{569516.15}{434126} = 1.3$$

$$F.R = \text{Factor de Reserva} = 1.1$$

$$C = 12 \times 450 = 5400$$

$$NV = \frac{(G)(P)(7)(FR)(K)}{(N)(C)(dl)}$$

$$Nc = \frac{(1.3)(62018)(7)(1.1)(1)}{(2)(5400)(6)} = 9.43 = 9 \text{ camiones.}$$

G= generación de residuos sólidos urbanos
P= población
Fr= factor de reserva
K=cobertura
N=número de recolección
C= cantidad de residuos sólidos urbanos del camión y peso volumétrico de la basura
DI= días laborado

$$N^{\circ} \text{ DE VIVIENDAS} = \frac{(N)(C)(F)}{(HC)(G)}$$

$$\text{No de viviendas} = \frac{(2)(5400)(\frac{3}{7})}{4 \times 1.3} = 890.11 \text{ viviendas.}$$

$$F = 3/7$$

1	Lunes	Miércoles	Viernes
2	martes	Jueves	sábado

TAMAÑO DE LA CUADRILLA

$$T_c = \frac{2 * 5400}{425 * 8} = 3.17$$

3 HOMBRES POR CAMIÓN

Cuadro 4. Calculo para el número de camiones y tamaño de la cuadrilla.

Operación	Rendimientos	Hombre/día
Movimiento de los desechos	$\frac{94918 \times 1}{2 \times 6}$	7.9
Compactación de desechos	$\frac{216.96 \times 1}{20 \times 6}$	1.808
Movimiento de tierra	$\frac{36.16 \times 1}{1 \times 6}$	6.02
Compactación de la celda	$\frac{216.96 \times 1}{20 \times 6}$	1.808
	Total	18 Personas

Tabla 1. Calculo de trabajadores en el relleno sanitario.

DISCUSIÓN

El procedimiento de este proyecto lleva a enfrentarnos a numerosos factores los cuales están inmersos en la recolección, traslado, reciclaje, venta y disposición final que se pueden describir de la siguiente manera:

- La concientización y educación ambiental de los pobladores.
- Cierre de basureros clandestinos.
- Las plaga de vectores y roedores.
- La contaminación atmosférica.
- Mínima urbanización y edificación en sus alrededores.
- Fuentes de empleo.
- Prolongar el tiempo de captación del relleno sanitario.
- Prever la construcción de nuevos rellenos a corto plazo.
- La sustentabilidad del relleno.

j).- Fortalecimiento y mínima dependencia del gobierno municipal.

Lo anterior conduce a realizar un análisis crítico para el mecanismo de reciclaje en este proyecto. Existen razones para alcanzar metas superiores en cuanto a sus indicadores. Por lo que se induce a trabajar, primeramente la selección y apartado de materiales implementando un sistema de reciclaje basado en procedimientos con aplicaciones mecánicas, electrónicas y manuales. Por lo anterior y contribuyendo al medio ambiente y mejoramiento de cada una de las ciudades, el reciclaje es una medida alternativa para lograr disminuir estos factores climáticos además como uno de los métodos vanguardistas autosustentables para el futuro del planeta tierra. “reciclaje es la apuesta de un futuro sostenible” (Guillermina Yanguas junio del 2013)

CONCLUSIÓN

En la gráfica 2 se observa la cantidad promedio por mes que se obtiene de los materiales reciclados el 3.13 %. Por lo que anualmente se obtendría **37.56 %**.

Para la recaudación de la ciudad de Puerto Peñasco en el servicio de recolección tendríamos el 80 %, se han realizado los diferentes cálculos de acuerdo a las divisiones implementadas por las empresas encargadas del servicio de limpia y recolección, los cuales presentamos a continuación para la operación que se está realizando en esta investigación. El cálculo para número de rutas, número de camiones recolectores y número de trabajadores en el relleno. Hasta el año 2013, se tendrán casas habitación habitadas (16,941)

Al término de este trabajo de investigación; derivado del análisis de las principales cantidades obtenidas de material reciclado en el sitio de disposición final, así como la operación de recolección, traslado y disposición final de (RSU). Personal administrativo, obreros y pepenadores. Se obtuvieron las cantidades y porcentajes que indicaran la administración y operación que actualmente se realiza en el sitio de disposición final por medio de la empresa encargada de ello, en comparativo con la administración y operación hecha a base de operaciones y cálculo que refleje los impactos que genera cada una de las etapas

ETAPA ACTUAL.

Viabilidad económica.

- Llantas de camión-----1.6%
- Personal-----74.3%
- Maquinaria-----22.1%
- Indirectos-----1.7%

CANTIDAD TOTAL MENSUAL Y

- Reciclaje-----17.92%
- Recaudación----- 52.33%

POR LO QUE SE REQUIERE CUBRIR 29.75 % PARA LA OPERACIÓN MENSUAL DEL ACTUAL TIRADERO.

ETAPA PROPUESTA.

Viabilidad económica.

- Llantas de camión-----2%
- Personal-----69.39%

- Maquinaria-----27.4%
- Indirectos-----1.1%

CANTIDAD TOTAL MENSUAL \underline{X}

- Reciclaje-----22.13 %
- Recaudación-----64.9 %

POR LO QUE SE REQUIERE CUBRIR 13.01 % PARA LA OPERACIÓN MENSUAL DEL ACTUAL TIRADERO.

NOTA: la cantidad de reciclaje es únicamente el 3.13% de la cantidad de basura que llega sitio de disposición final. Lo antes mencionado queda para el análisis y reflexión del manejo, traslado y disposición final de (RSU) fortaleciéndose con un proyecto de Sistema Integral de Reciclaje como una Solución Sustentable. Y por supuesto con la visión y seguridad de llevar a cabo la construcción de un relleno sanitario con todas sus especificaciones y normas que lo regulen para los beneficios y fortalecimientos de un bien común ya antes mencionado.

Referencias Bibliográficas.

Guillermina Yanguas: “reciclaje es la apuesta de un futuro sostenible” (2013).

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), en www.inegi.gob.mx.

NORMA oficial mexicana Nom-083 Semarnat 2003, Especificaciones de protección ambiental para la selección del sitio, diseño, construcción, operación, monitoreo, clausura y obras complementarias de un sitio de disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.

Secretaría de Desarrollo Social (SEDESOL), en www.sedesol.gob.mx.

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en www.semarnat.gob.mx

Análisis de los Modelos de Oficinas de Transferencia de Tecnología para su Implementación o Adaptación en la Universidad Autónoma de Baja California Sur

Lic. Sergio Renato Ortiz Zambrano¹, Doc. Gustavo Rodolfo Cruz Chávez²

Resumen— La presente investigación está orientada a efectuar un análisis de los modelos de oficinas de transferencia de tecnología existentes en instituciones de educación superior y centros públicos de investigación con el fin de implementarlos o adaptarlos operativamente en la Universidad Autónoma de Baja California Sur, aprovechando el potencial tecnológico existente dentro de las áreas académicas de la institución y el buen posicionamiento dentro de los sectores productivos del estado y la región noroeste del país.

Palabras clave— Transferencia de tecnología, oficina de transferencia de tecnología, sectores productivos, vinculación.

Introducción

La tecnología es un impulsor de la competitividad en las empresas, esta permite desarrollar nuevos productos, procesos, sistemas y servicios así mismo mejorar los existentes, estas innovaciones pueden emanar desde la propia organización o desde fuentes externas. El desarrollo tecnológico requiere de investigación científica aplicada, las grandes empresas suelen tener un departamento de investigación y desarrollo pero el resto de las empresas tienen que adecuar o asimilar estas innovaciones cuando son introducidas en el mercado. Por otro lado, el conocimiento que se genera en la academia tiene el potencial para fungir como el detonante que los sectores productivos y las empresas de menor tamaño necesitan en materia de competitividad.

Las universidades en su papel como generadoras de conocimiento cuentan con las herramientas necesarias para el desarrollo tecnológico, acervos especializados y expertos en múltiples áreas. En cuanto a las empresas Solleiro nos dice que “tienen necesidad de ser más eficientes en el uso de los recursos científicos y tecnológicos ha generado la colaboración entre competidores, proveedores y otras instituciones públicas y privadas, incluyendo a las universidades” (Solleiro, 2008). Las universidades han dejado de ser asesores o ejecutores de proyectos para convertirse en colaboradores clave de las empresas en temas de desarrollo e innovación, mediante la transferencia de tecnología.

Entendemos entonces que la transferencia de tecnología es un proceso en el cual los desarrollos tecnológicos son transferidos de la academia a las empresas con el fin de la comercialización de los mismos. Para que este proceso se lleve a cabo será necesario identificar la oferta tecnológica dentro de la academia, protegerla mediante patentes y derechos de autor, para después crear estrategias de desarrollo y comercialización de la tecnología, ya sea la venta de la misma o el otorgar licencias de uso a empresas del sector privado existentes o de nueva creación basadas en la tecnología desarrollada por la academia. Mediante este proceso ambas partes obtienen beneficios, las empresas se vuelven competitivas afectando de manera positiva el crecimiento económico local, las universidades obtienen ingresos por los desarrollos tecnológicos que están comercializando y logran atraer apoyos para nuevas investigaciones, además del reconocimiento público de la institución. Es común que dentro de las universidades que realizan este proceso incluyan dentro de su estructura orgánica una unidad dedicada a la transferencia de tecnología, estas son conocidas como Oficinas de Transferencia de Tecnología (OTT).

El proceso de transferencia de tecnología descrito anteriormente es prácticamente nuevo, de igual manera las OTT, el origen de estos conceptos proviene de Estados Unidos, la legislación en materia de propiedad intelectual estipulaba que todos los contratos de investigación con financiamiento federal y los investigadores a cargo, donde sea que trabajaran, debían asignar los productos derivados de su investigación al gobierno. No fue hasta el 12 de Diciembre de 1980 que una reforma a la Ley de Patentes y Marcas promovida por los senadores Birch Bayh y Bob Dole, que una universidad, empresa o institución sin fines de lucro podían solicitar la titularidad en materia de propiedad intelectual de una invención, antes de esta legislación la Oficina de Contabilidad del Gobierno de los Estados Unidos reportaba poseer 28,000 patentes, pero poco menos del 5% de esas patentes eran comercializadas. La ley Bayh Dole fue especialmente decisiva para fomentar a las universidades a participar en actividades de transferencia de tecnología,

¹ Lic. Sergio Renato Ortiz Zambrano, estudiante de la Maestría en administración estratégica de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. renax.ortiz@gmail.com

² Doctor Gustavo Rodolfo Cruz Chávez, rector y profesor investigador de la Universidad Autónoma de Baja California Sur, México. gacruz@uabcs.mx

no paso mucho tiempo para que otros países adoptaran una política similar a la promovida por la ley Bayh Dole, entre ellos México.

La puesta en marcha de estas políticas públicas en el país ha propiciado el fortalecimiento del ecosistema de innovación, las principales universidades del país y los centros públicos de investigación apuestan en la capacidad de sus investigadores, creando sus oficinas de transferencia de tecnología mediante fondos federales otorgados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

Descripción del Método

El desarrollo de la investigación se realizó de manera cualitativa, se analizaron los modelos de transferencia de tecnología. Existen diferentes variables presentes dentro de los modelos que determinan el funcionamiento de las oficinas de transferencia de tecnología tales como las condiciones normativas o legales del país en el que se encuentran, su estructura orgánica y las regulaciones internas de la universidad o centro público de investigación en las que están operando, por mencionar algunos.

En México existe la legislación apropiada para fomentar la transferencia de tecnología, además de que existen programas públicos impulsados por CONACYT para la creación y colocación de desarrollos tecnológicos en los sectores productivos, Para el caso de las OTT de las universidades y de los centros públicos de investigación las estructuras de intermediación están reguladas por la Ley de Ciencia y Tecnología. La características de quienes generan y reciben el conocimiento varía por varios factores, ya sea el alcance de las líneas de investigaciones de las IES y CPI, la actividad industrial de su ubicación geográfica, etc.

El modelo de transferencia de tecnología propuesto por Siegel (2004) es un proceso conformado por una secuencia lineal de etapas. El modelo comienza con un descubrimiento (investigación básica), después se hace un desarrollo tecnológico mediante la investigación aplicada, dicho desarrollo es protegido mediante propiedad intelectual y el modelo termina con el licenciamiento del desarrollo tecnológico como se muestra en la figura 1.

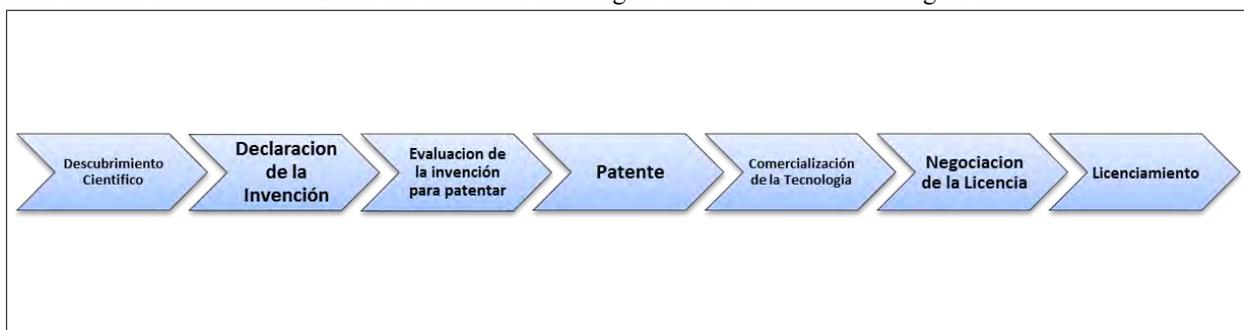


Figura 1. Modelo Lineal de Transferencia de Tecnología

El modelo dinámico de transferencia de tecnología, también propuesto por Siegel (2004) es una reinterpretación del modelo lineal, acotándolo a un entorno donde variables internas influyen en el proceso tales como incentivos económicos dirigidos a investigadores, capacitación para el personal involucrado en el proceso con el fin de mantener alianzas con los sectores productivos y mejorar la capacidad de transferencia de tecnología como se muestra en la figura 2.

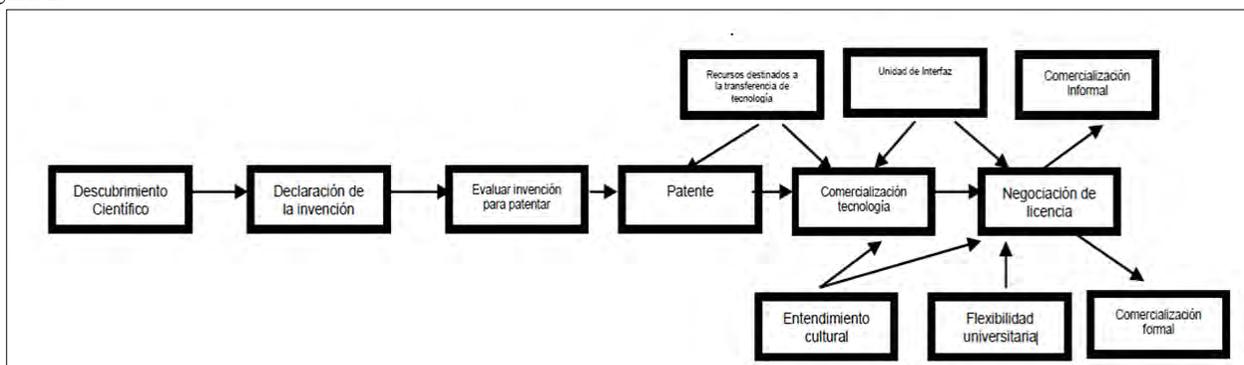


Figura 2. Modelo Dinámico de Transferencia de Tecnología.

El modelo propuesto por Solleiro (2008) representa la evolución de los mecanismos de transferencia de tecnología en las universidades latinoamericanas, se caracteriza por una diversidad de actividades. En este modelo se presentan diferentes mecanismos de transferencia dejando ver que solo la universidad y la empresa son los únicos actores dentro del proceso, para cada salida de transferencia el modelo propone mejores prácticas como se muestra en la figura 3.

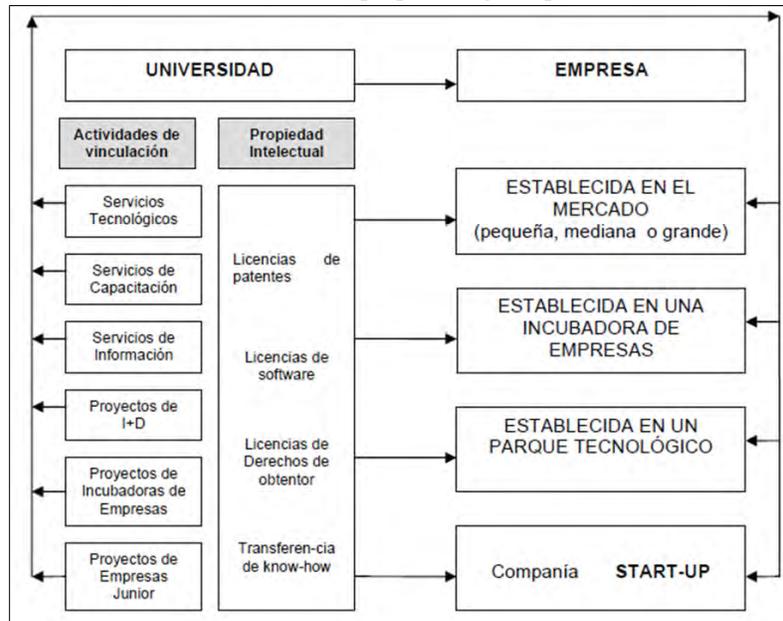


Figura 3. Modelo Universidad-Empresa

En Baja California Sur existen varias instituciones que generan conocimiento, algunas de ellas tienen líneas de investigación muy rígidas y/o desarrollan mayor cantidad de proyectos de ciencia básica que de ciencia aplicada, actualmente en el estado existen una oficinas de transferencia de tecnología, operada por el Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste (CIBNOR) la cual opera bajo el modelo de la figura 4.



Figura 4. Modelo de Transferencia de Tecnología del CIBNOR

Una vez presentados los modelos se procedió a analizar cuáles son los mecanismos de transferencia de cada modelo para determinar si estos son capaces de ser implementados o adaptados como modelo dentro de la Universidad Autónoma de Baja California Sur tomando en cuenta la capacidad técnica y administrativa institucional como un ente generador de conocimiento mediante su comunidad académica.

Comentarios Finales

Resumen de resultados

Después de haber efectuado un análisis de los modelos presentados, se determinó que hay características similares dentro del proceso de transferencia de tecnología, ya sea que se trate de una institución de educación superior o un centro público de investigación. La base de la transferencia siempre será mediante la investigación en ciencia básica, esta, da paso a la investigación aplicada dando como resultado la creación de desarrollos tecnológicos dentro de las instituciones, a partir de este momento cada modelo toma un camino diferente y es cuando el momento de la transferencia se hace presente, cada modelo propone diferentes salidas para lograr la comercialización. El modelo lineal y el modelo dinámico tienen como salida comercial el licenciamiento de la tecnología, de esta manera se obtienen ganancias para la institución y puede llegar un incentivo a los investigadores como creadores del desarrollo tecnológico, el modelo dinámico ofrece otros atributos como la creación de un vínculo con la empresa receptora de la tecnología para poder mantener acuerdos de transferencia de tecnología, además destina parte de los recursos generados en fortalecer el proceso de transferencia mediante la capacitación de los involucrados en el proceso.

El modelo de universidad-empresa sugiere múltiples salidas para transferir el conocimiento, creando un vínculo bastante fuerte entre la empresa y la IES o los CPI mediante la comercialización de las licencias generadas, ofreciéndole servicios tecnológicos, de investigación, desarrollo y de capacitación a la empresa o la posibilidad de crear nuevas empresas con basadas en la tecnología generada en la institución. Para lograr esto las instituciones de educación superior o los centros públicos de investigación tienen que tener bien definido dentro de su marco legal y de gestión organizacional si son capaces de seguir este modelo con procedimientos adecuados para lograr la transferencia de tecnología, una estrategia de negocios encaminada al desarrollo de empresas con base tecnológica y el recurso humano capacitado en estos temas.

El modelo de transferencia del CIBNOR no solo toma en cuenta los factores del modelo de universidad-empresa para el licenciamiento o creación de empresas con base tecnológica, agrega una variable más, el seguimiento de los acuerdos efectuados con las empresas, diseñando una estrategia para acuerdos posteriores a la negociación, fortaleciendo la relación entre el centro de investigación con la empresa, dando pie a proyectos futuros o a renegociaciones en el manejo de licencias o convenios.

Conclusiones

La Universidad Autónoma de Baja California Sur cuenta con una gran amplitud de líneas de investigación que ninguna otra institución de educación superior o centro público de investigación en el estado, además tiene un posicionamiento superior dentro del sector empresarial que el resto de las IES y CPI. La instalación de la una oficina de transferencia en la UABCS es una evolución natural, la universidad cuenta con los elementos necesarios para lograr una mejor vinculación con el sector y transferir el conocimiento generado hacia proyectos productivos, sin embargo actualmente no cuenta con un marco normativo que regule las actividades relacionadas con la transferencia de tecnología. El modelo de transferencia de tecnología universidad empresa y el modelo de transferencia del CIBNOR tienen un alto potencial para su implementación o adaptación dentro de la UABCS, sería necesario la creación de un marco legal dentro de la institución así como la gestión organizacional para poder efectuar esta nuevas actividades dentro de la comunidad académica, es importante mencionar que no hay precedentes sobre este tema dentro de la institución e implementar una oficina de transferencia de tecnología se traduciría en que la UABCS como generadora de conocimiento puede controlar eficazmente su crecimiento, debido a que le permitiría contar con ingresos económicos importantes generados por sus licenciamientos y su participación en la creación de empresas de base tecnológica, con miras en convertirse en una fuente de ingreso constante para la institución

Referencias

Asociación Mexicana de Directivos de la Investigación Aplicada y el Desarrollo Tecnológico A.C ADIAT. (2010). Oficinas de Transferencia de Tecnología, Fundamentos para su Formación y Operación en México.

Escorsa C, Valls P, (2003) Tecnología e Innovación en la Empresa, Universidad Politécnica de Cataluña.

Lopez G. (2006) Un acercamiento al concepto de la transferencia de tecnología en las universidades y sus diferentes manifestaciones. Panorama Socioeconómico año 24, número 32, p: 70-81.

Siegel, D. y Walmad D. (2004). "Toward a Model of the Effective Transfer of Scientific Knowledge from Academicians to Practitioners" en: Journal of Engineering Technology Management, vol. 21, march-june de 2004.p.115-142.

Solleiro y Castañon R. (2008) Gestión Tecnológica: Conceptos y prácticas. Ed. México, primera edición 2008, México D.F.

Pedraza Amador E. (2013) Oficinas de transferencia tecnológica en las Universidades como estrategia para fomentar la innovación y la competitividad, Journal of Technology Management & Innovation, Volumen 8 numero 2.

Diagnóstico del clima organizacional: El caso de una Institución de Educación Superior del Estado de Guanajuato

M. en A. J. Guadalupe Ortiz Zamudio¹, C. Sandra María Álvarez Camacho², C. Guadalupe Anaid Ortiz Muñoz³

Resumen— El clima organizacional se caracteriza por el involucramiento de diferentes elementos estructurales, funcionales y personales de toda organización. A la vez de que las organizaciones poseen características distintas; así como un conjunto complejo de factores, valores y actitudes que afectan las relaciones de las personas. El presente documento contiene el informe final del “Diagnóstico del clima organizacional: El caso de una Institución de Educación Superior del Estado de Guanajuato”. Mediante un instrumento que permite la recopilación de datos de manera confiable y la validación correspondiente. Los resultados son manejados a través de conclusiones globales, involucrando a los administrativos y profesores pertenecientes a la institución. El tratamiento de datos se dio mediante el software spss, complementando con Excel. Los resultados muestran una tendencia a fallas en la conducción del tipo de liderazgo que se presenta. Resultados que fueron presentados a los directivos para la toma de decisiones correspondientes.

Palabras clave— Diagnóstico, Diagnóstico organizacional, clima, clima organizacional, comportamiento organizacional.

Introducción

Es importante mencionar que el clima se ha denominado de diferentes formas tales como: ambiente, atmósfera, clima universitario, clima de trabajo y clima laboral o de trabajo; sin embargo, la literatura lo reporta con mayor frecuencia con la denominación clima organizacional. Haciendo referencia a las definiciones de clima, se puede afirmar que el clima se refiere a las características, internas y externas, que identifican un sistema organizacional donde interviene la conducta de las personas (directivos, docentes, administrativos, operativos y alumnos). Estas características son percibidas directa o indirectamente por los miembros que se desempeñan en ese medio ambiente y esto determina el clima organizacional, ya que cada individuo tiene una percepción distinta del medio en que se desenvuelve.

El clima organizacional es un cambio temporal en las actitudes de las personas que se pueden deber a varias razones: proceso de reducción de personal, incremento general de los salarios, reestructuración organizacional, entrada de competidores, rumores que se dan sobre el futuro de la empresa y el personal, etc. Por ejemplo, cuando se aumenta la motivación se tiene un aumento en el clima organizacional, puesto que hay ganas de trabajar; y cuando disminuye la motivación, ya sea por frustración o por alguna razón que hizo imposible satisfacer la necesidad, se generan ambientes desagradables de trabajo. Situación que se ve reflejada por la comunicación que se genera dentro de la organización, para proporcionar la información necesaria para que los colaboradores conozcan y sepan qué está pasando en la organización y no se generen conflictos internos por mal información en tiempos de crisis.

Las características de la organización son relativamente permanentes; en el tiempo se diferencian de una organización a otra y de una sección a otra dentro de una misma empresa. El clima, junto con las estructuras y las características organizacionales y los individuos que la componen, forman un sistema interdependiente altamente dinámico. Un buen clima o un mal clima organizacional, tendrá consecuencias para la organización a nivel positivo o negativo, definidas por la percepción que los miembros tienen de la organización. Entre las consecuencias positivas podemos nombrar las siguientes: logro, afiliación, poder, productividad, baja rotación, satisfacción, adaptación, innovación, etc. Y en lo que respecta a las consecuencias negativas podemos señalar las siguientes: inadaptación, alta rotación, ausentismo, poca innovación, baja productividad etc. La elaboración del clima organizacional es un proceso sumamente complejo a raíz de la dinámica de la organización, del entorno y de los factores humanos. Por lo que muchas empresas e instituciones reconocen que uno de sus activos fundamentales es su factor humano. Y para estar seguros de la solidez de su recurso humano, las organizaciones requieren contar con mecanismos de medición periódica de su clima organizacional.

Dado que el objetivo de la investigación es efectuar un diagnóstico referente al clima organizacional, este se caracteriza por que en él mismo se involucran diferentes elementos estructurales, funcionales y personales de la organización que, integrados en un proceso dinámico, le confieren un estilo peculiar a la gestión de la gerencia en la organización. Cada una de las organizaciones posee características distintas, así como un conjunto complejo de factores, valores y actitudes que afectan las relaciones de las personas; y el comportamiento de estas dentro de la

¹ M. en A. J. Guadalupe Ortiz Zamudio es académico de la Universidad del SABES plantel Acámbaro. jgpeuniaca@hotmail.com, (autor corresponsal).

² C. Sandra María Álvarez Camacho es estudiante de la Universidad del SABES plantel Acámbaro.

³ C. Guadalupe Anaid Ortiz Muñoz es estudiante de la Universidad de Guanajuato.

organización.

El clima organizacional se ha caracterizado por ser una herramienta de trabajo de investigación interna acerca del comportamiento y del sentir de los empleados de una empresa u organización por muy pequeña o grande que ésta sea. Mediante la opinión de los empleados, distintas variables como satisfacción, motivación, comunicación, liderazgo, relaciones, capacitación, desarrollo, entre otras; medidas por los responsables de llevarlo a cabo para obtener resultados de gran importancia para las empresas. De aquí que su importancia radique en la influencia que éste ejerce sobre las personas, en su conducta y en sus sentimientos.

La perspectiva histórica del clima organizacional es muy variada y se da desde la década de los años 30. Para este estudio se destacan el realizado por Litwin y Stringer (1968), quienes evaluaron la percepción de los empleados de la organización en función de nueve dimensiones: 1) Estructura organizacional, 2) Responsabilidad individual, 3) Remuneración ó recompensa, 4) Desafío, 5) Relaciones sociales, 6) Cooperación, 7) Estándares, 8) Conflictos y 9) Identidad o identificación. Generaron un instrumento para recolectar datos que ha sido fundamental para diversas investigaciones futuras del clima organizacional, por mencionar: Bustos, Miranda, y Peralta (2004); y Rizzo (2004). Así como empresas nacionales e internacionales de consultoría continúan basándose en este modelo, tal como Hay Group (2003). Sus estudios contribuyeron con tres conceptos esenciales al estudio del clima organizacional: el primero hace referencia a la importancia de las percepciones de los trabajadores sobre lo que representa el laborar en una determinada organización, el segundo refiere a la identificación de aspectos del ambiente laboral que impactan directamente en la habilidad de los empleados para hacer su trabajo bien, más allá de crear un ambiente "confortable" en la organización y un tercero que refiere al reconocimiento de que el clima organizacional determina qué tan adecuadamente los líderes optimizan los recursos de los empleados. Así como el de Aralucen (2003) considera que los principales determinantes que influyen en las percepciones del clima son: El contexto, la tecnología y la estructura organizacional, la posición jerárquica que ocupa el individuo en la organización y su compensación, los factores propios del individuo (personalidad, actitudes y satisfacción), los colegas, superiores y subordinados.

En este sentido, lo planteado alcanza especial interés en las instituciones de educación superior, en particular en la universidad, porque constituye un contexto poco explorado en el campo de la investigación organizacional. Actualmente en la universidad persiste el modelo de una organización piramidal cuya relación de mando es vertical, la cual genera una serie de problemas que afectan el ambiente de trabajo y por efecto, el rendimiento, la satisfacción y la productividad del directivo, administrativo, docente, operativos y alumnos.

Las investigaciones sobre clima organizacional se han enfocado sobre algo general o sobre contextos específicos o sobre tipos de organizaciones. Hay cientos de instrumentos para medir el clima, sin embargo, pocos poseen fundamentos teóricos sólidos y evidencia empírica sobre su validez. Hernandez Sampieri (2006) indica que el instrumento que se elija tiene que basarse en una teoría coherente, lógica, con perspectiva amplia y con diversos estudios que la soporten; así como tener demostrada su confiabilidad y validez en diferentes contextos.

Descripción del Método

El alcance del estudio es de tipo exploratorio debido a que existen numerosos estudios similares pero en otros contextos. "Los estudios exploratorios se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes" (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). Y es de tipo descriptiva ya que tiene por objetivo conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción de las actividades, objetos, procesos y personas en la Institución de Educación Superior del Estado de Guanajuato. Se recopilaron los datos y se concentró la información; para posteriormente analizarla y obtener los resultados, a fin de extraer generalizaciones significativas que contribuyan al conocimiento. El nivel en el que se trabajó la investigación fue el de diagnóstico o análisis, ya que se pretende identificar determinadas problemáticas para luego proporcionar propuestas viables.

La población se integró por todo el personal que labora en la Institución de Educación Superior del Estado de Guanajuato. Esto equivale a 83 Profesores de Tiempo Completo y 56 actores del personal administrativo. Obteniéndose una muestra conformada por 44 actores del personal administrativo y por 46 profesores de tiempo completo (PTC), quienes accedieron a contestar el cuestionario. No se utilizó ninguno de los tipos de muestreo conocidos, ya que se dio la libertad de contestar voluntariamente el cuestionario.

La técnica que se utilizó en la investigación fue la encuesta a través de un cuestionario integrado por 48 preguntas, agrupadas en 5 categorías: Sobre mi trabajo, condiciones de trabajo, relaciones interpersonales y de trabajo, liderazgo, la institución, en general y 3 preguntas abiertas para comentarios. Ver tabla 1.

Categoría	Preguntas
Sobre mi trabajo	1,2,3,4,5,6,7,8,9
Sobre las condiciones de trabajo	10,11,12
Sobre las relaciones interpersonales y de trabajo	13,14,15,16,17,18,19,20,21,22
1. Las relaciones interpersonales son cordiales y abiertas	13,14
2. Conozco las responsabilidades y funciones de	15,16,17
Sobre liderazgo	23,24,25,26,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36
Sobre la Institución	37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48
En general	49,50,51

Tabla 1: Categorías y preguntas

Se requirió el uso de Excel para la captura de la información, la cual fue exportada al software SPSS para el manejo de la información y su análisis correspondiente. La confiabilidad se estimó mediante el índice Alpha de Cronbach a todos los ítemes resultantes de la estructura factorial, en general y por cada componente; ver Tabla 2.

Estadísticos de confiabilidad		
Alfa de Cronbach	N de elementos	
0.948	90	
0.617	Sobre mi trabajo	9 elementos
0.744	Condiciones de trabajo	3 elementos
0.810	Relaciones interpersonales y de trabajo	10 elementos
0.958	Liderazgo	14 elementos
0.921	La Institución	12 elementos

Tabla 2: Valores de confiabilidad

Valores válidos para la confiabilidad de la información.

Resultados

En esta investigación, basada en el análisis del impacto que tienen algunas variables sobre clima laboral, se logró la aplicación del instrumento; permitiendo la recopilación de la información. Una vez concentrada se procedió al análisis, lo cual permitió identificar la manifestación de determinados comportamientos por parte de los actores internos de la institución; lo que generó propuestas para una intervención profunda en las variables clave resultantes; ver Tabla 3.

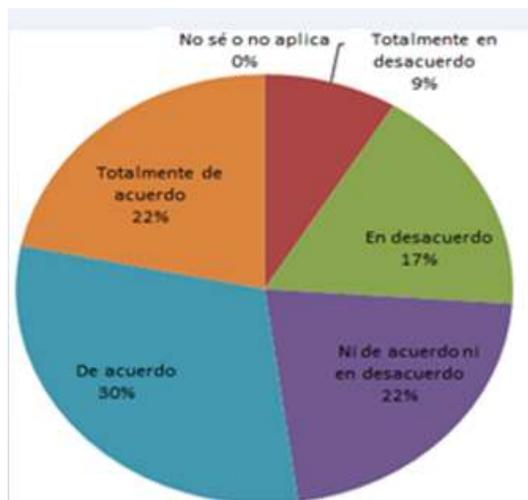
Dimensión	Manifestaciones identificadas
Sobre mi trabajo	Remuneraciones y tabuladores salariales
Condiciones de trabajo	No significativas
Relaciones interpersonales y de trabajo	Recepción información en tiempo y forma, diferencias en las cargas de trabajo
Liderazgo	Atender
La Institución	Transparencia en promoción y vacantes, evaluación y estímulos al desempeño, fallas en comunicación, establecimiento de metas
En general	No significativas
Preguntas abiertas para comentarios	A considerar

Tabla 3: Análisis de dimensiones (Variables)

Identificando aspectos positivos, se ejemplifica en el área de Relaciones interpersonales y de trabajo. Donde las respuestas de la muestra (Profesores y Administrativos) perciben lo mostrado en la Tabla 4; lo cual se ejemplifica con las respuesta a la pregunta 13 del cuestionario. Haciendo un análisis individual ver Gráfica 1 para Profesores y Gráfica 2 para Administrativos.

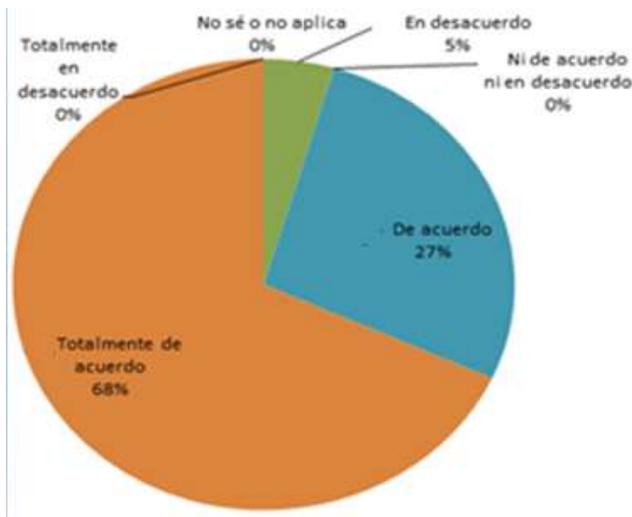
Estadísticos											
		Entre los miembros de mi equipo de trabajo o departamento	Entre los miembros de la Institución	Mis compañeros de trabajo en mi área o Departamento	El Director de la Institución	Del personal de otras áreas o departamentos	Hay evidencia de que la falta de conocimiento sobre las funciones del personal de algún departamento ha provocado quedar mal con los alumnos, egresados, etc.	Bajo las mismas circunstancias y condiciones se perciben diferencias en las cargas de trabajo	Recibo "en forma oportuna" la información que requiero para mi trabajo	Hay evidencia de que en mi área se trabaja en equipo exitosamente	Considero que mis compañeros necesitan capacitación en ciertas áreas importantes para su desempeño académico
N	Válidos	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Media		3.93	3.60	3.73	3.69	3.16	3.53	3.71	2.96	3.20	3.31
Desv. tip.		1.207	1.110	1.110	1.371	1.373	1.538	1.318	1.453	1.523	1.387
Varianza		1.456	1.231	1.231	1.880	1.886	2.364	1.736	2.110	2.319	1.925

Tabla 4: Estadísticos Dimensión Relaciones interpersonales y de trabajo



Grafica 1: Pregunta 13 para Profesores

Solamente el 2% de los profesores considera que no hay buena relación entre sus compañeros de su área o departamento. El 52% considera buenas las relaciones y el 22% restante da una opinión neutral. Todos los cuestionarios se contestaron.



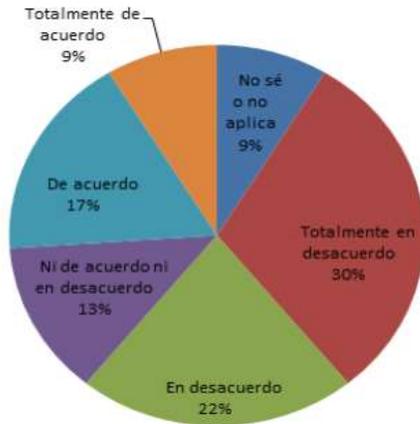
Grafica 2: Pregunta 13 para Administrativos

Solamente el 5% de los administrativos no está de acuerdo en la existencia de una buena relación entre sus compañeros de su área o departamento. El 95% considera buenas las relaciones. Todos los cuestionarios se contestaron.

Identificando aspectos negativos, se ejemplifica en el área de Liderazgo. Donde las respuestas de la muestra (Profesores y Administrativos) perciben lo mostrado en la Tabla 5; lo cual se ejemplifica con las respuesta a la pregunta 35 del cuestionario. Haciendo un análisis individual ver Gráfica 3 para Profesores y Gráfica 4 para Administrativos.

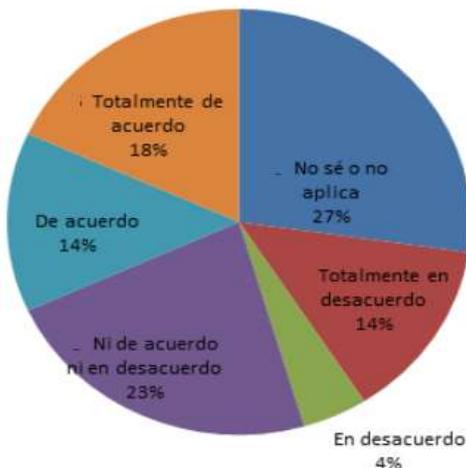
		Entre los miembros de mi equipo de trabajo o departamento	Entre los miembros de la Institución	Mis compañeros de trabajo en mi área o Departamento	El Director de la Institución	Del personal de otras áreas o departamentos	Hay evidencia de que la falta de conocimiento sobre las funciones del personal de algún departamento ha provocado quedar mal con los alumnos, egresados, etc.	Bajo las mismas circunstancias y condiciones se perciben diferencias en las cargas de trabajo	Recibo "en forma oportuna" la información que requiero para mi trabajo	Hay evidencia de que en mi área se trabaja en equipo extosamente	Considero que mis compañeros necesitan capacitación en ciertas áreas importantes para su desempeño académico
N	Válidos	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
	Perdidos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Media	3.93	3.60	3.73	3.69	3.16	3.53	3.71	2.96	3.20	3.31
	Desv. tp.	1.207	1.110	1.110	1.371	1.373	1.538	1.318	1.453	1.523	1.387
	Varianza	1.456	1.231	1.231	1.880	1.886	2.364	1.738	2.110	2.319	1.925

Tabla 5: Estadísticos Dimensión Liderazgo



Gráfica 3: Pregunta 35 para Profesores

Solamente el 26% de los profesores considera que si se valoran sus esfuerzos. El 52% considera no valorados sus esfuerzos y el 13% restante da una opinión neutral. El 9% considera que no aplica o no sabe.



Gráfica 4: Pregunta 35 para Administrativos

Solamente el 32% de los administrativos considera si se valoran sus esfuerzos. El 18% considera no valorados sus esfuerzos, 27% considera que no aplica esta pregunta y el 23% restante da una opinión neutral. En tanto que el 27% considera que no sabe o no aplica esta pregunta.

Conclusiones

El clima organizacional, aun cuando no puede ser visto o tocado; se percibe, se vive y afecta todos los aspectos de la misma, siendo un factor clave en el desempeño de una organización.

Al analizar integralmente los resultados de la información proporcionada por los participantes se observó la existencia de cierto grado de confianza en los administrativos y profesores; sin embargo, la mayor parte de las incomodas son generadas por el liderazgo que se presenta, en decisiones que se toman en la dirección. Situación que genera percepciones de baja valoración por parte del personal, evaluación y estímulos al desempeño no adecuados; una comunicación desfavorable y establecimiento de metas con solo parte del personal.

Con esta información se puede concluir que el clima organizacional juega un papel de vínculo u obstáculo para el buen desempeño de la institución, llegando a ser factor de distinción e influencia en el comportamiento de quienes la integran.

Si la institución busca mantener un ambiente favorable, debe considerar el clima organizacional como un punto clave para su afirmación, y atender las variables identificadas en el diagnóstico; lo cual servirá de apoyo para facilitar los procesos de dirección, innovación y cambio.

Se recomienda que tanto las áreas administrativas y de profesores mantengan una percepción común o una reacción común ante una situación; generando una atmósfera de satisfacción, sin resistencia y de participación; a través de un liderazgo adecuado.

La investigación ha señalado que el tener un buen clima organizacional, es un proceso sumamente complejo, ya que son varios los factores que pueden incidir en este. Siendo muchas las instituciones que reconocen que uno de sus activos fundamentales es su factor humano. Situación por la que se recomienda realizar periódicamente un diagnóstico y mediciones de clima organizacional para conocer el avance que se ha tenido en cuanto a la solución de la problemática detectada.

Referencias

- Álvarez, G. (1992). El Constructo "Clima Organizacional": Concepto, Teorías, Acciones Investigaciones y Resultados Relevantes. *Interamericana de Psicología Ocupacional* 11, (1,-2).
- Aralucen, P. (2003). Diseño y validación de un instrumento de medición del clima organizacional y la satisfacción laboral en una empresa avícola nacional. Tesis de maestría no publicada, Instituto de Estudios de Postgrado en Ciencias y Humanidades, A. C., México, DF, México.
- Brunet, L. (2002). El clima de trabajo en las organizaciones. Quinta reimpresión. México, DF, México: Ed. Trillas.
- Bustos, P., Miranda, M., y Peralta, R. (2004). Clima organizacional. Documento no publicado. Disponible
- Ferrán, M (2001). SPSS para Windows. Análisis Estadístico. McGraw-Hill. Interamericana de España.
- Goncalves, A. (2000). "Fundamentos del clima organizacional". Sociedad Latinoamericana para la calidad (SLC).
- Goncalves, A (2000). Clima Organizacional. /página web en línea/. Disponible: [http: Clima.Org/ vismeyos.htm /educarchile/](http://Clima.Org/vismeyos.htm/educarchile/) Consulta: 2015 mayo 07.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). Metodología de la investigación (5a. Ed.). México, D.F., México: McGraw Hill Interamericana.
- Hernández, R. (2006). "Exploración del Modelo de los Valores en Competencia en el medio laboral mexicano y su vinculación con el clima organizacional." "Disertación doctoral no publicada", Universidad de Celaya, México.
- Litwin, G. y Stringer, H. (1968). Motivation and organizational climate. Boston, MA, EE. UU.: Harvard University.
- Martínez de Velasco, A. y Nosnik, A. (2006). Comunicación Organizacional Práctica: manual gerencial. México: Trillas.
- Martínez, R. (2006). Management. El éxito es de quienes pueden cambiar el clima. [Documento en línea]. Disponible: www.mujiernegocios.com/articulo533-lanacion.htm [Consulta: 2015, Julio 21].
- MORA, C. (2008). La Relevancia del Clima Organizacional. Artículo z consultado 10 de septiembre de 2008 desde <http://www.articuloz.com/administracion-articulos/la-relevancia-del-clima-organizacional-414396.html>
- Robbins, S. (2004). Comportamiento organizacional (10a. ed.). México: Pearson Educación.
- Rodríguez, M. C. (2002). Elaboración de un instrumento de diagnóstico del clima laboral y su aplicación en la Presidencia Municipal de Celaya. Tesis de maestría no publicada. Universidad de Celaya, Celaya, Gto., México.
- Toro, F. (1992). Clima organizacional y expectativas en la perspectiva del cambio organizacional. *Revista Interamericana de Psicología Ocupacional*, 11(1 y 2), 163-173.
- Visauta, V (2000). Análisis Estadístico con SPSS para Windows. Estadística Básica. Madrid. Editorial McGraw-Hill.