



Análisis Comparativo de Indicadores de Desempeño de Navieras Internacionales

Comparative Analysis of performance indicators of international shipping companies

Luis Enrique López-González¹, Irving Ilhuicamina Mendoza-Ruiz¹, María Monserrat Borbonio-Fernández¹

¹ Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz; Cuitláhuac, Veracruz, México.

Recibido: 11-11-2019
Aceptado: 09-12-2019

Autor corresponsal: mid.imri@gmail.com

Resumen

El comercio exterior está en un auge puesto que, a medida que pasan los días se implementan nuevas tendencias de cómo llevar una cierta cantidad de producto de un país a otro, se sabe que el transporte marítimo es un modo de transporte que representa el 80% de utilización para el traslado de mercancías al exterior siendo uno de los más importantes. Con la investigación realizada se determinaron los costos de flete marítimo y tiempos de tránsito que ofrece cada una de las navieras hacia la empresa DESCAMEX S.A. DE C.V.; así mismo se trazó la ruta óptima para el traslado de la mercancía resaltando la importancia en este último punto debido a que la realización de diferentes escalas son un factor directo que influyen en la determinación de costos y tiempo. El estudio se realizó durante el periodo cuatrimestral Septiembre-Diciembre 2019 bajo un enfoque cuantitativo en el que se establecieron criterios para realizar un análisis comparativo entre los servicios ofertados por cada una de las navieras con el objetivo de tomar la decisión más conveniente para la empresa y el cliente quienes además de buscar una mejor alternativa en costo y tiempo requieren seguridad en el transporte de sus mercancías. Entre las navieras que se analizaron se encuentran Hapag-Lloyd, Hamburg Sud, CMA CGM y MSC, encontrándose que las navieras Hapag-Lloyd y Hamburg Sud brindan una mejor asistencia en cuanto tiempo y costo es debido a las distancias que existen entre los puertos y las rutas que son tomadas para la entrega del producto.

Palabras clave: Naviera, Costo, Tiempo, Comercio exterior.

Abstract

Foreign trade is booming as, as the days go by, new trends are implemented on how to carry a certain amount of product from one country to another, it is known that shipping is a mode of transport that represents 80% use for par to the transfer of goods abroad being one of the most important. The research carried out determined the costs of maritime freight and transit times offered by each of the shipping companies to the company DESCAMEX S.A. DE C.V.; the optimal route for the transfer of the goods was also drawn, highlighting the importance at the latter point because the realization of different scales are a direct factor influencing the determination of costs and time. The study was conducted during the quarterly period September-December 2019 under a quantitative approach in which criteria were established to carry out a comparative analysis between the services offered by each of the shipping companies with the aim of taking the most convenient decision for the company and the customer who in addition to looking for a better alternative in cost and time require security in the transport of their

goods. Among the shipping companies that analyzed are Hapag-Lloyd, Hamburg Sud, CMA CGM and MSC, finding that the shipping companies Hapag-Lloyd and Hamburg Sud provide better assistance in how much time and cost is due to the distances between the ports and the routes which are taken for the delivery of the product.

Keywords: Shipping, Cost, Time, Foreign trade.

Introducción

Los Hub se presentan como nuevo paradigma del desarrollo del transporte y el comercio marítimo internacional en los albores del siglo XXI la globalización del comercio internacional anuncia la llegada de empresas multinacionales y el ingreso a nuevos mercados un país a otro (Martner Peyrelongue, 2010), esto ha influenciado en las necesidades de crear un proceso de comercialización globalizado, donde se procura vender un producto a consumidores parcialmente desconocidos, al igual que, conocer los regímenes con los que se rige el país al que se le quiera proveer de esta mercancía, esto poner en la necesidad de movilizar productos de un lugar a otro considerando cual es el medio y la empresa idónea para el traslado de dichas mercancías de un nodo a otro.

El objetivo de la investigación que dio origen a este proyecto “*Desarrollar estrategias logísticas que ayuden al traslado de mercancías hacia diferentes infraestructuras logísticas administrando atención, los costos y niveles de rentabilidad*” permitió establecer una propuesta metodológica para la formulación de dichas estrategias para la empresa de producción DESCAMEX S.A de C.V. a partir de identificar: las áreas decisionales, las actividades logísticas, los recursos con los que cuenta la organización y el conocimiento de las actividades operativas y tácticas para generar las estrategias de traslado en diferentes rutas de acuerdo a los nodos o puntos de origen cubriendo los indicadores de prioridad para la selección de una opción favorable al presupuesto de la empresa.

En la actualidad el comercio exterior ha tenido un auge y ha alcanzado un nivel impresionante de importancia, tal es el caso que la competitividad del comercio exterior y la logística a implementar se ha vuelto un concepto fundamental. Para una buena comercialización se aconseja:

- *Un análisis para decidir exactamente a qué país o países es más viable poder exportar tu producto, considera traslados, caducidad, y condiciones de tu producto. Recordad siempre que un producto deberá cumplir con todos los estándares de calidad nacional e internacional para volverlo una realidad* (Instituto Nacional de Economía Social, 2018).

Dentro del comercio exterior se encuentran tres tipos de modo de transporte: Aéreo, terrestre y marítimo. El transporte aéreo de mercancías, se utiliza principalmente cuando se trata de largas travesías intercontinentales para poder transportar mercancías de valor. Esto es gracias a su rapidez, seguridad, facilidad de control y seguimiento, se ha categorizado como el medio ideal para hacer envíos urgentes o especiales, sobre todo de mercancías frágiles o perecederas. (Global, 2019) Así mismo, este cuenta con una desventaja importante, puesto que se tiene una limitante en peso y tamaño.

El transporte terrestre, está subdividido en carretero y ferroviario, en el comercio exterior, no se llega a extenderse a todo el mundo puesto que se tienen ciertas limitantes territoriales.

El transporte marítimo, es un pilar importante sobre los que se sostiene el proceso de la globalización en el ámbito comercial, ya que genera el 80% del movimiento de mercancías y/o producto. Este tipo de transporte se caracteriza por su adaptabilidad y versatilidad, ya que permite trasladar toda clase de productos, así como sus costos reducidos (Shipping&Solutions, 2018).

México, goza de una privilegiada ubicación, con litorales en los dos océanos más importantes y una frontera de 3,000 kilómetros con la economía más rica del mundo (Gómez, 2006), así mismo se conecta por vía marítima con 164 países y más de 567 destinos en los cinco continentes, dando paso a una gran gama de elección para la exportación e importación de mercancías.

Las terminologías navieras o empresas navieras comprenden y aplica para aquellas entidades, agencias o personas que se dedican a la explotación de buques marítimos con el fin de trasladar cosas al nivel internacional (Comex Latino, 2018).

La selección de la compañía de envío correcta implica considerar muchos factores, tanto internos como externos, ya que cada uno de ellos puede influir en los productos enviados. Dando respuestas a las preguntas *¿Qué mercancía se va a transportar?*, *¿Cuál es su embalaje y cuidados que se deben de tener con él?*, ya resueltas las preguntas anteriores, se considera o determina el presupuesto, con esto, se analizan, cotizan las navieras con las que se pudiese transportar tu producto, se debe de tomar en consideración tiempo, costos y rutas. Además, se toma a consideración de los factores externos, los clientes, ya que son ellos los que tienen la última palabra, en alguno de los casos.

Con respecto a indicadores, Brooks y Palis (2013) afirma que, si los puertos no participan de forma proactiva en los esfuerzos para evaluar su desempeño, se espera que otros grupos de interés lo hagan por ellos. Dicho esto, la empresa DESCAMEX S.A. de C.V. mantiene una constante evaluación del servicio ofertado de las navieras con las que trabaja.

DESCAMEX S.A. de C.V. empresa fundada en 1980, se encarga de extraer la cafeína del café, se han posicionado en un ranking ya que sus procesos logran un sabor, aroma y consistencia de primera calidad, por estas razones son reconocidos mundialmente como Mountain Water Process.

El café es un producto alimenticio que ha logrado colocarse en una posición privilegiada dentro del comercio internacional, debido a que el consumo mundial, cada vez mayor, ha superado en los últimos años a la oferta. (Guevara Ramirez, 2010).

México ha tenido una baja notoria en el cultivo de café, tal es el caso que se ha dado a la tarea de importar café de algunos países de todos los continentes. Como se muestra en la siguiente Figura 1 Estos países representan prácticamente la mitad de todas las importaciones cafeteras.

La Fedecafé informó que para evitar riesgos de desabastecimiento y mantener la competitividad de Buen café en la industria, el Comité Nacional de Cafeteros autorizó la importación de café de otros países para la fábrica de café liofilizado con recursos de los excedentes de la operación de la misma o con créditos, pero no de la contribución cafetera. (Quintero Vega, 2017).

El objetivo de la investigación que dio origen a este proyecto *“Desarrollar estrategias logísticas que ayuden al traslado de mercancías hacia diferentes infraestructuras logísticas administrando atención, los costos y niveles de rentabilidad”* permitió establecer una propuesta metodológica para la formulación de dichas estrategias para la empresa de producción DESCAMEX S.A de C.V. a partir de identificar: las áreas decisionales que serán objetivo de análisis para poder tomar la decisión de selección óptima para la empresa.

Materiales y métodos

Para la realización del presente análisis se tomaron como muestra los puertos que la empresa utiliza como nodos para el traslado del café, se consideraron estos nodos por sus características de tiempo de traslados, costos de movilidad y calidad en el servicio; esto permitió considerar el caso de Cartagena y Buenaventura ubicadas en Colombia, Paíta en Perú, Santos localizado en Brasil y Haiphong ubicado en Vietnam.

La revisión bibliográfica es la etapa inicial de la presente metodología; allí se contempla la búsqueda en literatura científica, documentos gubernamentales nacionales e internacionales además de investigaciones previas que permitan su reconocimiento.

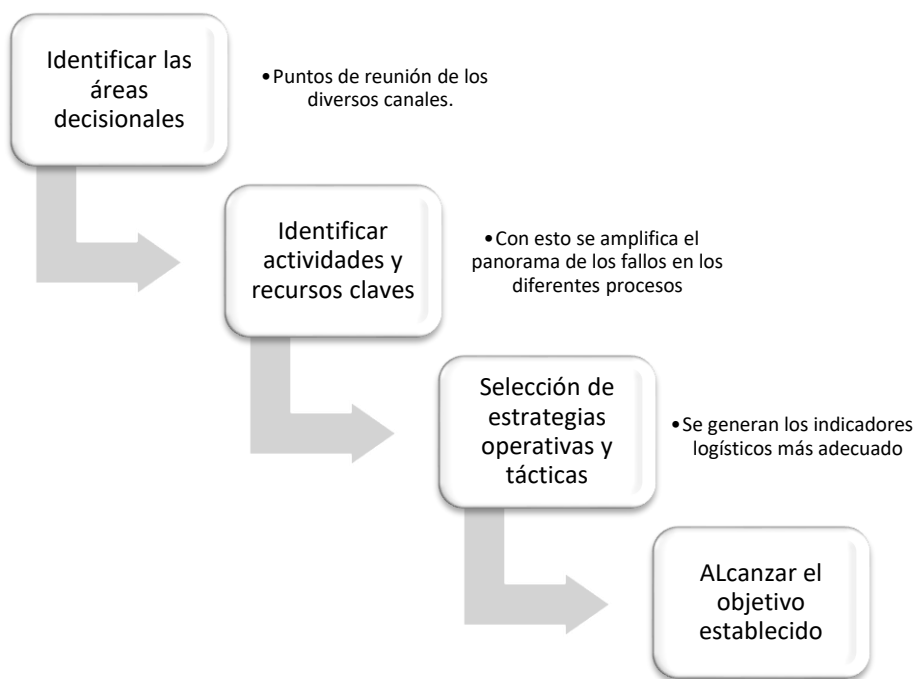


Ilustración 1 Metodología aplicada en la investigación.
Fuente: Los autores

Se identificaron las principales navieras con las que la empresa trabajo para lo cual se consideraron los aspectos de tiempo, costos y calidad en el servicio y permitió identificar con base en una clasificación de prioridad de las navieras observadas y se tomaron en consideración las 5 más importantes que cubren dichos aspectos identificados en la investigación.

Tabla 1 Ranking de Navieras (Internacional).

Ranking de Navieras	
1. APM-Maersk	2. Mediterranean Shg Co
3. COSCO Group	4. CMA CGM Group
5. Hapag-Lloyd	6. ONE(Ocean Network Express)
7. Evergreen Line	8. Yang Ming Marine Transport Corp.
9. PIL (Pacific Int. Line)	10. Hyundai M.M.

Fuente: Los autores

Identificación del problema

La empresa DESCAMEX S.A DE C.V. Ubicada en la ciudad de Córdoba, Veracruz dentro del Departamento de logística no cuenta con contratos fijos para el cumplimiento de los procesos de traslado en navieras y transportes terrestres, lo cual ocasiona un retraso en el proceso de entrega de las mercancías.

Selección de instrumentos de investigación

- ✓ **Tipo de Investigación:** Investigación de campo. Se tiene un contacto con el área de estudio.
- ✓ **Fuentes de información:** Se realizó una pequeña entrevista al jefe del departamento de logística y sus subordinados.
- ✓ **Técnica e instrumentos:** Entrevista profunda para indagar información sobre los siguientes puntos: funciones de los departamentos (producción, logística, almacén). Además de la observación que se realizó al finalizar dicha entrevista.
- ✓ **Tipo de Investigación:** Investigación Transeccional
Se escoge el método, a pesar del campo experimental donde nos encontramos ya que estamos en cercanía con la empresa, no se puede modificar hasta el momento algún parámetro o procedimiento, por lo cual sólo se observa los puntos débiles y fuertes dentro de esta empresa.
- ✓ **Fuentes de información:** Departamento de logística.
- ✓ **Técnica e instrumentos:** Observación minuciosa.
- ✓ **Tipo de Investigación:** Fuente primaria y secundaria
Con lo que respecta, debido al acercamiento dentro de la empresa tenemos fuentes primarias para resolver las dudas que se presenten, sin embargo, contamos con las fuentes secundarias los cuales hasta el momento ha ayudado a llevar a cabo la investigación para dar pie y sustentar el proyecto.
- ✓ **Fuentes de información:** Se puede mencionar como primarias al acercamiento que se tuvo con las personas encargadas con las áreas a investigar y la secundaria fue proporcionada a través de las consultas con profesores y/o material de apoyo (revisión de bibliografía).
- ✓ **Técnica e instrumentos:** Para el caso de la primaria se usan entrevistas, observación; para el caso del secundario se utilizan libros, sitios web, artículos de revistas, entre otros.

Dentro de este artículo, se mostrarán los resultados que se han obtenido con respecto a la investigación.

Resultados y discusión

Del estudio realizado a las principales navieras con la que la empresa DESCAMEX S.A. DE C.V. trabaja en conjunto para la realización tanto de la importación como exportación del café descafeinado se consideró como indicador importante el **tiempo y costo** que implicaría el traslado del producto, buscando obtener la mejor ruta y un buen servicio.

De acuerdo al análisis realizado de las navieras observadas, 2 de ellas brindan un servicio a un costo adecuado al presupuesto y una entrega de movilidad favorable, estas características permiten que el producto llega a un menor tiempo.

De las navieras observadas se pudo identificar de acuerdo a la gran cantidad de orígenes con la que la empresa cuenta para realizar el movimiento de sus mercancías y la llegada a su respectivo destino (el Puerto de Veracruz), se obtuvo que las navieras Hapag-Lloyd y Hamburg Sud son las que ofrecen el mejor servicio tanto en costo como en tiempo, existiendo una variabilidad muy pequeña entre ambas, lo cual tomo en consideración otros aspectos para poder elegir cual debería tomar un mejor nivel del Rankin (Interno) lo que hizo priorizar que es más importante si el tiempo, el costo de acuerdo a los resultados obtenidos de la comparación de dichos indicadores.

Además de lo identificado en la comparación de los indicadores se pudo identificar que Hapag-Lloyd presenta una mayor disponibilidad para el movimiento de mercancías en casi todos los puertos con los que DESCAMEX S.A. DE C.V. mantiene una relación de negocios.

En el indicador del tiempo de traslado para realizar un movimiento del puerto de Cartagena, Colombia al Puerto de Veracruz, la naviera Hapag-Lloyd brinda el menor tiempo en comparación con los tres restantes esto es debido a que al realizar una ruta directa entre ambos puertos (Como se puede apreciar en la ilustración 2, es notable que a pesar de que las navieras MSC y CMA-CGM utilizan la misma ruta el tiempo de transito es mayor.

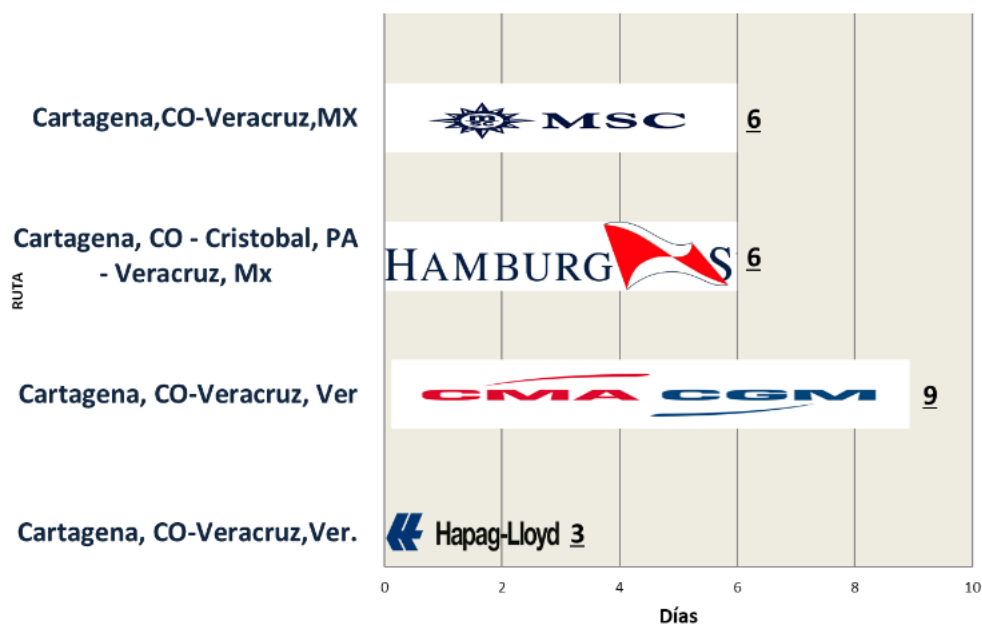


Ilustración 2 Tiempo de tránsito de Cartagena, CO-Veracruz, MX.

Fuente: Los autores

Cabe mencionar que el indicador **“tiempo”** en el caso del tránsito de mercancías puede variar y estará determinado por distintos factores como lo son precios de combustible, retrasos operativos al zarpe en puerto de origen, factores climatológicos, factores legales y trasbordos, siendo este último de gran importancia ya que en la mayoría de los casos se tienen que hacer escalas para cargar combustible, cargar más contenedores con la misma ruta de la nave y cargar contenedores vacíos y/o de transbordo (Jiménez, 2017).

En el caso de la variable de **“costo”** de flete marítimo puede variar en el tiempo y fluctuar según la oferta y la demanda de las distintas rutas. (iContainers, 2012). Al examinar los costos de dichas navieras considerando el mismo puerto de origen (se puede observar en la ilustración 3, Hapag-Lloyd ofrece el menor costo, continuando en segundo lugar la naviera Hamburg Sud; este costo de flete marítimo está determinado de acuerdo al contenedor que se vaya a utilizar, es decir la capacidad del volumen de carga que deba transportarse, de igual manera estará asociado al coste de manipulación y el despacho de la mercancía en los puertos de carga y descarga. Dependiendo de las necesidades de transporte, algunos gastos pueden deducirse o no. (Bilogistik, 2019).

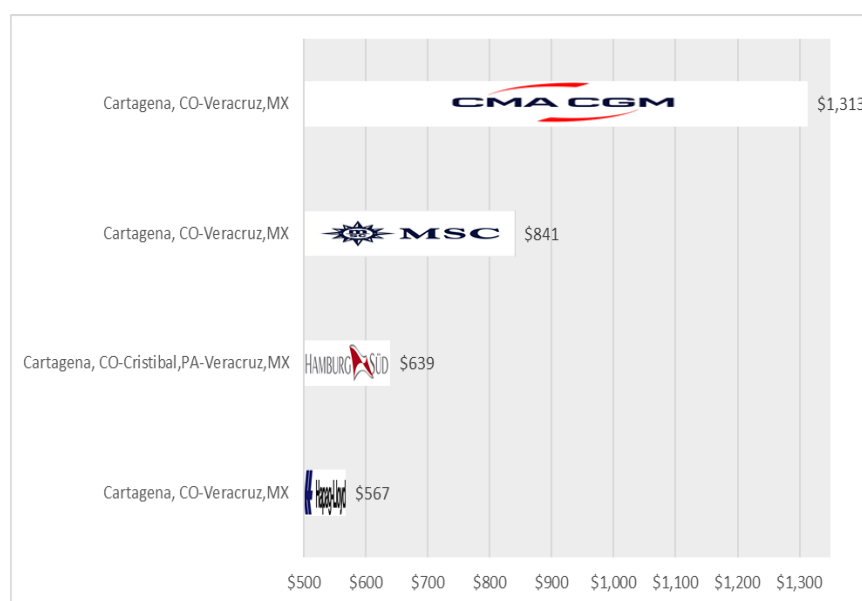


Ilustración 3 Costo de flete de Cartagena, CO-Veracruz, MX

Fuente: Los autores

Conclusiones

El transporte por vía marítima es el más conveniente cuando hablamos del traslado de grandes volúmenes de carga y largas distancias, a pesar de que efectivamente existirán variaciones en los costos y tiempos de tránsito que cada una de las navieras pueda ofrecer, este modo de transporte tendrá gran impacto en comparación con otras modalidades de transporte existentes. Con base en el estudio realizado se puede evidenciar las variaciones que pueden existir entre costo/tiempo donde que cada naviera puede ofrecer alternativas de elección para determinar bajo las condiciones de movilidad cual es la más adecuada para la empresa, por lo que siempre se debe analizar de manera objetiva cual puede proporcionar un mejor servicio de manera eficiente y eficaz (Considerando las variables principales costo/tiempo) para el traslado de las mercancías satisfaciendo de la mejor manera la demanda del cliente.

AGRADECIMIENTOS

A la empresa DESCAMEX S.A. DE C.V. por las facilidades otorgadas para la realización de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alphaliner. (07 de Noviembre de 2019). *TOP100*. Obtenido de TOP100: <https://alphaliner.axsmarine.com/PublicTop100/>
- Bilogistik. (2019). Qué son los fletes marítimos y cómo se establecen. *Bilogistik*.
- Brooks, M., Schellinck, T., & Pallis, A. (2013). Advances in port performance and strategy. *Research in Transportation Business and Management*.
- Comex Latino. (2018). *ComercioExterior.la*. Obtenido de ComercioExterior.la: <https://comercioexterior.la/tipos-de-buques/empresas-navieras/>
- Global. (16 de Abril de 2019). Tipos de transportes para exportación. *Global Forwarders de México*, 1. Recuperado el 07 de Noviembre de 2019, de <https://www.global-forwarders.com/tipos-de-transportes-para-exportacion/>
- Gómez, A. R. (2006). Globalización, competitividad y comercio exterior. *Análisis Económico*, 131-178.

Guevara Ramirez, S. (2010). EL CAFE EN EL COMERCIO. *Banco Nacional del Comercio Exterior S.A.*, 18.

iContainers. (2012). ¿Qué es el flete marítimo? *iContainers*.

Instituto Nacional de Economía Social. (2018). Ventajas del Comercio Internacional. *Gobierno de México*.

Jiménez, M. (2017). Transporte marítimo, tiempos de tránsito. *APR*.

Martner Peyrelongue, Carlos Daniel (2010). Puertos, espacio y globalización: el desarrollo de hubs en México. *Convergencia Revista de Ciencias sociales*, 17 (52), 319-360 [Fecha de consulta 23 de Febrero de 2020]. ISSN_1405-1435. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=105/10512246013>

Quintero Vega, A. (2017). Más del 40% del café que se toma en el país es importado. *Portafolio*.

Shipping&Solutions. (15 de Mayo de 2018). *Shipping&Solutions*. Obtenido de Shipping&Solutions: <https://jcvshipping.com/la-importancia-de-la-planificacion-en-el-transporte-maritimo/>



Optimización de la recolección de miel mediante el uso de Algoritmos Genéticos

Optimization of honey collection using Genetic Algorithms

Rogelio García-Rodríguez¹, María Xochitl Altamirano-Herrera¹, Fabiola Sánchez-Galván¹

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz, México.

Recibido: 11-10-2019
Aceptado: 03-12-2019

Autor correspondal: xochitl2422@gmail.com

Resumen

La apicultura es una actividad importante en México generando alrededor de 200 mil empleos directos según estadísticas de Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación en México. El presente trabajo tiene como objetivo determinar la ruta óptima que minimice las distancias al recolectar la miel de las colmenas. Las restricciones son principalmente la capacidad del vehículo. Se propone un algoritmo genético que permita encontrar las rutas que deben de seguir para recolectar toda la miel. Los resultados obtenidos disminuyen en un 5.37% el costo de recolectar la miel con respecto a las rutas usadas anteriormente. Para el cálculo del costo de viaje se usó la distancia recorrida junto con el rendimiento del vehículo usado, esto para que el costo fuera lo más realista posible.

Palabras clave: TSP, algoritmo genético, recolección de miel, Ruteo de vehículos

Abstract

Beekeeping is an important activity in Mexico generating around 200 thousand direct jobs according to statistics from the de Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación in México. The present work tries to find the optimal route that minimizes the distances when collecting the honey from the hives. The restrictions are mainly the capacity of the vehicle. A genetic algorithm is proposed that allows finding the routes that must be followed to collect all the honey. The results obtained reduce the cost of collecting honey by 5.37% compared to the routes used previously. The distance traveled along with the performance of the used vehicle was used to calculate the travel cost, so that the cost was as realistic as possible.

Keywords: TSP, Genetic algorithm, honey picking, vehicle routing

Introducción

La apicultura es una actividad económica del subsector pecuario dedicada a la crianza de abejas, ha sido ejercida desde hace cientos de años especialmente en las regiones tropicales (Magaña-Magaña & Tavera, 2016). De la apicultura se obtiene principalmente miel, jalea real, propóleo, cera y polen.

En el 2015, el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) reportó 45,000 productores apícolas, con un total de 1.9 millones de colmenas y una producción estimada de 61,881 toneladas de

miel (SAGARPA, 2016). En México genera alrededor de 200 mil empleos directos al año y una producción de más de 70 toneladas anuales de miel que actualmente supera los 2 millones 500 mil pesos (SAGARPA, 2017).

Como es sabido, la distribución de materia prima y productos desde parcelas, granjas, colmenas, o establecimientos hacia puntos intermedios y usuarios finales juega un papel fundamental en la gestión de los sistemas logísticos, su adecuada planificación puede significar considerables ahorros, debido que los costos de transporte representan entre el 10 y 20% del costo final de los bienes (Olivera, 2004)

La micro-empresa apícola del caso de estudio consta de un vehículo “m” con capacidad para transportar “Q” número de alzas provenientes de distintos apiarios ubicados en diversos municipios circunvecinos, se desea recorrer cada uno, sin importar el orden en que se efectúa el viaje.

El presente artículo utiliza un algoritmo genético y el Problema del Agente Viajero para optimizar el ruteo de vehículos y de ese modo disminuir distancias y costos de transportación de la miel de las colmenas al centro de acopio.

Materiales y métodos

Siendo ésta una investigación experimental, es indispensable determinar el método idóneo que permita encontrar una solución óptima, considerando la minimización del tiempo de procesamiento en los algoritmos de solución y la búsqueda de rutas, teniendo en cuenta factores como el costo de viajes de acuerdo a la distancia recorrida por los vehículos y la capacidad del vehículo.

El desarrollo metodológico se lleva a cabo en seis fases con sus respectivas subdivisiones, las cuales describen el desarrollo del protocolo (Guasmayan, 2014).

Diagnóstico del Problema: Se determinó como objetivo la minimización de distancias por medio de algoritmos genéticos y el Problema del Agente Viajero. Se recopiló datos para detectar las necesidades del cliente y la situación actual de la empresa para dar pauta al problema de ruteo idóneo a utilizar, así mismo, con los datos recopilados se construyó la matriz de distancias (Tabla 1) para determinar los costos del ruteo efectuado.

Identificación de un Modelo Matemático: Se definieron los parámetros iniciales como ubicación geográfica, número de nodos a visitar, capacidad de los vehículos, demanda y costos de transportación. Se determinó la Función Objetivo considerando como objetivo primordial la minimización de distancias, asimismo se determinaron las restricciones del problema.

Tabla 1 Matriz de distancias

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
A	0	1.3	9	11	12.3	13.7	17.1	21.8	22	24.9
B	1.3	0	7.7	9.7	11	12.4	15.8	20.5	20.7	23.6
C	9	7.7	0	2	3.3	4.7	8.1	12.8	13	15.9
D	11	9.7	2	0	1.3	2.7	6.1	10.8	11	13.9
E	12.3	11	3.3	1.3	0	1.4	4.8	9.5	9.7	12.6
F	13.7	12.4	4.7	2.7	1.4	0	3.4	8.1	8.3	11.2
G	17.1	15.8	8.1	6.1	4.8	3.4	0	4.7	4.9	7.8
H	21.8	20.5	12.8	10.8	9.5	8.1	4.7	0	0.2	3.1
I	22	20.7	13	11	9.7	8.3	4.9	0.2	0	2.9
J	24.9	23.6	15.9	13.9	12.6	11.2	7.8	3.1	2.9	0

* Todos los valores están expresados en kilómetros

Fuente: elaboración propia

El modelo matemático del problema del agente viajero es: existe un conjunto de n ciudades (nodos), $V = \{1, 2, 3, \dots, n\}$, y un conjunto de caminos (arcos) que unen cada una de las ciudades, así el camino $(i, j) \in A$, c_{ij} es la distancia (función objetivo) para ir de la ciudad i a la ciudad j (c_{ij} no necesariamente es igual a c_{ji}). Se define una variable binaria x_{ij} que toma el valor de 1 si el arco (i, j) es incluido en el tour y toma el valor de 0 en caso contrario (Ballesteros Silva & Escobar Zuluaga, 2016) (González Vargas, Guillermo; González Aristizábal, Felipe, 2006).

Minimizar:

$$\sum_{i,j \in A} c_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

Sujeto a:

$$\sum_{i:i,j \in A} x_{ij} = 1 \text{ para todo } j \quad (2)$$

$$\sum_{j:i,j \in A} x_{ij} = 1 \text{ para todo } i \quad (3)$$

$$\sum_{i,j \in A} X_{ij} \geq 1 \quad (4)$$

$$\sum_{i,j \in A} X_{ij} \leq |S| - 1 \text{ para todo } S \in V, |S| > 1 \quad (5)$$

$$X_{ij} \in \{0,1\} \quad (6)$$

Dónde: (1) muestra la función objetivo dada por el costo de trasladarse de un punto x a otro, (2) permite visitar a cada cliente una sola vez, mientras que, (3) posibilita que todos los clientes sean visitados, (4) indica que se puede o no visitar a un cliente. (5) Contribuye a que no se generen ciclos infinitos ni subtours para cada recorrido S . (6) dicta que la variable debe ser entera.

Prueba del Modelo de solución: Se configuró el algoritmo de solución, llevándose a cabo pruebas paramétricas con diferente número tamaño de población, generaciones y distinta probabilidad de cruce y mutación, considerando adaptaciones necesarias a las restricciones del problema de enrutamiento de vehículos. Se realizaron distintas las corridas con la finalidad de disminuir el error de los métodos iterativos, examinando que todas restricciones del modelo se cumplieran.

Obtención de una Solución a partir del Modelo: De acuerdo a modelo matemático de Agente Viajero se codificó el algoritmo matemático para dar solución a la problemática y con los resultados obtenidos se realizó la propuesta de solución.

Validación de la Metodología de Solución: De acuerdo a los resultados obtenidos de la ejecución la metodología de solución se compararon los resultados obtenidos como predicciones con datos reales para comprobar si el modelo proporciona menores costos logísticos.

El programa se codifico basado en el siguiente algoritmo (Pérez Calzada, 2012):

Paso 1. Definir el número de generaciones, tamaño de la población, la probabilidad de cruce (en escala de 1 a 9) y la probabilidad de mutación (en escala de 1 a 9)

Paso 2. Definir la matriz con los puntos conectados entre sí y la distancia recorrida en cada punto.

Paso 3. Generación de población inicial de forma aleatoria haciendo permutaciones y recorriendo todos los puntos.

Paso 4. Obtención de las distancias de la generación actual.

- Paso 5. Obtención de la función de aptitud con la fórmula: $f(x) = \text{Costo mayor} + \text{costo menor}) - \text{costo actual}$, y al mismo tiempo se obtiene la sumatoria.
- Paso 6. Generar la probabilidad de selección: $\text{probSel} = f(x)/\text{sumatoria}$.
- Paso 7. Obtención de la probabilidad acumulada.
- Paso 8. Generar un arreglo con n número aleatorios, dónde n es el tamaño de la población.
- Paso 9. Obtener la población Intermedia, esto es; si la probabilidad acumulada actual (ciclo) es mayor al elemento actual de R (paso anterior) se toma el elemento como eficaz, y se pasa a la siguiente generación en caso contrario, se busca un elemento mejor que R .
- Paso 10. Para la probabilidad de cruce, se genera un número aleatorio, si es mayor a la probabilidad de cruce no se cruza, el método empleado para la cruce fue el de la cruce parcialmente mapeada, el cual consiste en:
- Elegir aleatoriamente dos puntos de cruce
 - Intercambiar estos dos segmentos en los hijos que se generan.
 - El resto de las cadenas que conforman los hijos se obtienen haciendo mapeo entre los dos padres.

Resultados y discusión

La tabla 19 muestra la ruta propuesta microempresa apícola, acorde a la programación en Matlab.

Tabla 2 Propuesta de ruteo microempresa apícola

RUTA	KM A RECORRER	DEMANDA (COLMENAS)	COSTO (POR VIAJE)
AJIA	49.8	50	\$303
AIHGA	44	50	\$268
ABCA	18	50	\$109
AGFEA	34.2	50	\$208
AEDCA	24.6	50	\$149
Costo total= \$1,040			

Fuente: Los autores

Se establecen las rutas de la siguiente manera:

RUTA 1. Partiendo de una matriz de 10x10, se obtiene la primer ruta AIJA con un costo de \$303, considerando la capacidad del vehículo, siendo A el centro de extracción y los nodos I y J los apiarios con 28 colmenas cada uno; se recolectan 28 del nodo I y 22 del nodo J.

RUTA 2. Se obtiene la ruta AIHGA con un costo de \$268, se parte del nodo A y se recolectan 6 colmenas del nodo I, 28 en el nodo H y 16 en el nodo G.

RUTA 3. Se parte del nodo A hacia los nodos B y C, con un costo de \$109, se recolectan las 28 colmenas en el nodo B y 22 colmenas en el nodo C.

RUTA 4. Se obtiene la ruta AGFEA con un costo de \$208 partiendo del nodo A se recolectan las 12 colmenas pendientes en G y 28 en F y 10 en el nodo E.

RUTA 5. Finalmente, se obtiene como ruta optima AEDCA, con un costo de \$149, recolectando las 18 colmenas pendientes en el nodo E, 26 en el nodo D y 6 en el nodo C, finalizando el recorrido en el centro de extracción.

Una vez ejecutada la metodología de solución se procede a comprar los costos obtenidos mediante las propuestas de ruteo y los costos de las rutas ya establecidas por ambas empresas. En la determinación del costo total de combustible se considera que el rendimiento de la camioneta del primer caso de estudio es en promedio 3 kilómetros por litro de gasolina y el costo de ésta fue de \$18.29 por litro, mientras que el rendimiento de los camiones repartidores de ovoproductos tienen un rendimiento de 2.5 kilómetros por litro de diésel con un costo de \$18.70 durante el mes de estudio, cabe mencionar que en el ruteo solo se está considerando costos de combustible, por lo que no se toma en cuenta salarios de ayudantes y conductores ni casetas de cobro.

Por lo que la fórmula para determinar el costo del ruteo es la siguiente:

$$\text{Costo en combustible} = \left(\frac{\text{distancia}}{\text{rendimiento}} \right) * \text{costo de litro de combustible}$$

Para determinar los costos de combustible de la microempresa se despeja la fórmula:

$$\text{Costo} = \left(\left(\frac{180.3}{3} \right) * 18.29 \right) = \$1,099.23 \text{ Costo con ruta establecida}$$

$$\text{Costo} = \left(\left(\frac{170.6}{3} \right) * 18.29 \right) = \$1,040.09 \text{ Costo con propuesta de ruteo}$$

En la Figura 1 se muestran el costo de gasolina con la ruta seguida por los apicultores durante el mes de abril y la comparación con la propuesta de ruteo.

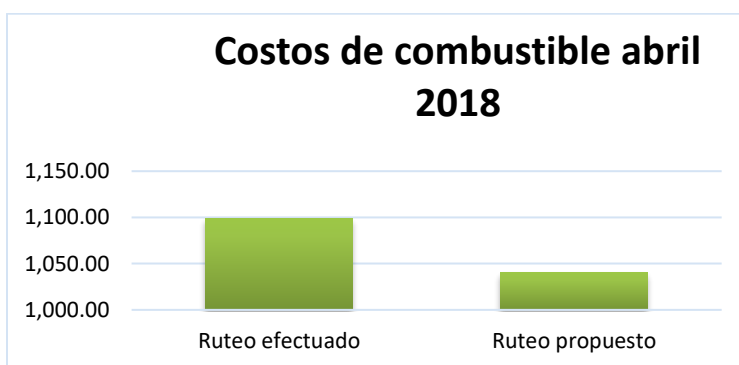


Figura 1 Comparación de costos de combustible microempresa apícola con ruteo propuesto (Costo de combustible \$ 18.29 pesos por litro)

Conclusiones

Se recopiló la información pertinente para la estructuración del modelo matemático, definiendo la codificación para la problemática planteada, la cual consistió en disminuir las distancias de transportación de ambas empresas y por consiguiente, disminuir los gastos en combustible, lo que generó mayores ganancias.

Para la implementación de la metodología fue necesario desarrollar un lenguaje de programación mediante algoritmos genéticos y realizar una serie de pruebas paramétricas con lo cual se determinó con que parámetros se obtenía un mejor promedio de distancias recorridas

La validación de la Metodología de Solución consistió en la comparación los resultados obtenidos con datos reales, se pudo apreciar que se obtuvo un ahorro del 5.37%, así mismo el modelo puede ser aplicado para la revisión de las colmenas, la cual es realizada semanalmente durante todo el año y ser más frecuentes los recorridos se puede apreciar mayormente los ahorros que se pueden generar al tener una ruta bien planeada.

Si se realiza un sistema de ruteo adecuado es posible ahorrar cuantiosas sumas de dinero en las empresas sin importar su giro, se optimizan los recursos y los tiempos, así mismo, los clientes actuales se conservan por más tiempo dado que sus demandas son cumplidas en tiempo y forma, por otra parte, es posible ampliar la cartera de clientes debido a que se detectan los espacios de tiempo donde se pueden calendarizar más rutas.

Referencias bibliográficas

- Arboleda Zúñiga, J., López, A. X., & Lozano, Y. L. (9 de Febrero de 2016). *El problema de ruteo de vehículos [VRP] y su aplicación en medianas empresas colombianas*. Santiago de Cali, Colombia.
- Ballesteros Silva, P. P., & Escobar Zuluaga, A. (Julio-Diciembre de 2016). Revisión del estado del arte del problema de ruteo de vehículos con recogida y entrega (VRPPD). *Ingeniería y Desarrollo*, 34(2).
- González Vargas, Guillermo; González Aristizábal, Felipe. (2006). Metaheurísticas aplicadas al ruteo de vehículos. Un caso de estudio. Parte 1: formulación del problema de estudio. *Revista Ingeniería e Investigación*, 149-156.

- González Vargas, Guillermo; González Aristizábal, Felipe. (Agosto de 2007). Metaheurísticas aplicadas al ruteo de vehículos. Un caso de estudio. Parte 3: Genetic Clustering and Genetic Clustering and Tabu Routing. *Revista de Ingeniería e Investigación*, 27(2), 106-113.
- González Vargas, Guillermo; González Aristizábal, Felipe. (Abril de 2007). Metaheurísticas aplicadas al ruteo de vehículos. Un caso de estudio. Parte 2: algoritmo genético, comparación con una solución heurística. *Revista Ingeniería e Investigación*, 27(1), 149-157.
- Guasmayan, F. A. (2014). *Solución del problema de Ruteo de Vehículos Dependientes del Tiempo utilizando un algoritmo genético modificado*. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Magaña-Magaña, M. A., & Tavera, M. E. (2016). Productividad de la apicultura en México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1104-1105.
- Olivera, A. (2004). *Heurísticas para problemas de Ruteo de Vehículos*. Tesis, Universidad de la República, Montevideo, Uruguay, Instituto de Computación, Facultad de Ingeniería, Montevideo, Uruguay. Recuperado el 2016
- Pérez Calzada, L. (5 de Septiembre de 2012). *Puras líneas*. Obtenido de <http://puraslineas.com/2012/09/05/algoritmo-genetico-para-el-problema-del-viajero/>
- SAGARPA. (19 de mayo de 2017). Miel “Hecho en México”, símbolo de calidad y sabor en el marco del Día Mundial de las Abejas. La Paz, Baja California Sur, México.



Aplicación de la simulación para la automatización de carga en contenedores en transporte marítimo

Application of the simulation for cargo automation in containers in maritime transport

Blanca Nelva Castillo-Bolaños¹, Omar Castillo-Castillo¹, Enedina Álvarez-Cruz¹,
Guillermo Carlos Peña-García¹, Maricruz Gurrola-González¹

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas, México.

Recibido: 08-11-2019

Aceptado: 12-12-2019

Autor corresponsal: rockoynoly@gmail.com

Resumen

Este artículo utiliza la técnica de simulación para la automatización de la carga de contenedores en transporte marítimo; para su desarrollo se diseñaron y fabricaron tres contenedores y un buque considerando dimensiones y peso de acuerdo a la capacidad y características del robot, así como las características de la banda transportadora disponible. Se programó textual y gestualmente el robot de 5 grados de libertad de la marca Mitsubishi ubicado en el Laboratorio de Manufactura del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero. A través de la programación del robot se obtuvo la rutina para colocar los contenedores en el buque, los cuales fueron llevados uno a uno de la banda a la unidad de transporte.

Palabras clave: Simulación, automatización, robot, programación textual, programación gestual.

Abstract

This article uses the simulation technique to automate the loading of containers in maritime transport, for its development three containers and a vessel were designed and manufactured considering dimensions and weight according to the capacity and characteristics of the robot, as well as the characteristics of the conveyor belt available. The Mitsubishi brand five-degree freedom robot located in the Manufacturing Laboratory of the Technological Institute of Ciudad Madero was textually and gesturally programmed. Through the programming of the robot, the routine to place the containers on the ship was obtained, which were taken one by one from the band to the transport unit.

Keywords: Simulation, automation, robot, text programming, gesture programming.

Introducción

La automatización ha evolucionado de manera vertiginosa en los últimos años, la utilización de la tecnología en la búsqueda permanente de operaciones más precisas para lograr elevar la rentabilidad y competitividad de la industria ha llevado a desarrollar dispositivos cada vez más sofisticados y capaces de realizar trabajos con la misma calidad o mejor que las personas, por ello se implementan celdas robotizadas (Acuña *et al.*, 2014). Actualmente hay una gran competencia tanto tecnológica como económica, por lo que la industria lucha por reducir los costos de sus tareas y aumentar la calidad de sus productos y procesos. Por ello el ahorro está centrado en la optimización de sus tareas, utilizando la última tecnología en automatización (Paredes, 2016).

Cualquier robot tiene la característica esencial de su capacidad de actuación, hay robots que reciben órdenes de un operador, o que su aplicación consiste en la realización de rutinas, movimientos repetitivos

y programados, como es el caso de este trabajo, según aumente la autonomía del robot, aumentará la variedad y complejidad de las tareas que realice (Salichs, Malfaz y Gorostiza, 2010).

Casi a diario escuchamos aplicaciones de la robótica en el ámbito industrial y doméstico, esto obliga al sector educativo a ofrecer cursos y considerar éste tema dentro de sus planes de estudio en todos los niveles, mismos que conlleven a la formación de profesionales que diseñen nuevas tareas con ésta tecnología y que aporten su creatividad a la sociedad (Cañas *et al.*, 2018). Una estrategia para motivar y desarrollar su creatividad es observar aplicaciones de celdas robotizadas mediante videos (Arias y Ospina, 2012).

En este proyecto el robot interactúa con su entorno por lo cual es de gran importancia el control de la fuerza que ejerce sobre éste, el manipulador carece de sensores en su efector final, por lo cual sigue una trayectoria sin otra realimentación que la que tienen sus sensores de posición de sus articulaciones (Gámez *et al.*, 2007).

Aunque se consideren procesos robotizados existe la necesidad de la participación de personas de manera irremediable, ya sea para programar el robot, solucionar problemas o aprovisionamiento de material, lo que obliga a tener estrictas reglas y normas de seguridad de forma que la posibilidad de accidente sea nula (Polo y Zambrano, 2019).

Para la creación de una aplicación del robot, el programador escribe el texto en el lenguaje propio del robot y graba las posiciones de la rutina que seguirá al realizar la tarea (Cañas *et al.*, 2006).

El objetivo de este trabajo es utilizar la técnica de simulación para la automatización de la carga de contenedores en transporte marítimo con tres contenedores y un buque considerando dimensiones y peso de acuerdo a la capacidad y características del robot, así como las de la banda transportadora disponible.

Metodología

La metodología utilizada se estructura en 8 pasos para lograr la carga individual de tres contenedores en un transporte marítimo (buque), los cuales estarán colocados en una banda transportadora.

- 1) El trabajo inicia con el conocimiento de la estructura y componentes del robot articulado para su operación mediante la caja de enseñanza y la computadora. Así como tener el dominio del lenguaje propio del robot Mitsubishi.
- 2) Se analiza la celda de trabajo donde está ubicado el robot y su volumen de trabajo para la colocación tanto de los contenedores como del buque.
- 3) Posteriormente se hace la identificación de los movimientos y trayectorias que deberá seguir el robot.
- 4) Se realiza el diseño y fabricación de los contenedores y el buque, tomando en cuenta el efector final y la capacidad de carga del robot y la banda transportadora.

- 5) Teniendo los contenedores y el buque se realiza la programación gestual con la caja de enseñanza, grabando los puntos que formarán parte de las trayectorias.
- 6) Enseguida se estructura el programa textual con el software propio del robot, utilizando la computadora de comunicación con el controlador del robot.
- 7) Concluida la programación tanto gestual como textual, se hace una corrida paso a paso de la aplicación para validar los programas y si es necesario hacer las correcciones pertinentes.
- 8) Finalmente se corre la aplicación en modo automático.

Resultados

En las figuras 1 y 2 se observan los programas textual y gestual respectivamente, mediante los cuales el robot realiza la carga de contenedores en el buque. Asimismo, la figura 3 nos muestra el Robot Mitsubishi.

5 NT	'TOMAR CONTENEDOR 2	165 MO1,C
10 SP5,L	85 TI20	170 MO5,C
15 MO1,O	90 GC	175 MO17,C
'PUNTO SEGURO FRENTE A	95 TI20	180 MO19,C
BANDA	100 MO1,C	'DEJAR CONTENEDOR 3 EN
20 MO3, O	105 MO05,C	BUQUE
'TOMAR CONTENEDOR 1	110 MO11,C	185 TI20
25 TI20	115 MO13,C	190 GO
30 GC	'DEJAR CONTENEDOR 2 EN	195 TI20
35 TI20	BUQUE	200 MO5,O
40 MO1,C	120 TI20	205 NT
45 MO5,C	135 MO5,O	
'DEJAR CONTENEDOR 1 EN	140 MO1,O	
BUQUE	145 MO15,O	
55 T120	'TOMAR CONTENEDOR 3	
60 GO	150 TI20	
65 TI20	155 GC	
70 MO5,O	160 TI20	
75 MO1,O		
80 MO9,O		

Figura 1: Programa Textual del Robot Mitsubishi

```

ENTER FILE NAME (no extension): buque
OVERWRITE EXISTING BUQUE.PNT (Y/N)? :
ENTER STARTING POINT NUMBER: 1
ENTER ENDING POINT NUMBER: 19
ENTER POINT INCREMENT: 2

                                UPLOAD COMPLETE
PT 1 : +4.9,+175.7,+708.6,-.3,+83.9
PT 3 : +29.3,+419.7,+406.8,-55.5,+87.2
PT 5 : +88.2,-152.1,+708.5,-.3,+83.9
PT 7 : +255.8,-436.4,+147.1,-57.4,+83.9
PT 9 : +32.2,+426.6,+372.3,-60.1,+87.1
PT 11 : +199.2,-349.5,+198.4,-57.5,+83.9
PT 13 : +203.0,-356.2,+143.9,-59.1,+83.9
PT 15 : +32.4,+430.7,+339.1,-64.6,+87.1
PT 17 : +160.9,-277.4,+203.9,-64.3,+83.9
PT 19 : +161.1,-285.5,+150.4,-65.8,+83.9

PRESS ANY KEY TO CONTINUE

```

Figura 2: Programa Gestual del Robot Mitsubishi



Figura 3: Robot Mitsubishi

En la aplicación, los contenedores son ubicados en una banda transportadora (figura 4) y llevados en forma individual hasta la cubierta del buque, ilustrado en la figura 5.



Figura 4: Contenedores sobre banda transportadora



Figura 5: Buque con carga

Es primordial señalar los beneficios de realizar el manejo de materiales utilizando un robot, cómo se hace en este trabajo, ya que aumenta la productividad al disminuir el tiempo de movimiento para su traslado, de la misma manera se tiene la nula probabilidad de error, por otro lado, elimina la posibilidad de accidentes, teniendo cuidado de la salud física y mental de los operadores al desplazar al ser humano por robots en trabajos rutinarios y peligrosos.

Conclusiones

El trabajo realizado cumplió con el objetivo planteado de simular la carga de contenedores en un transporte marítimo. Es importante señalar que el robot Mitsubishi que fue operado y programado para la aplicación se encuentra ubicado en una línea de producción automatizada, en la cual tiene una función específica que es la de carga y descarga de dos estaciones de trabajo dentro de ésta línea, por lo que para el desarrollo del proyecto se tuvo que sujetar a las características, posición y efector final que tiene el robot y las condiciones del área de localización.

Se logró estimular el aprendizaje para la programación de robots industriales mediante la operación y aplicación en procesos industriales que requieren las empresas de clase mundial para lograr su competitividad en el mercado y al mismo tiempo proteger a los trabajadores de tareas de alto riesgo.

Referencias Bibliográficas

- Acosta, M., Armendáriz G. (2012). *Modelo Educativo para el Siglo XXI. Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica* (1ª ed.). México: Editores e Impresores Foc, S.A. de C.V.
- Acuña, Fausto., Singaña Marco., Acosta, Nora., Caizalitin, Edwin. (2014). *Diseño E Implementación De Una Celda De Manufactura Robotizada Para La Réplica De Piezas 3D, Mediante Fresado En El*

- Laboratorio De Robótica Industrial de la ESPE-EL. Revista Científica Infocencia. 8, 18-27.*
- Arias Correa, Mauricio., Ospina, Lucía Victoria. (2012). *Aprendizaje Activo En Robótica Industrial: Caso De Estudio En La Escuela De Ingeniería De Antioquía*. Recuperado de http://reserchgate.net/profile/mauricio_correa/publication/293489076_active_learning_in_industrial_robotics_a_case_estudy_in_the_school_of_engineering_.
- Bruner, J. (2018, 18 de octubre). *Constructivist Theory (Jerome Bruner)* Recuperado de <http://tip.psychology.org/bruner.html>
- Cañas, J.M., Martín A., Perdices E., Rivas F., Calvo R. (2018). *Entorno Docente Universitario para la programación de Robots*. Revista Científica Iberoamericana de Automática e Informática Industrial. 15, 404-415.
- Cañas, José M., Matellán, Vicente., Montúfar, Rodrigo. (2006). *Programación De Robots Móviles*. Revista Científica Iberoamericana De Automática E Informática Industrial.3(2), 99-110.
- Daniel Audí Piera, *Como Aplicar Un Robot Industrial*, Ed. Marcombo, España.
- Estrategias de aprendizaje* (s.f.). Recuperado de <http://www.estrategiasdeaprendizaje.com>
- Gámez García, Javier., Robertsson, Anders., Gómez Ortega, Juan., Johansson, Rolf. (2007). *Estimación De La Fuerza De Contacto Para El Control De Robots Manipuladores Con Movimientos Restringidos*. Revista Científica Iberoamericana de Automática e Informática Industrial. 4(1), 70-82.
- Hernández, R., Fernández C., Baptista P. (1991). *Metodología De La Investigación*. (3ª ed.). Ed. Mc Graw Hill.
- K.S. Fu. R.C. González, C.S.G. Lee, *Robótica (Control, Detección Visión E Inteligencia)*, Ed. Mc. Graw Hill.
- Mellado Arteché Martín. (2011). *Robótica*. (1ª ed.). Ed. Limusa.
- Mikell P. Groover, Mitchell Weiss, Roger N. Nagel y Nicholas G Odrey. (1994). *Robótica Industrial (Tecnología, Programación Y Aplicaciones)*. (1ª ed.). Ed. Mc. Graw Hill.
- Ollero Baturone Aníbal. (2001). *Robótica, manipuladores y robots móviles*. Ed. Alfaomega.
- Paredes Cervera, Alberto. (2016). *Diseño de una Celda Robotizada*. Recuperado de <http://upcommons.upc.edu/handle/2117/101265>.
- Pimienta, J. (2005). *Constructivismo, Estrategias Para Aprender A Aprender*. (1ª ed.). Ed. México Pearson Educación.
- Polo Ariopajas, Wolney Francisco., Zambrano Donoso, Álvaro Xavier (2019). *Diseño E Implementación De Una Celda De Manufactura Robotizada Mediante Jigs De Soldadura Para Optimizar Tiempos De Producción En La Empresa Miviltesh S.A.* Recuperado de

<http://192.188.58.70/handle/21000/20688>.

Salichs, Miguel A., Malfaz Maria., Gorostiza Javi F. (2010). *Toma De Decisiones En Robótica*. Revista Científica Iberoamericana de Automática e Informática Industrial. 7(4), 5-16.



Importancia del uso de simuladores en actividades de aprendizaje

Importance of the use of simulators in learning activities

Edgar Guillermo Medellín-Orta¹, Lluvia Erendira Ponce-Martínez¹

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz, México.

Recibido: 12-11-2019

Aceptado: 10-12-2019

Autor correspondal: edgar_medellin@hotmail.com

Resumen

Cuando un estudiante realiza prácticas de laboratorio, es recomendable que previo a la práctica real tenga un conocimiento preciso de lo que se tiene que realizar, esto para evitar que se presente alguna eventualidad al momento de usar algún dispositivo delicado y se dañe por la falta de conocimiento en su manejo. El presente artículo se enfoca en el uso del simulador de redes de computadoras Packet Tracer de la compañía CISCO el cual permite a los estudiantes de las áreas de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC's), conocer más a fondo el uso, manejo y configuración de dispositivos de conexión en una red de datos. Se realiza un caso de estudio con los alumnos de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca (ITSTa) que cursan la materia de Conmutación y Enrutamiento en Redes de Datos, es en esta materia donde se aplica más directamente el uso del simulador con actividades relacionadas con la configuración de dispositivos de conexión de redes de datos. Se aplicó una entrevista de manera directa a los estudiantes con preguntas referentes al aprendizaje obtenido a través del simulador, las respuestas obtenidas demuestran la importancia del uso de esta herramienta como complemento en el proceso de aprendizaje del contenido temático de la materia antes mencionada, siendo una parte importante en la preparación académica del estudiante del área de TIC's.

Palabras clave: Simulador, CISCO, TIC's, Aprendizaje, Estudiantes.

Abstract

When a student performs laboratory practices, it is recommended that prior to the actual practice he has an accurate knowledge of what has to be done, this to avoid any eventuality when using a delicate device and being damaged by the lack of knowledge in its management. This article focuses on the use of the Packet Tracer computer network simulator of the CISCO company which allows students in the areas of Information and Communication Technologies (ICTs), to know more about the use, management and configuration of connection devices in a data network. A case study is carried out with the students of the Computer Systems Engineering degree of the Superior Technological Institute of Tantoyuca (ITSTa) who study the subject of Switching and Routing in Data Networks, it is in this matter where the use is most directly applied of the simulator with activities related to the configuration of data network connection devices. An interview was applied directly to students with questions regarding the learning obtained through the simulator, the answers obtained demonstrate the importance of using this tool as a complement in the learning process of the subject content of the subject matter mentioned, being a an important part in the academic preparation of the student in the area of ICTs.

Keywords: Simulator, CISCO, ICTs, Learning, Students

Introducción

De acuerdo con (Ríos Insúa, Ríos Insúa, Martín Jiménez, & Jiménez Martín, 2009) la simulación consiste en construir modelos informáticos que describen la parte esencial del comportamiento de un sistema de interés, así como en diseñar y realizar experimentos con el modelo y extraer conclusiones de sus resultados para apoyar la toma de decisiones.

Otra definición planteada por (Carrasco Rojas, García Cervantes, & Carrasco Ruíz, 2013) señala que la simulación es la técnica de imitar la conducta de algún proceso o situación por medio de un equipo adecuado, especialmente para propósitos de estudio o entrenamiento personal.

Según (Palés Argullós & Gomar Sancho, 2010) el uso de las simulaciones en diferentes contextos no es nuevo. De hecho las simulaciones vienen utilizándose en diferentes campos, citando como algunos ejemplos las plantas de energía nuclear o la industria aeronáutica. El uso de las simulaciones en estos dos contextos subyace siempre el mismo principio: garantizar la seguridad y la prevención de errores críticos. Complementando las definiciones anteriores, se tiene que según (Osorio Villa, Ángel Franco, & Franco Jaramillo, 2012) igualmente en el mundo de la administración es posible encontrar simulaciones sobre la creación de empresas, liderazgo, manejo de las ventas, entre otros.

Dándole un enfoque educativo, (Valverde Berrocoso, 2010) señala que la simulación educativa permite a los alumnos manipular sistemas complejos, modificando el valor de las variables que los afectan y observando los resultados con el fin de construir su propio conocimiento.

En este sentido, (Osorio Villa, Ángel Franco, & Franco Jaramillo, 2012) mencionan que los simuladores son aplicativos a través de los cuales se busca representar mediante la modelación parte de la realidad, permitiendo que sus usuarios puedan explorarla de manera progresiva, interactuar con ella, recibir realimentación de manera automatizada y realizar a partir de allí ciertas inferencias, así como generar nuevos aprendizajes.

(Escamilla de los Santos, 2011) define los simuladores usados en educación como programas que contienen un modelo de algún aspecto del mundo y que permite al estudiante cambiar ciertos parámetros de variables de entrada, ejecutar o correr el modelo y desplegar los resultados.

De acuerdo con (Contreras Gelves, García Torres, & Ramírez Montoya, 2010) el impacto de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) y las fuertes repercusiones en el ámbito educativo del enfoque de un mundo digital y globalizado, traen consigo la necesidad de realizar cambios en la práctica docente, particularmente en lo que se refiere al trabajo en el aula.

Revisando a (Celaya Ramírez, Lozano Martínez, & Ramírez Montoya, 2010) menciona que la práctica docente ha experimentado una evolución en el uso de los recursos de apoyo y es así como se ha podido observar una inclusión de herramientas sustentadas en tecnología. Con esto surgen como una innovación en la educación los recursos educativos abiertos (REA) que son recursos y materiales educativos gratuitos y disponibles libremente en Internet como texto, audio, video, herramientas de software y multimedia entre otros, con licencias libres para la producción, distribución y uso en beneficio de la comunidad educativa mundial.

(Marqués, 1996) en su trabajo llamado “El Software Educativo”, utiliza las expresiones: software educativo, programas educativos y programas didácticos como sinónimos para designar genéricamente los programas para computadora creados con la finalidad específica de ser utilizados como medio didáctico.

(Marqués, 1996) también menciona que los programas educativos pueden tratar las diferentes materias de formas muy diversas y ofrecer un entorno de trabajo sensible a las circunstancias de los alumnos compartiendo cinco características esenciales: materiales elaborados con finalidad didáctica, utilizan la computadora, son interactivos, individualizan el trabajo y son fáciles de usar.

De acuerdo con (Contreras G. & Carreño M., 2012) es importante hacer una reflexión acerca de la aplicación de simuladores educativos y sus características, para que de esta manera se dinamice y se realice, de forma significativa, los procesos de enseñanza aprendizaje.

De igual forma, (Contreras G. & Carreño M., 2012) comenta que teniendo en cuenta los programas de ingeniería en sus diferentes disciplinas han ido adquiriendo importancia en el desarrollo de un país, siendo necesario entender que los profesionales que se forman en esta ciencia a través de sus conocimientos, se convierten en la base del desarrollo socioeconómico.

(Contreras G. & Carreño M., 2012) también afirma que utilizar simuladores en las aulas permite y colabora en la transmisión de conocimiento de forma interactiva, pues el estudiante, en lugar de la actitud un tanto pasiva de las clases magistrales, se implicaría activamente en el proceso, y se beneficiaría de un conjunto de ventajas.

Los estudiantes del área de la Ingeniería en Sistemas Computacionales en las diferentes instituciones de nivel superior llevan en sus planes de estudio materias afines a las redes de computadoras y las telecomunicaciones, y existen diferentes tipos de simuladores que les permiten experimentar, conocer y poner en práctica sus conocimientos sobre estos temas en un ambiente seguro.

El presente trabajo se enfoca al uso de software simulador de redes de telecomunicaciones y de acuerdo con (Siraj, Kumar Gupta, & Badgujar, 2012) el simulador de red permite a los investigadores simular los

escenarios que son difíciles o caros de probar en el mundo real. Eso es particularmente útil para probar nuevos protocolos de red o para cambiar los protocolos existentes en un ambiente controlado y reproducible.

Cisco Packet Tracer es una herramienta de simulación de redes innovadora y potente que se utiliza para prácticas, detección y resolución de problemas. Cisco desarrolló Packet Tracer para que los alumnos tengan la mejor experiencia de aprendizaje posible y, a la vez, adquieran habilidades prácticas en tecnología de redes. Packet Tracer es una potente plataforma de simulación de redes que estimula a los alumnos a experimentar con el comportamiento de las redes y a formular preguntas sobre situaciones hipotéticas. Funciona como complemento de los equipos físicos en el salón de clases: los estudiantes pueden crear una red con un número casi ilimitado de dispositivos, lo que estimula la práctica y la detección y solución de problemas (CISCO, 2016)

Materiales y métodos

Aunque existen diferentes simuladores de redes de datos para su uso en el ámbito educativo, y algunos de ellos son de licencia libre, la elección del simulador de redes Cisco Packet Tracer se debe principalmente a dos factores, el primero es porque el Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca (ITSTa), lugar donde se aplica el presente estudio, cuenta con 3 equipos switch catalyst 2960, en la figura 1 se muestra el dispositivo mencionado; de igual manera se tienen 3 equipos router 1841 como el que se muestra en la figura 2, así como sus cables de conexión y tarjetas de puertos seriales, todos ellos de la marca CISCO.



Figura 1. Switch catalyst 2960
Fuente: Cisco.com



Figura 2. Router 1841
Fuente: Cisco.com

El segundo factor, está en base a que esta compañía tiene presencia a nivel mundial en un alto porcentaje de las empresas que manejan una red de datos y telecomunicaciones y cuenta con toda la información necesaria sobre los dispositivos mencionados. Y al ser una empresa líder en este ámbito, algunos docentes del ITSTa en años anteriores fueron capacitados en temas de conmutación y enrutamiento con tecnología Cisco.

Así mismo, la comparativa realizada por (Velasco, 2014) en su artículo “Lista de simuladores de redes para virtualizar nuestra propia red” menciona que Cisco Packet Tracer es uno de los simuladores de redes más completos. Desarrollado directamente por Cisco, y es el recomendado para realizar pruebas con sus propios routers, switch, hubs y servidores. Además este programa es uno de los más sencillos de usar y permite, de forma gratuita, realizar todo tipo de virtualizaciones de redes.

En la figura 3 se muestra la interfaz de trabajo del Packet Tracer la cual consiste de un espacio para diseñar las distintas topologías físicas que se estén analizando, tiene también un conjunto de menús desde los cuales se pueden elegir los diferentes dispositivos de conexión con los que cuenta y los tipos de cable más utilizados, así como una lista de eventos que se genera al momento de ejecutar una simulación de envío de información mediante un paquete de datos.

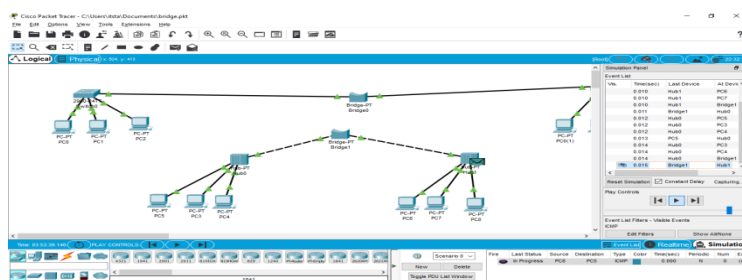


Figura 3. Interfaz de Packet Tracer.

Fuente: Los autores.

Para este proyecto, se trabajó con los alumnos de séptimo semestre de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del ITSTa del periodo Agosto a Diciembre del 2019 los cuales cursan la materia de Conmutación y Enrutamiento en Redes de Datos y los temas de la materia involucran el uso y manejo de dispositivos de conexión tales como Switch y Router.

Uno de los objetivos que persigue este proyecto es el saber que tan útil y benéfico ha resultado el uso del simulador para los estudiantes en el manejo y configuración de los diferentes dispositivos de conexión debido a que para trabajar físicamente con ellos, se requiere de un nivel de conocimiento básico a intermedio por ser dispositivos delicados en cuanto a su configuración y un error en la misma podría hasta dañarlos y, aunque el Instituto cuenta con algunos de los dispositivos mencionados, no se ocupan desde un inicio del periodo escolar para efectos del cuidado de los mismos.

El presente trabajo se basa en una investigación de tipo descriptiva identificando las características principales del evento estudiado. La recopilación de la información se realizó mediante una entrevista directa a los alumnos de la carrera de Sistemas Computacionales que cursan la materia anteriormente mencionada basada en una serie de preguntas referentes al uso, manejo y aprendizaje a través del

simulador Packet Tracer complementando con una evaluación práctica del uso del simulador para observar los resultados de los estudiantes. Debido a que es una población finita compuesta por 18 estudiantes, no fue necesario obtener una muestra, al aplicarse la entrevista a la totalidad de ellos. Dicha entrevista se realizó en dos momentos, una parte al iniciar el periodo escolar y otra a la mitad del mismo.

Las preguntas que se aplicaron a los estudiantes son las siguientes:

1.- ¿Sabes que es un simulador?

- a) Si b) No

2.- ¿Cuántos simuladores de redes de datos conoces?

- a) Ninguno
b) Uno
c) Dos
d) Tres o más

3.- ¿Manejas el simulador Cisco Packet Tracer?

- a) Si b) No

4.- ¿Consideras que Packet Tracer te ha aportado más conocimiento sobre el ámbito de las redes?

- a) Si b) No

5.- ¿En qué porcentaje te ha ayudado el simulador para el manejo de los dispositivos reales?

- a) 0-25%
b) 26-50%
c) 51-75%
d) 76-100%

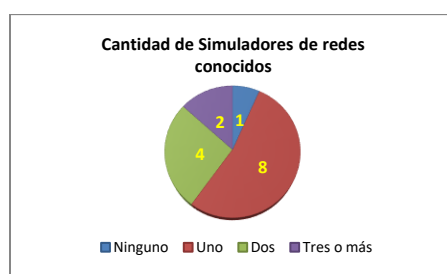
Resultados y discusión

El inicio de esta investigación se planeó para que coincidiera con el inicio del periodo escolar con la intención de ir obteniendo la información necesaria de los estudiantes en base a las preguntas mencionadas en la sección anterior. La entrevista se planificó para realizarse en dos momentos.

Cuando empezaron el curso se les aplicó una primera entrevista con tres de las preguntas establecidas, a lo cual las respuestas fueron las siguientes. Para la pregunta 1 ¿Sabes que es un simulador?, de los 18 alumnos entrevistados, 15 de ellos, equivalente al 83%, respondieron afirmativamente, los 3 restantes (17%) respondieron que no sabían que era un simulador, a los cuales se les tuvo que explicar de manera general en que consiste un simulador.

Para la pregunta 2 ¿Cuántos simuladores de redes de datos conoces?, de los 15 que respondieron afirmativamente la pregunta 1, solo uno dijo no conocer algún simulador de redes, los 14 restantes al menos conocen uno o más, los datos obtenidos se muestran en la gráfica número 1.

Pregunta 2. Cantidad de simuladores de redes conocidos por los estudiantes



Gráfica 1. Cantidad de simuladores de redes
Fuente: Los autores

Siguiendo con la entrevista, para la pregunta 3 ¿Manejas el Packet Tracer?, el 88% (16 estudiantes) de los entrevistados dijo no saber usar el simulador Packet Tracer, solo 2 de ellos (el 12%) respondió que ya había usado el simulador en alguna ocasión anterior, pero que no tenían mucha experiencia en su uso. Con los resultados de estas tres primeras preguntas, se observaron algunas situaciones. Una de ellas es el hecho de que, si bien un alto porcentaje de los estudiantes entrevistados sabe que es un simulador, no todos saben que existen simuladores para redes de telecomunicaciones.

Otra situación observada resulta en lo siguiente, los que saben que existen varios de estos simuladores para redes, no han tenido la oportunidad de manejarlos, por lo tanto esta sería la primera vez que manejarían uno para esta área en particular.

En base a estas situaciones, se planteó el hecho de que se tenía que trabajar arduamente para que los estudiantes conocieran más a profundidad el manejo del simulador Packet Tracer, ya que al no ser el único que existe para esta área, se le tiene que hacer saber al estudiante que sí es la mejor opción y las razones del porqué se utiliza dicho simulador.

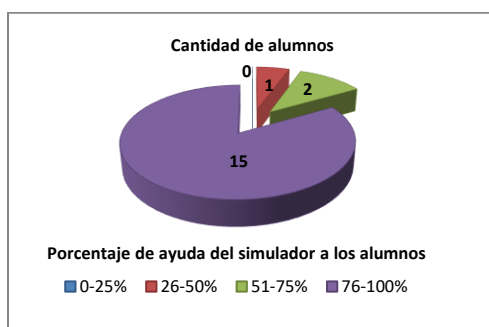
La segunda parte de la entrevista se realizó en la semana 11 de haber iniciado el periodo escolar (semana que comprende del 21 al 26 de octubre). Para este momento, los estudiantes ya habían realizado al menos

15 prácticas en el simulador con temas que requerían un uso más específico de algunos dispositivos y funciones propias del Packet Tracer, teniendo con esto un poco más de certeza sobre el conocimiento aprendido por el estudiante sobre el uso y manejo del software en cuestión.

Al realizar las preguntas faltantes se obtuvieron los siguientes resultados. Para la pregunta 4 ¿Consideras que Packet Tracer te ha aportado más conocimiento sobre el ámbito de las redes? La totalidad de los entrevistados respondió que sí, es decir, el utilizar el simulador les ha permitido conocer más sobre el funcionamiento, uso y administración de los diferentes dispositivos de conexión de una red de datos, aún a aquellos que no habían tenido la oportunidad de usarlo, ya que el simulador presenta un uso muy intuitivo.

Finalmente para la pregunta 5 ¿En qué porcentaje te ha ayudado el simulador para el manejo de los dispositivos reales? Los resultados se muestran en la gráfica 2.

Pregunta 5. Porcentaje de ayuda del simulador para conocer el manejo de dispositivos.



Gráfica 2. Porcentaje de ayuda del simulador
Fuente: Los autores

Con los resultados obtenidos de esta pregunta, se visualiza que todos los estudiantes han aprendido o reforzado sus conocimientos sobre el uso y manejo de dispositivos de conexión de redes gracias a que se apoyaron utilizando el simulador.

El 83% del total de los estudiantes entrevistados (que equivale a 15 estudiantes) menciona que su aprendizaje se incrementó en un rango del 76 al 100% cuando ocuparon el simulador y combinaron la información teórica de su materia con la práctica, logrando con esto un aprendizaje más significativo mediante el uso de TIC's.

Conclusiones

Es importante mencionar que desde que se utiliza la computadora como apoyo para las actividades docentes en el aula, se han combinado las técnicas y teorías educativas con el uso de las TIC's, logrando con esto que el aprendizaje de los estudiantes sea más significativo, además de que se usan algunas otras herramientas de medición del aprendizaje como fueron evaluaciones prácticas manejando el simulador en donde la totalidad de los estudiantes obtuvieron resultados positivos en el rango de calificaciones de un 85 a un 100%, en escala de cero a cien.

Con el uso de software educativo, en particular los simuladores de actividades o procesos, se ha confirmado que existe un gran interés en su aplicación en el proceso de enseñanza aprendizaje y que su aplicación representa un avance en el aprendizaje de los estudiantes, no solo a nivel superior sino en muchos o casi todos los niveles educativos.

En el caso particular del simulador de redes de telecomunicaciones Cisco Packet Tracer utilizado en la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales del ITSTa, se ha observado como los estudiantes que lo utilizan han logrado un gran avance en lo referente al uso, manejo, configuración y administración de los diferentes dispositivos de conexión en una red de telecomunicaciones ayudándoles a enfrentar de mejor manera las prácticas con los dispositivos reales y apoyándolos en el planteamiento y resolución de problemas reales de comunicación entre redes.

Tan buena ha sido la aceptación de este software simulador de redes por parte de los estudiantes, que se ha planteado la posibilidad de conseguir más equipos de conexión para realizar prácticas en ellos, complementando los que ya existen para, en un futuro, armar un laboratorio de redes de telecomunicaciones.

Como se mencionó en esta investigación, existen diferentes simuladores de redes de telecomunicaciones, sería interesante como trabajo futuro el realizar una comparativa de ellos y determinar los pros y contras de cada uno para definir cuál sería más conveniente utilizar, ya sea para confirmar el uso del simulador estudiado esta investigación o cambiar a otro.

Referencias bibliográficas

- Carrasco Rojas, J. A., García Cervantes, B., & Carrasco Ruíz, J. A. (2013). Utilización de simuladores en la educación quirúrgica. *Cirujano General*, 62-65.
- Celaya Ramírez, R., Lozano Martínez, F., & Ramírez Montoya, M. S. (2010). Apropiación tecnológica en profesores que incorporan recursos educativos abiertos en educación media superior. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 487-513.
- CISCO. (2016). *netacad*. Recuperado el 5 de Septiembre de 2019, de CISCO Networking Academy: <https://www.netacad.com/es/courses/packet-tracer>
- Contreras G., G. A., & Carreño M., P. (2012). Simuladores en el ámbito educativo: Un recurso didáctico para la enseñanza. *Pedagogía y currículo*, 107-119.
- Contreras Gelves, G. A., García Torres, R., & Ramírez Montoya, M. S. (2010). Uso de simuladores como recurso digital para la transferencia de conocimiento. *Apertura*.
- Escamilla de los Santos, J. G. (2011). *Selección y uso de tecnología educativa*. México: Trillas.
- Marqués, P. (1996). Recuperado el 5 de Septiembre de 2019, de Learning, Media & Social Interactions: http://www.lmi.ub.es/te/any96/marques_software/
- Osorio Villa, P. A., Ángel Franco, M. B., & Franco Jaramillo, A. (2012). El uso de simuladores educativos para el desarrollo de competencias en la formación universitaria de pregrado. *Revista Q*.
- Palés Argullós, J. L., & Gomar Sancho, C. (2010). El uso de las simulaciones en educación médica. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 147-169.
- Ríos Insúa, D., Ríos Insúa, S., Martín Jiménez, J., & Jiménez Martín, A. (2009). *Simulación Métodos y Aplicaciones*. México: Alfaomega.
- Siraj, S., Kumar Gupta, A., & Badgujar, R. (2012). Network simulation tools survey. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering*, 201-210.
- Valverde Berrocoso, J. (2010). Aprendizaje de la historia y simulación educativa. *Tejuelo*, 83-99.

Velasco, R. (20 de Marzo de 2014). *Sección de Redes*. Recuperado el 5 de Septiembre de 2019, de Redes Zone: <https://www.redeszone.net/2014/03/20/lista-de-simuladores-de-redes-para-virtualizar-nuestra-propia-red/>

Medición del porcentaje de la distorsión armónica total (THD) en un sistema monofásico

Measurement of the percentage of the total harmonic distortion (THD) in a single phase system

José Arturo Barbosa-Moreno¹, Roberto Aníbal Flores-Guerrero¹, Jair Hernández-Martínez¹, Francisco Javier Aguirre-Hernández¹, Ramón Torres-Mar¹

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas, México.

Recibido: 20-11-2019
Aceptado: 11-12-2019

Autor correspondal: barbosa_arturo@hotmail.com

Resumen

La presente investigación está enfocada a la medición de la Distorsión Armónica Total o THD en un Sistema Monofásico, el objetivo principal es estar monitoreando en tiempo real la señal de corriente eléctrica para analizar la distorsión armónica de la misma y de esta manera realizar un cálculo de la THD en la fase. Solamente se monitorea la corriente eléctrica ya que la distorsión armónica en la señal de voltaje en la mayoría de los casos se considera despreciable debido a que es de menos del 10% de la THD. Es de vital importancia conocer la TDH de un sistema debido a que esta va de la mano con el Factor de Potencia, cuando se tiene un sistema con un bajo factor de potencia se provoca que haya un mal aprovechamiento de la energía eléctrica, disminuyendo el rendimiento del sistema eléctrico y sobrecargando los conductores neutros y en algunas ocasiones puede producir daños internos en los equipos lo que a veces causa que se activen los sistemas de protección (pastillas termo magnéticas, fusibles, etc.). (CFE)

Palabras clave: Distorsión armónica, medición, THD, eléctrica, calidad de la energía.

Abstract

The present investigation is focused on the measurement of Total Harmonic Distortion or THD in a Single Phase System, the main objective is the monitoring in real time the electric current signal to analyze the harmonic distortion of the same and in this way a calculation of THD in the phase. Only the electric current is monitored and the harmonic distortion in the voltage signal in most cases is considered negligible because it is less than 10% of the THD. It is vitally important to know the TDH of the system because it goes together with the power factor, when it has a system with a low power factor that causes a poor use of electrical energy, decreasing the performance of the electrical system and Overloading the neutral conductors and in some occasions can cause internal damage to the equipment, which sometimes causes the protection systems to be activated (thermal magnetic switch, fuses, etc.). (CFE)

Keys words: Harmonic distortion, measurement, THD, electrical, energy quality.

Introducción

En México las plantas generadoras de energía eléctrica entregan una señal senoidal de tensión con una frecuencia de 60 ciclos por segundo (Hertz). Los aparatos eléctricos y electrónicos que comúnmente usamos operan a esta frecuencia. En algunos otros países las generadoras de energía eléctrica entregan señales senoidales de tensión con una frecuencia de 50 Hertz, es importante para la vida útil y buen rendimiento de los equipos el operarlos a la frecuencia de trabajo para la que fueron diseñados. (Rashid, 2011)

Según Nashelsky (2011), cuando se conecta un equipo a una línea de tensión a dicho equipo se le denomina carga, existen cargas que afectan en mayor medida la señal eléctrica con la que operan distorsionándola, en gran medida, cuando una carga distorsiona la señal eléctrica esa carga es considerada como carga no lineal.

Gilleskie (2017) nos dice en su trabajo que los crecientes avances en la tecnología han traído consigo la aparición de nuevos dispositivos altamente eficientes, desafortunadamente la mayoría de dichos dispositivos crean alteraciones al sistema eléctrico por lo tanto son considerados como cargas no lineales las que generan una nueva problemática.

Las cargas no lineales provocan calentamientos en la instalación eléctrica originando consigo pérdidas de energía en forma de calor, siendo modificada la vida y el funcionamiento de la instalación eléctrica de forma negativa ocasionando fallas (Rashid, 2011). Estas cargas no lineales pueden ser medidas por analizadores de redes los cuales son usados comúnmente para estudios de la calidad de la energía. Sin embargo, dichos equipos resultan difíciles de adquirir debido a que tienen un alto costo.

En México, el sistema eléctrico está diseñado para generar y operar con una señal senoidal de tensión y de corriente a una frecuencia de 60 Hz (frecuencia fundamental), ésta sería la condición ideal, la realidad es que no todas las formas de onda son senoidales (fig. 1). (CFE)

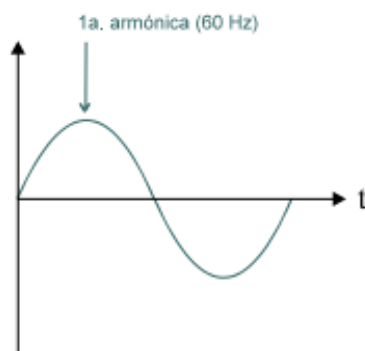


Figura 1 Onda Senoidal ideal.

En la actualidad, los usuarios han incorporado en sus instalaciones gran cantidad de equipos con dispositivos electrónicos que en condiciones normales de operación producen corrientes no senoidales, esta señal no senoidal está compuesta por armónicas (fig. 2).

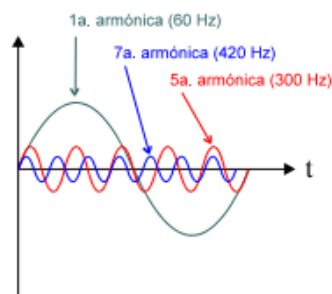


Figura 2 Componentes armónicos.

Las armónicas son señales de tensión y/o corriente con una frecuencia que es un múltiplo entero de la fundamental; las armónicas se suman a la señal fundamental y la distorsionan, generando con ello lo que comúnmente se conoce como distorsión armónica (esta distorsión armónica es una señal periódica no senoidal). (Padilla, 1995) como se ejemplifica en la fig. 3:

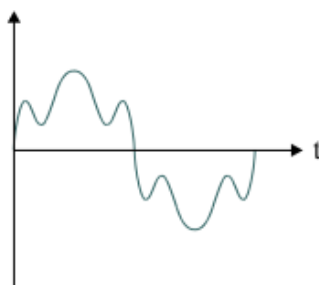


Figura 3 Señal distorsionada por armónicas.

La norma IEEE-519, define al armónico como el contenido de la señal, cuya frecuencia es un múltiplo entero de la frecuencia de repetición base o frecuencia fundamental (IEEE, 1992)

Los armónicos pueden ocasionar una serie de problemas no solo al suministro eléctrico sino también a los usuarios. Las normas y estándares como la antes mencionada ayudan en la delimitación de tolerancias permisibles para distorsión armónica.

La norma internacional IEC 100-3-2 establece los límites para los armónicos de corriente en aquellos aparatos que consumen menos de 16A por fase. (IEC, 2018)

Utilizando el equipo de medición Fluke 434 Power Quality Analyzer se realizaron varias medidas del espectro de frecuencia de la señal y efectivamente se comprobó la existencia de los armónicos en la línea y la enorme cantidad de porcentaje de estos en la señal (fig. 4).

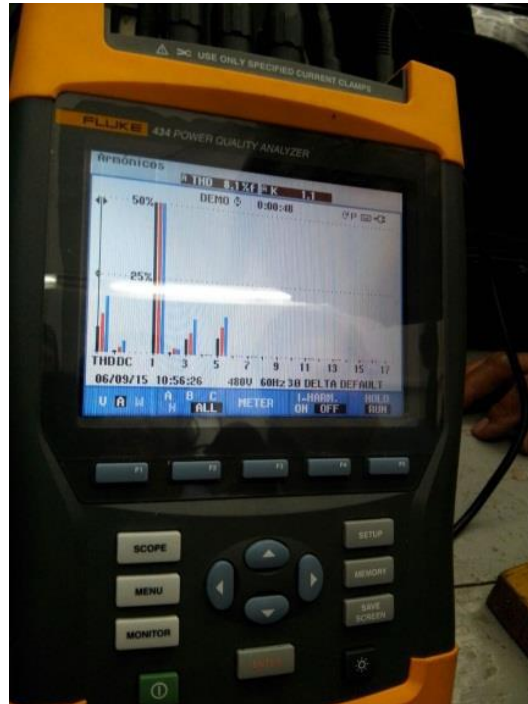


Figura 4 Lectura con el Analizador Fluke 434

Se puede observar en algunos casos que solo los armónicos impares son los que afectan a la señal alterna, como era de esperarse según los estudios que se realizaron con las Series de Fourier (fig. 5).

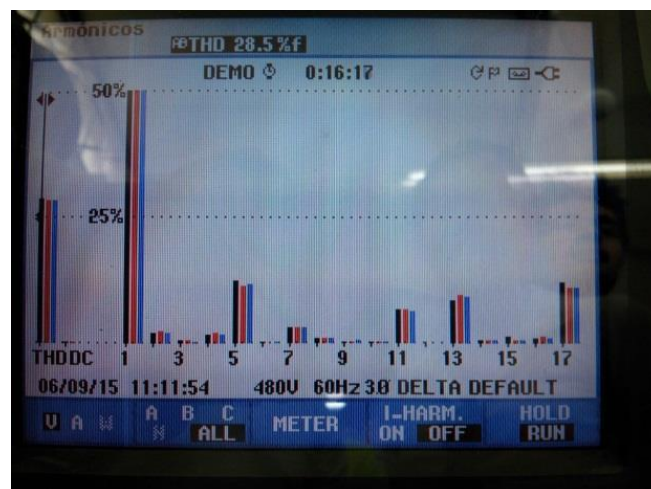


Figura 5 Lectura con el Analizador Fluke 434 en una señal trifásica

Metodología:

Como se explicó anteriormente y se puede observar en las figuras 1,2 y 3, la señal de alimentación de un sistema eléctrico tiene armónicos presentes y en una cantidad considerable, la señal mostrada en la figura 3 es un ejemplo de la suma de la señal original y sus respectivos armónicos. Esto era de esperarse según lo marcan los teoremas orientados a la sumatoria de señales.

La Distorsión Armónica Total o THD (por su nombre en inglés Total Harmonic Distorsion) representa específicamente el porcentaje de armónicos que se tienen en la señal de alimentación.

Las acciones que se consideraron llevar a cabo para la realización de dicho proyecto son las siguientes.

Considerando los teoremas de sumatoria de señales se pensó en eliminar la señal original o primera armónica (la señal de 60 Hz) lo cual me deja una señal que contiene solo la sumatoria de los armónicos presentes, como se muestra en la fig. 6. (Storey, 2013)



Figura 6 Filtrado de la componente fundamental

Tomando en cuenta que la fórmula de la THD es: (Storey, 2013)

$$THD = \frac{\sqrt{(V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots + V_n^2)}}{V_1} * 100\%$$

El siguiente paso será obtener el los voltajes RMS de las dos señales previamente mostradas en la figura 6, es decir el voltaje RMS de los armónicos y así como el voltaje RMS de la señal de alimentación, ver fig. 7 (armónicos más la componente fundamental)

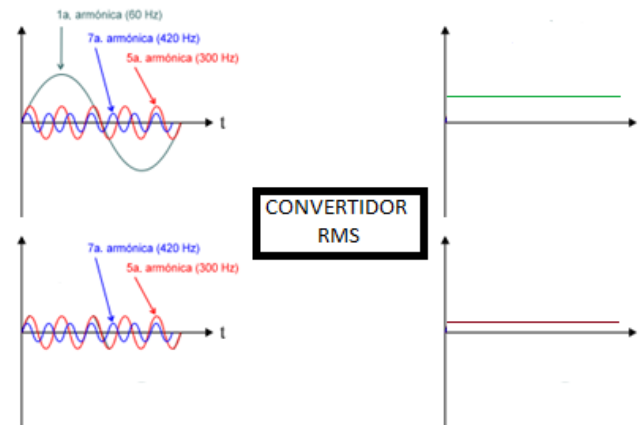


Figura 7 Convertidor RMS

Una vez obtenidos los voltajes RMS se prosigue a realizar la división aritmética de estas señales. Para ellos se muestrean dichos voltajes en tiempo real y se realiza la operación aritmética, todo esto se realizó mediante el uso de un micro controlador ATMEGA de la familia de Arduino.



Figura 8 Fotografía del Prototipo

En la figura 8 se muestra un primer diseño de cómo se vería el prototipo, contara con dos terminales de entrada y dos terminales de salida y se conectara antes o después del centro de carga, para que mida la THD del lugar.



Figura 9 Display de Cristal líquido de 16x2 del Prototipo

El dispositivo tiene como finalidad medir el porcentaje de la distorsión armónica en una señal monofásica y dicho valor se visualizará en un LCD de 16x2 como el que se muestra en la figura 9.

Resultados y discusión:

Se realizaron diversas pruebas entre las cuales mencionaremos la de un motor universal operando con carga y el sistema de iluminación de un laboratorio de ingeniería eléctrica, el cual además cuenta con un laboratorio de cómputo, esto a fin de demostrar la funcionalidad y necesidad de este dispositivo para que los usuarios conozcan el porcentaje de la distorsión armónica con el que están operando, en caso de estar en un valor no deseado y que les pueda traer por consecuencias multas por parte Comisión Federal de Electricidad (CFE) ya que la THD va de la mano con el Factor de Potencia; así como posibles fallas en sus equipos, sobre calentamiento de conductores y otros tipos de fallas que pueden derivarse de tener una gran distorsión armónica en su sistema. Una vez realizadas las pruebas de medición de THD en el sistema eléctrico del laboratorio antes mencionado, se comprobó el gran efecto ocasionado en la misma con los diversos tipos de cargas como son luminarias led, equipo de cómputo, y máquinas eléctricas rotatorias, observándose una THD del 18.8% de la señal original, lo cual afecta en gran medida la medición del factor de potencia (figura 10).



Figura 10 Gráfica de Barras de la medición de THD en el Laboratorio de Ingeniería Eléctrica

En la Figura 11 podemos ver el gran desbalance que causa la THD en las mediciones, ya que se tiene una corriente mucho mayor en el neutro que en cualquiera de las fases en el circuito eléctrico.

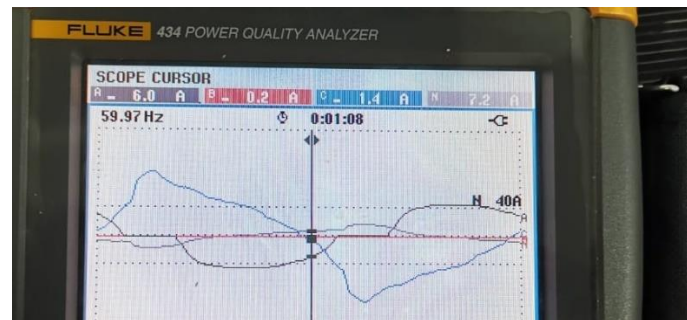


Figura 11 Gráfica de Señal Senoidal afectada por la THD en el Laboratorio de Ingeniería Eléctrica

Coincidiendo con CFE (s.f.) y Gilleskie (2017) en sus trabajos para la certera medición del factor de potencia es necesario considerar la THD del sistema eléctrico de potencia, se localizaron algunos trabajos respecto a dicho tema y se encontró que la THD puede afectar en gran medida los valores del factor de potencia.

Se localizó un filtro idóneo para rechazar la señal de 60 Hz de los armónicos, utilizando amplificadores operacionales, así mismo se utilizó un circuito para la conversión de los voltajes alternos a RMS (fig. 12).

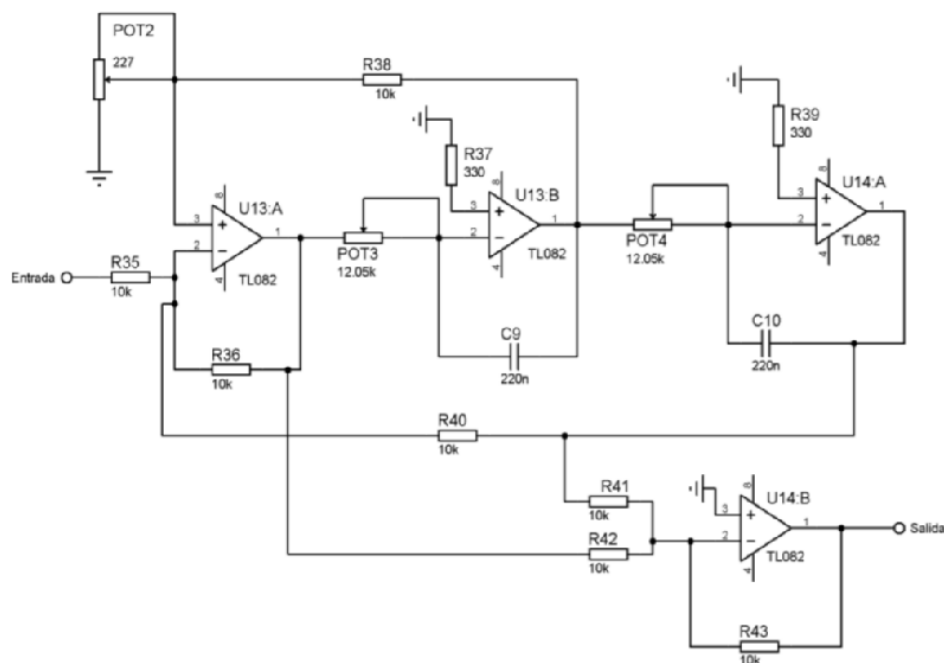


Figura 12 Diagrama eléctrico del filtro para supresión de la señal de 60 Hz

Al realizar las pruebas nos percatamos de la existencia de varios cruces por cero en medio ciclo de la señal fundamental, esto en los casos en donde la distorsión armónica es muy grande, para lo cual recurrimos al uso de la electrónica analógica para resolver dicho inconveniente (fig. 13).

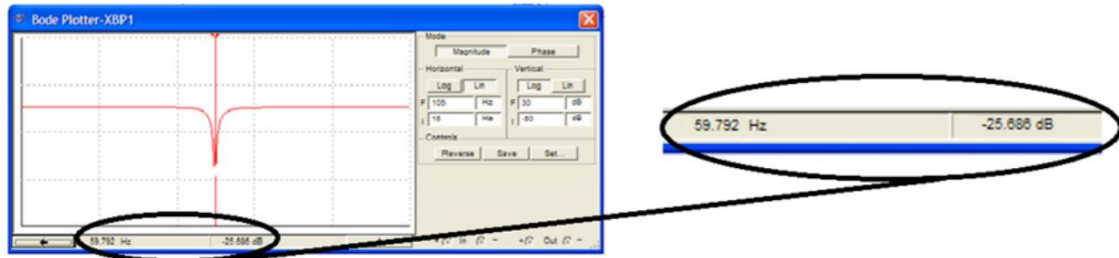


Figura 13 Simulación de la operación del filtro notch para los 60 Hz

Conclusiones

Se concluye satisfactoriamente que se logró realizar una medición del porcentaje de la distorsión armónica de la fase mediante la metodología propuesta, aclarando que el resultado es solo el porcentaje de distorsión armónica total y no indicando las armónicas que lo componen. Con esto se pudo obtener un dispositivo al alcance de los usuarios domésticos e industriales para realizar una rápida medición rápida y realizar acciones oportunas para la corrección de la misma, ya que en la actualidad existen en el mercado dispositivos complejos en su manejo y de altos costos. De igual manera analizando la fórmula de (Jaramillo, 2018) se podría calcular de una manera sencilla el Factor de potencia utilizando la THD

$$fp_{Total} = \frac{\cos \varphi \times fp_{distorsionante}}{P} \times \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{THDI}{100}\right)^2}}$$

Lo cual ayudara a una mejor medición en la calidad de la energía y tomando en consideración que es de suma importancia éste aspecto en el desarrollo de los países, también se ayuda a la economía de los usuarios y las empresas al poder corregir a tiempo el factor de potencia, evitando multas grandes, y sobre todo, tener la posibilidad de obtener descuentos en el pago de su recibo por consumo a la compañía suministradora de energía.

Referencias bibliográficas

- CFE. (s.f.). CFE. Recuperado el 25 de Octubre de 2019, de <http://www.cfe.gob.mx/Industria/AhorroEnergia/Lists/Ahorro%20de%20energa/Attachments/3/Factordepotencia1.pdf>
- David, C. (Noviembre de 2011). Leonardo energy. Recuperado el 23 de Octubre de 2019, de https://www.leonardo-energy.org/espanol/lee-guia_calidad/GuiaCalidad3-1Armonicos.pdf
- Gilleskie, W. M. (Mayo de 2017). <http://www.ece.utexas.edu/>. Recuperado el 9 de Septiembre de 2019, de <http://users.ece.utexas.edu/~grady/POWERFAC.pdf>
- IEC. (2018). IEC. Recuperado el 2019 de Noviembre de 14, de https://www.aserluz.org/wp-content/uploads/2016/03/UNE-EN_61000-3-22006.pdf
- IEEE. (1992). IEEE. Recuperado el 14 de Noviembre de 2019, de https://www.academia.edu/7128142/Control_de_Armonicos_IEEE_519-1992_en_Espa%C3%B1ol
- Jaramillo, A. G. (27 de abril de 2018). <https://lanotaenergetica.com>. Obtenido de <https://lanotaenergetica.com/tag/distorsion-armonica/>
- Nashelsky, B. (2012). Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos. Prentice Hall .
- Padilla, O. R. (1995). Estudio de Frecuencias Armónicas. Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León.
- Rashid, M. H. (2011). Electrónica de Potencia. Prentice Hall.
- Storey, N. (2013). Electrónica de los Sistemas a los Componentes. Addison Wesley Iberoamericana.

Sistema robótico de rehabilitación terapéutica para extremidades superiores de pacientes con discapacidad motriz

Robotic therapeutic rehabilitation system for upper limbs of patients with motor disabilities

Raúl Hernández-Rivera¹, Pablo Iván Romero-de-la-Rosa¹, Leodegario Gonzalo Aguilera-Hernández¹

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz, México.

Recibido: 09-11-2019
Aceptado: 09-12-2019

Autor corresponsal: pablin.romero@hotmail.com

Resumen

El presente trabajo muestra la creación del modelo de un robot asistencial enfocado al apoyo a la rehabilitación de extremidades superiores del cuerpo para su posterior análisis y aplicación.

Para ello se realizó una investigación enfocada a la necesidad de la rehabilitación terapéutica y de la anatomía del cuerpo con lo que se planteó el diseño de un prototipo que satisficiera la necesidad de la rehabilitación en pacientes con un problema en las extremidades superiores del cuerpo, para esto se realizó una encuesta estadística de las medidas de las extremidades superiores del cuerpo a una muestra de 72 persona entre 18 y 21 años para determinar las medidas aproximadas del prototipo rehabilitador, posteriormente el diseño se realizó en el programa SolidWorks y se analizaron su propiedades físicas y mecánicas, además se planteó la parte mecánica con la elección de motorreductores, para e apartado de control se utiliza la placa Arduino uno que comanda la el sistema de control, para la adquisición de los datos se emplearon Encoders magnéticos que envían la señal a la placa Arduino.

Palabras clave: Sistema robótico, rehabilitación terapéutica, extremidades superiores, SolidWorks y Arduino.

Abstract

The present work shows the creation of the model of an assistance robot focused on supporting the rehabilitation of the upper extremities of the body for later analysis and application. For this purpose, an investigation focused on the need for therapeutic rehabilitation and the anatomy of the body was carried out, which proposed the design of a prototype that would satisfy the need for rehabilitation in patients with a problem in the upper extremities of the body, to This was a statistical survey of the measurements of the upper extremities of the body to a sample of 72 people between 18 and 21 years to determine the approximate measures of the rehabilitative prototype, then the design was performed in the SolidWorks program and its physical properties were analyzed and mechanical, in addition the mechanical part was raised with the choice of gearmotors, for the control section the Arduino plate is used that commands the control system, for the acquisition of the data, magnetic encoders that send the signal to the arduino board.

Keywords: Robotic system, therapeutic rehabilitation, upper limbs, SolidWorks and Arduino.

Introducción

Es inevitable que con el auge de la tecnología y los avances en la investigación médica se realicen mejores prácticas y formas de cómo llevar a cabo las terapias que se involucran en la rehabilitación de personas que sufren de algún padecimiento causado por la inmovilización de las articulaciones de alguna parte de su cuerpo, especialmente de las extremidades superiores a sea por padecimientos de la edad o por alguna enfermedad cerebrovascular, ya que estas extremidades son la respónsables de realizar distintas tareas. El avance tecnológico tanto de la robótica como de la mecatrónica, así como las investigaciones médicas realizadas a la actualidad nos permiten generar un panorama de utilización de robots asistenciales para llevar acabo la rehabilitación y en particular de extremidades superiores. En este sentido, cabría preguntarse, qué características biomecánicas tiene el complejo articular de las extremidades superiores, cuáles son las fracturas más frecuentes que los afectan, como se tratan y las ventajas que tiene la rehabilitación actual frente a estos casos, para ello el sistema rehabilitador se enfoca en la rehabilitación de extremidades superiores y podrá llevar acabo la rehabilitación correspondiente a los pacientes de manera supervisada por el especialista reduciendo los tiempos de rehabilitación contribuyendo así a las terapias para las que se emplee.

Esta revisión pretende actualizar sobre algunos aspectos relacionados con las articulaciones superiores, tales como biomecánica del complejo articular, clasificación de las fracturas, epidemiología de la lesión y el papel de los materiales de osteosíntesis y en especial de los sistemas robóticos asistenciales en la corrección de las fracturas inestables que afectan el complejo articular de las extremidades superior. (González, 2016)

El análisis biomecánico se realizó identificando los cinco grados de libertad del miembro superior, estos grados de libertad son; abducción y aducción del hombro, flexión y extensión del hombro, rotación interna y externa del húmero, flexión y extensión del codo y pronación y supinación de la mano. Con estos grados de libertad se logran la mayoría de los movimientos necesarios del miembro superior, exceptuando los movimientos de la mano. (Gerard J. Tortora, 1996)

De la misma forma, se obtuvieron los centros de gravedad del miembro superior. (Moreno, 1999)

Tabla 1. Peso de segmentos extremidad superior.

Segmento	Peso relativo	Localización del centro de gravedad
Brazo	0.026	51.3% al eje del hombro 48.7% al eje del codo
Antebrazo	0.016	39% al eje del codo 61% al eje de la muñeca
Mano	0.007	82% al eje de la muñeca 18% a la tercera falange

Fuente: los Autores.

Tabla 2. Torque de las extremidades superiores.

Peso (Kg)	Torque flexión hombro (Nm)	Torque rotación humero (Nm)	Torque flexión codo (Nm)	Torque pronación mano (Nm)	Torque abducción hombro (Nm)
50	7.29	4.87	0.615	0.480	7.29
60	8.73	5.84	0.737	0.510	8.73
100	14.5	9.68	1.23	0.734	14.5

Fuente: los Autores.

Extremidad superior del cuerpo humano

La extremidad superior se relaciona con la cara lateral de la porción inferior del cuello. Se une al tronco mediante músculos y una pequeña articulación esquelética situada entre la clavícula y el esternón, la extremidad superior se divide en hombro, brazo, antebrazo y mano.

El hombro es la zona de la extremidad superior que se une al tronco.

El brazo es la zona de la extremidad superior situada entre el hombro y la articulación del codo.

El antebrazo se encuentra entre la articulación del codo y la de la muñeca. La mano es la parte distal a la articulación de la muñeca. (Richard L. Drake, 2015).

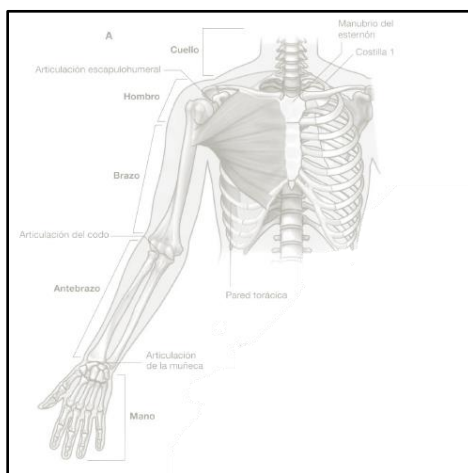


Figura 1. Vista anterior de la extremidad superior.

Fuente: Drake, Vogl, & W. (2005)

Materiales y métodos

Para realizar el análisis estadístico y así determinar la medida estándar de un brazo y establecer la mediada del sistema robótico de rehabilitación se consideró una muestra tomada en la institución a alumnos y maestros, este análisis fue realizado por la división de ingeniería industrial de la institución y se retomaron los datos más relevantes para nuestra investigación.

Tabla 3. Concentrado de las medidas antropométricas obtenidas por la población.

DATOS PERSONALES		POSICIÓN SENTADO												POSICIÓN DE PIE				
NOMBRE	EDAD	AP	SP	SR	MA	MS	CA	AminB	AmaxB	AOs	ACs	CC	RP	RA	E	CSp	AOp	Anh
FERNANDO DE LA CRUZ CARBALLO	19 años	40.5	39.1	56.1	13.7	54.5	23	44.1	71.2	110.8	34.2	48.3	22.5	20.4	162	100.1	149.7	39.1
LUIS EDUARDO GONZALES HERNANDEZ	18 años	41.6	45	58.4	16.5	59.2	24.3	43.2	73.2	118.1	43.4	65.9	23.7	22.1	167	102.7	153.5	40.7
FRANCISCO DE JESUS GOMEZ CARDENAS	18 años	46.2	44.2	59.1	14.6	59.4	16.4	48.1	81	119.4	35.6	47.4	19.6	14.3	174.6	103.7	158.8	43.1
JOSE ENRIQUE LOPEZ MERAZ	18 años	45.6	42.4	55.1	14.7	59.5	22.4	45.6	75.1	119.6	40.2	55.3	18.2	17.5	169.6	103.6	156.8	36.7
DIEGO ARMANDO JUAREZ PEREZ	18 años	47.2	46.7	58.6	17.6	61.4	22.6	45.8	78.9	1121.4	40.9	58.8	22.4	21.7	179.7	110.7	166.2	42.3
CRISTIAN MICHAEL LEON QUINTANILLA	18 años	46.6	47.1	58.1	15.2	59.8	25.4	48.6	78.2	122.2	37.5	52.7	22.2	20.8	177.9	109.9	136.3	42.1
AMAIRANY DEL ROCIO SOSA FUENTES	19 años	39.7	45.2	53.2	14.7	57.7	23.6	42.2	70.2	123.1	38.4	49.4	22.4	18.3	159.1	96.7	147.3	40.4
LUIS FERNANDO VIDAURRI GOMEZ	19 años	44.2	43.7	56.4	14.2	58.3	21.2	43.8	76.3	1199	38.2	56.2	23.4	22.4	170.9	105.9	158.6	39.3
ERICK ALBERTO LOYDE GAMBOA	18 años	44.6	42.3	51.6	14.4	58.4	25.4	48.2	70.7	123.6	36.6	46.4	22.2	20.8	166.5	102.6	156.1	38.6
SERGIO EMILIO ANTONIO SUASTES	20 años	50.3	53.1	54.3	16.6	61.7	28.9	51.7	82.6	126	42.4	51.2	23.8	23	186.6	115.6	163.2	40.1
RUBEN DEL ANGEL PEREZ	19 años	44.9	47.9	58.8	12.7	58.9	22.1	49.6	74.8	122.1	38.9	57.2	24.2	22.2	167.1	104.3	156.6	38.1
JOSE ALFREDO MOLAR GUERRERO	18 años	42.6	46	54.7	15.8	60.2	19.4	41.6	70.9	116.2	36.9	51.4	20.2	19	164.4	103.2	152.9	34.6
DAVID DEL ANGEL INOCENCIO	19 años	42.4	44.6	55.6	13.9	56.9	21.6	44.7	69.2	116.9	36.7	49.6	21.3	19.7	159.6	98.6	148.4	38.4
MAYRA LIZBETH SANTIAGO HERNANDEZ	18 años	40.4	42.6	53.2	12.4	56.2	25.2	41.9	66.6	110.3	39.2	48.2	22.9	18.3	153.6	97.2	141.4	34.7
HUGO MARCOS SAN JUAN	18 años	46.4	51.8	60.9	14.2	57.6	22.2	46.2	68.4	118.4	37.2	51.2	22.6	21.2	172.7	106.6	159.1	43.1
CARLOS ALONSO RIVERA	18 años	41.2	47.2	53.9	12.4	54.1	25.8	39.9	73.2	114.1	31.9	47.4	28.8	18.6	167.7	105.9	153.3	36.6
MAURICIO MORALES GUZMAN	18 años	43.1	48.6	59.1	12.6	55.7	23.4	42.8	78.1	117.3	33.9	52.1	21.3	20.6	168.7	104.6	155.5	35.8
ERNESTO ARRIETA MORALES	18 años	47.2	49.2	61.1	13.9	58.4	26.8	42.9	76.8	123.6	39.6	61.4	24.8	24.5	175.4	109.1	161.3	45.2
DANIELA DE LA CRUZ CRUZ	19 años	37.9	48.9	57.8	14.8	50.7	19.9	44.4	72.4	106.4	39.4	48.9	24.1	23.2	154.1	92.1	140.7	35.2
JOSE ANDRES IGNACIO BALTAZAR CRUZ	18 años	36.3	45.4	54.9	15.9	49.6	29.1	42.3	70.9	113.1	34.1	48.4	22.7	24.3	158	95.5	126.6	35.6
MARCELINO DEL ANGEL DEL ANGEL	20 años	41.6	45.7	55.7	13.7	49.2	19.9	41.9	69.1	102.7	32.4	48.7	20.3	21.1	159.8	94.1	148.9	41.4
ROMARIO SANTOS DE LA CRUZ	18 años	45.4	48.6	60.6	12.4	59.3	7.2	45.7	77.8	21.6	38.1	54.2	20.4	20.1	175.6	110.1	101.3	40.3
LEONEL ALEJANDRE RAMIREZ	19 años	34.7	46.4	57.4	16.2	61.1	30.4	42.8	65.3	107.4	40.7	60.1	22.6	24.1	158.6	96.9	145.1	41.7
VICTOR PEREZ TOMAS	19 años	46.2	50.1	60.3	12.1	57.6	23.3	42.9	73.6	118.7	36.2	46.4	19.7	19.9	170.1	108.6	157.4	33.1
MARIA GUADALUPE HERNANDEZ SANTIAGO	19 años	38.5	46.9	56.8	13.3	50.4	19.3	45.3	70.3	108.1	34.2	45.9	23.6	20.4	152.3	96.4	137.9	33.4
LUISA PEREZ DEL ANGEL	18 años	43.4	45.6	55.1	10.4	51.1	26.1	40.6	70.6	102.9	33.1	45.2	43.2	42.2	153.2	104.2	148.6	134.3
MONSERRAT GARCIA SANTIAGO	20 años	44.6	50.4	60.2	13.1	59.9	22.4	45.6	78.1	116.9	37.1	57.2	27.6	25.4	162.6	106.1	150.8	39.3
LAURIANO CRUZ HERNANDEZ	18 años	46.6	46.1	57.3	12.4	58.9	23.1	48.4	76.6	119.9	35.1	54.8	23.1	22.1	167.9	103.5	155.8	41.2
FELICIANA DEL ANGEL ANTONIO	20 años	36.3	46.6	54.8	11.1	46.5	21.6	45.9	70.8	101.5	31.6	46.1	22.9	19.9	150.1	93.1	138.4	34.6
EDGAR MATEOS SANTIAGO	18 años	46.2	47.4	59.6	14.1	60.6	23.2	50.4	79.9	121.2	37.1	59.9	23.2	24.2	180.8	106.2	154.9	42.1
SERGIO EDUARDO HERVERT SANTOS	18 años	47.9	59.2	57.5	27.2	48.4	24.7	49.1	75.4	120.7	37.4	54.2	26.1	25.3	171.4	107.4	157.1	39.9
DOLORES HERNANDEZ HERNANDEZ	18 años	35.6	38.6	48.3	11.2	46	24.1	39.9	61.7	99.4	32.2	42.2	20.4	17.8	143.1	90.7	141.7	31.2
EULOGIO MARTINES DE LA CRUZ	18 años	39.7	45.4	57.8	14.4	52.9	26.4	49.2	74.9	117.2	35.2	56.2	22.1	21.8	179.1	105.4	157.3	41.9
MARTIN CARMONA ROSALES	18 años	45.2	46.6	57.1	12.1	58.4	21.6	46.9	74.3	118.9	37.2	49.2	19.8	19.9	165.6	106.4	156.4	37.4
GISELA GARCIA IRENE	18 años	42.3	47.4	55.6	13.5	60.1	21.7	38.3	66.2	107.5	36.3	40.9	19.9	17.9	158.3	97.9	147.2	36.2
MARIA GUADALUPE DEL ANGEL ROMAN	18 años	42.2	45.6	56.8	10.8	59.7	26.6	35.7	67.6	121.8	37.7	35.1	18.5	16.3	157.9	93.6	146.4	39.6
FABIOLA ELSA MEZA PEREZ	19 años	39.9	45.3	52.4	12.8	59.9	18.4	33.3	65.3	144.9	34.8	35.7	21.5	18.3	152	99.2	97.4	20.7
JENIFER ISAUARA NUÑES DEL ANGEL	20 años	41.4	48.3	58.3	14.8	62.2	23.9	32.5	66.9	112.1	33.9	44.5	23.7	20.1	162.5	101.9	149.9	35.3
YARADZET HERNANDEZ AGUIRRE NOHELY	18 años	40.5	46.3	47.2	13	53.6	23.4	39.2	66.5	99.6	34.2	41.2	22.2	19.2	152.6	96.1	142.3	32.6
ANA KARINA DEL ANGEL HERNANDEZ	19 años	44.7	48.6	58.6	16.8	58.9	27.1	41.7	70.6	118.9	40.2	47.8	22.7	21.8	168.5	109.7	158	31.2
MARIANA DEL ANGEL DEL ANGEL	18 años	40.9	44.8	56.4	16.4	53	24.9	43.7	68.9	108.8	40.6	44.4	26.7	22.7	155.9	98.2	145.7	36.6
LUZ MARIA SANTIAGO MATEOS	18 años	43.9	46.2	57.8	13.8	59	22.9	42.9	77.3	124.2	39	33.1	18.2	18.9	172.4	9.18	163.2	36.2
KARLA VONNE RIVERA DEL ANGEL	19 años	38.2	47.8	60.7	19.5	34.2	18.4	43.4	67.8	100.8	44.9	49.8	29.3	20	145.7	90.2	143	33.6
YULISA ESTHER HERNANDEZ SANCHEZ	19 años	40.4	47.7	56.5	16.8	51	24.6	45.5	73.4	105.3	38.7	47.8	24.8	22.8	155.7	95.4	133	34.4
VERONICA LOPEZ HERBERT	19 años	31.2	45.4	56.6	13.2	52.1	19.8	43.5	68.3	104.9	32.1	40.4	23.1	24.1	150.8	94.6	140.2	35.9
GUSTAVO PEREZ CLEMENTE	18 años	45.8	49.2	62.5	14.5	58.3	22.8	40.8	72.3	116.4	35.8	51.4	22.6	22.5	168.6	108.4	155.6	38.5
JULIAN CASANOVA ROSALINO	18 años	41.4	46.2	56.2	14.3	61.1	25.6	37.2	77.2	126.3	35.5	45.3	20.2	19.6	170.4	103.2	153.7	39.3
MANUEL ALEJANDRO SANTIAGO CRUZ	18 años	46.5	47.5	59.6	15.6	61.8	29.4	39.7	71.8	125.5	34.3	45.5	20.2	14.5	173.7	101.6	162.5	38.8
OMAR ANIMAS GUZMAN	19 años	46.1	42.8	57.2	15.4	61.9	25	41.8	71.5	123.3	37.7	52.9	22.7	22.4	168.7	103.8	156.2	39.9
USIEL MEJIA VELAZQUEZ	20 años	41.4	44.8	55.7	11.8	58.5	20.1	43.1	75.6	117.5	32.7	42.1	17.9	17.5	160.3	100.5	150.8	35.4
JORGE ZAMUDIO PONCE	19 años	43.3	47.5	60.7	14.3	61.8	23.9	42.5	72.9	118.7	40.2	48.7	22.1	22.6	161.9	103.4	150.3	36.9
DAMARIS TORRES SANCHEZ	18 años	47.2	48.5	60.2	14.5	58.9	26.3	41.5	75.1	118.1	37.9	47.9	21.5	22.2	168	108.6	156.5	30.6
MAYRA BENITO FERNANDEZ	19 años	41.6	45.1	44.4	14.4	61.5	22.6	40.1	65.4	117.4	37.1	41.2	22.4	20.4	153.4	94.6	139.9	36.4
FABIOLA PEREZ LUCAS	18 años	37.7	45.8	56.7	13.2	60	24.1	41.1	62.8	118.3	35.5	39.4	22.2	20.4	154.5	95.3	142.2	32.6
MARIA ESPERANZA BENITO DE LA CRUZ	18 años	39.3	45.9	57.4	14.2	60.2	21.9	39.9	71.2	117.3	37.4	45.6	25.9	62.5	156.8	96.6	142.7	34.5
YAQUELIN FLORES OSORIO	19 años	41.6	49.8	58.5	17.8	60.2	25.9	39.2	76.8	115.2	43.9	51.9	28.4	28.4	158.6	102.5	148.5	35.9
CLAUDIA ESTELA MAGNO FERNANDEZ	20 años	40.5	45.8	54.6	14.7	62.2	23.2	43.2	71.2	43.6	42.2	43.6	21.3	20.1	168.8	103.8	156.2	40.1
VIANEY MAGNO HERNANDEZ	21 años	43.9	47.4	57.1	14.2	61.2	26.3	45.6	72.3	120.6	38.5	43.4	23.3	19.7	169	106.2	157.6	39.6
LUZ MARIA HERNANDEZ BENITO	20 años	44.6	48.8	61.4	17.5	64.3	25.8	45.8	71.6	121.3	40.1	48.2	27.5	24.3	166.2	107.8	151.4	34.8
VERONICA FLORES MARTIR	19 años	42.3	48.1	59.4	14.9	62.6	21.4	46.4	79.4	121.9	37.3	40.9	22.9					

Una vez teniendo la concentración de las medidas antropométricas de la población estudiada, se comienzan los cálculos estadísticos necesarios y generales, que se utilizarán para la obtención del percentil, en estos casos el resultado obtenido se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Concentrado de cálculos estadísticos, media, mediana, desviación estándar, varianza, moda.

MEDIA	42.576	46.74	57.2	14.6	57.166	23.467	42.75286	71.90143	144.21	37.08	48.06	22.88	21.93	164.98	101.4	148.4	38.277
MEDIANA	42.5	46.6	57.65	14.3	58.9	23.45	42.9	72.3	118.2	37.1	47.95	22.4	20.95	166.75	103.7	153.1	36.75
DESV. ESTANDAR	3.5429	3.107	3.377	2.4	5.1124	3.3408	4.370611	6.374712	176.37	3.019	6.359	3.457	6.06	9.2143	12.6	20.22	12.352
VARIANZA	12.552	9.651	11.41	5.77	26.137	11.161	19.10224	40.63695	31107	9.112	40.44	11.95	36.72	84.904	158.7	408.9	152.57
MODA	41.6	48.6	57.8	14.2	58.9	24.1	45.6	71.2	118.1	37.1	41.2	22.4	20.4	168.7	105.9	156.8	39.3

Fuente: División de Ingeniería Industrial.

En seguida de obtener los cálculos estadísticos se calculan los percentiles 95, de las medidas antropométricas obtenidas, tanto de pie y sentado. Los percentiles obtenidos se reflejan en las tablas 5, 6 y 7.

Tabla 5. Concentrado de cálculos de los percentiles en posición sentado parte 1.

POSICIÓN SENTADO																	
AP			SP			SR			MA			MS			CA		
P5	P50	P95	P5	P50	P95	P5	P50	P95	P5	P50	P95	P5	P50	P95	P5	P50	P95
36.3	42.5	47.2	42.35	46.6	51.575	51.96	57.65	61.265	11.47	14.3	17.71	48.76	58.9	62.42	18.81	23.45	28.27

Fuente: División de Ingeniería Industrial.

Tabla 6. Concentrado de cálculos de los percentiles en posición sentado parte 2.

AmínB			AmiaB			AOs			ACs			CC			RP			RA		
P5	P50	P95	P5	P50	P95	P5	P50	P95	P5	P50	P95	P5	P50	P95	P5	P50	P95	P5	P50	P95
34.93	42.9	49.16	65.25	72.3	79.675	100.14	118.2	127.965	32.245	37.1	42.31	38.85	47.85	59.405	19	22.4	28.04	17.5	20.95	26

Fuente: División de Ingeniería Industrial.

Tabla 7. Concentrado de cálculos de los percentiles en posición sentado parte 3.

POSICIÓN DE PIE											
E			CSp			AOp			Anhh		
P5	P50	P95	P5	P50	P95	P5	P50	P95	P5	P50	P95
151.34	166.8	179	92.55	104	110.4	129.48	153.1	163.2	30.87	36.75	43.1

Fuente: División de Ingeniería Industrial.

Resultados y discusión

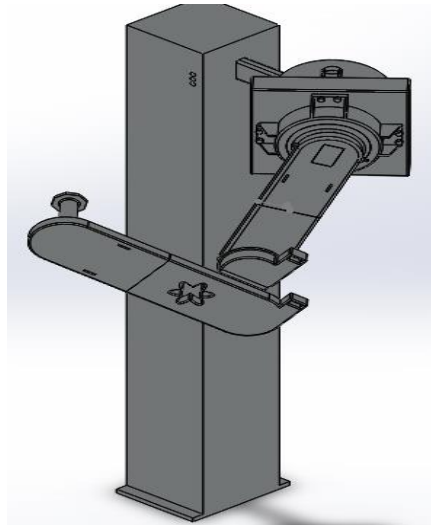


Figura 2. Modelo en SolidWorks.
Fuente: los Autores.

Se obtuvo un diseño en SolidWorks (Figura 2) el cual se imprimió en una impresora 3D marca PRUSA Modelo i3 MK2. Se realizan pruebas para la validación del avance en la recuperación de un paciente con problemas en extremidades superiores, esto a través de la creación de rutinas para terapias a través del Sistema Robótico (Figura 3).

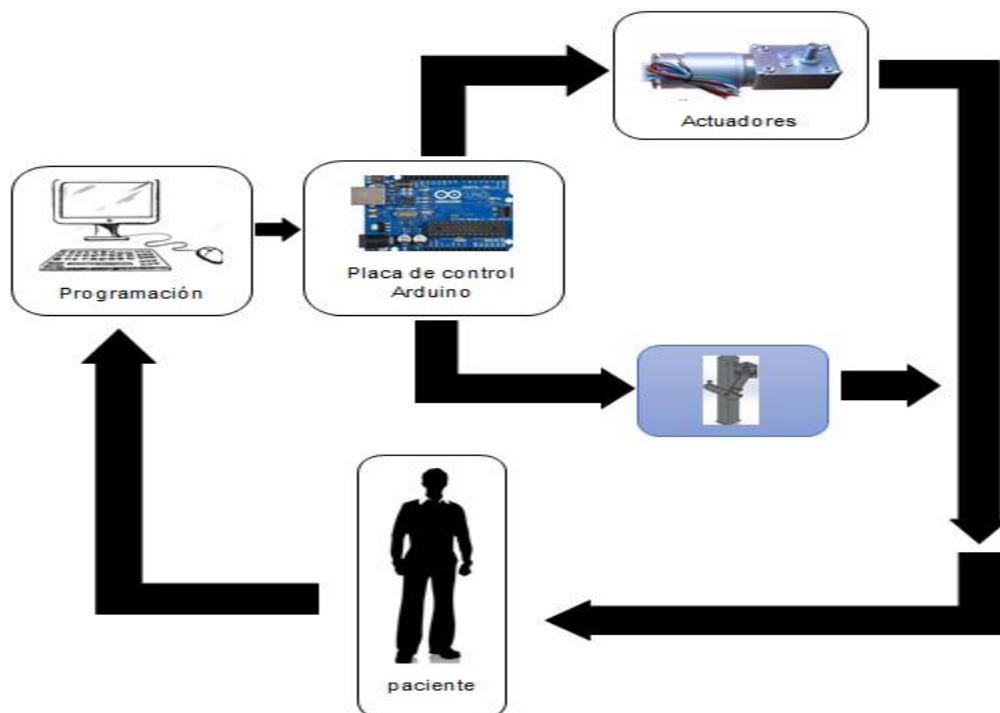


Figura 3. Diagrama a bloques del sistema robótico.
Fuente: los Autores.

La aplicación de la tecnología y el desarrollo creciente de proyectos desarrollados por ingenieros para la rehabilitación de partes del cuerpo, provoca que esta última este en constante evolución y que los terapeutas utilicen como herramientas a robots o sistemas mecatrónicos como el propuesto en el presente trabajo.

El sistema está diseñado en arquitectura abierta, lo que significa que cada una de sus partes puede ser sustituida por sus equivalentes respetando las condicionantes de tipos y niveles de señales.

El prototipo puede realizar las tareas repetitivas necesarias en las terapias para la rehabilitación de extremidades superiores.

Conclusiones

En este artículo se ha utilizado el software Solidworks para el diseño y la simulación de un Sistema robótico de rehabilitación terapéutica para extremidades superiores de pacientes con discapacidad motriz.

Las principales conclusiones se resumen en los puntos siguientes:

Solidworks es una herramienta concebida dentro de la filosofía CAD que auxilia de gran manera al desarrollo de prototipos. Para el caso del Sistema robótico de rehabilitación terapéutica para extremidades superiores de pacientes con discapacidad motriz, fue posible utilizar los archivos generados en Solidwork para dibujar el prototipo, para la manufactura convencional (interpretación de planos de fabricación), para la fabricación de piezas por medio de la técnica de manufactura aditiva (impresión 3D) y para la simulación del ensamble. Toda esta versatilidad de aplicaciones hace posible afirmar que el Solidworks es una herramienta concebida dentro del concepto de alta integración y, por lo tanto, forma parte de la gama de tecnologías con las cuales se conciben los productos y sistemas mecatrónicos.

Las metodologías descritas y propuestas en este trabajo, relacionadas con el dibujado y las interrelaciones entre el Solidworks y la manufactura aditiva, ayudarán a los alumnos y profesores a realizar aplicaciones con más facilidad y rapidez, a pesar de que sólo son propuestas y que no son únicas (debido que cada diseñador tiene una lógica propia para manejar el software).

Debido a la enorme importancia que tienen los softwares de dibujado, como es el caso del Solidworks, para el desarrollo de productos y sistemas mecatrónicos, es necesario que su enseñanza no sólo se oriente al dibujado, si no que se exploren todas las interfaces que puedan existir entre las diversas tecnologías que asisten a la mecatrónica, tales como, software para la manufactura por CNC, impresión 3D, software que asisten a la ingeniería (Análisis por elemento finito y análisis de mecanismos), software de control como es el caso de LabVIEW y softwares de cálculo formal, entre otras tecnologías.

Agradecimientos

Agradecemos al Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, en especial a la Subdirección de Posgrado e Investigación, así mismo a los estudiantes de las asignaturas de Fundamentos de Investigación y Dibujo Asistido por Computadora (Agosto - Diciembre 2018) de la carrera de Ingeniería Mecatrónica por el apoyo en la investigación documental y los diseños y ensambles realizados en SolidWorks para el desarrollo del presente proyecto.

Referencias bibliográficas

- Frederic H. Martini, M. J. (2009). Anatomía Humana (Sexta edición ed.). (M. Martín-Romo, Ed.) Madrid: PERSO EDUCACION S.A. Obtenido de <http://dipsa.com/ClanDunant/Textos/TUM%20-%20Anatomia%20Humana%20Martini.pdf>
- Galeano, D. (s.f.). Robótica Medica. Investigación, Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Facultad de Ciencia y Tecnología, Paraguay. Recuperado el 27 de junio de 2019, de http://jeuazarru.com/wp-content/uploads/2014/10/robotica_medical.pdf
- Gerard J. Tortora, B. D. (1996). Principios de Anatomía y Fisiología (Sexta ed.). México D.F: Harla.
- González, C. E. (2016). El complejo articular de la muñeca: aspectos anatófisiológicos y biomecánicos, características, clasificación y tratamiento de la fractura distal del radio. Investigación, Universidad Federal de Río de Janeiro, Rio de Janeiro Brasil. Recuperado el 27 de junio de 2019, de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2016000400011
- Kapandji, A. I. (2006). Fisiología articular: esquemas comentados de mecánica humana (sexta edición). Madrid, España: Medica Panamericana. Recuperado el 27 de junio de 2019, de [http://biblioteca.udla.edu.ec/client/es_EC/default/search/detailnonmodal/ent:\\$002f\\$002fSD_ILS\\$002f0\\$002fSD_ILS:6601/ada?qu=MEC%C3%81NICA&qf=LIBRARY%09Biblioteca%091%3ABU%09Biblioteca+Udla+Park&ic=true&te=ILS&ps=300](http://biblioteca.udla.edu.ec/client/es_EC/default/search/detailnonmodal/ent:$002f$002fSD_ILS$002f0$002fSD_ILS:6601/ada?qu=MEC%C3%81NICA&qf=LIBRARY%09Biblioteca%091%3ABU%09Biblioteca+Udla+Park&ic=true&te=ILS&ps=300)
- Moreno. (1999). Métodos de investigación en biomecánica. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Richard L. Drake, A. W. (2015). Gray. Anatomía para estudiantes (Vol. tercera edición). Barcelona, España: elsevier. Recuperado el 27 de junio de 2019, de [https://books.google.com.mx/books?id=NWPeBgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Drake,+R.+L.,+Vogl,+W.,+%26+W.M.+Mitchell,+A.+\(2005\).+%E2%80%9CAnatom%C3%ADa+para+estudiantes%E2%80%9D.+Madrid,+Espa%C3%B1a:+Elsevier&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiIn7a7h4vjAhUGCawKHUnPBvI](https://books.google.com.mx/books?id=NWPeBgAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=Drake,+R.+L.,+Vogl,+W.,+%26+W.M.+Mitchell,+A.+(2005).+%E2%80%9CAnatom%C3%ADa+para+estudiantes%E2%80%9D.+Madrid,+Espa%C3%B1a:+Elsevier&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiIn7a7h4vjAhUGCawKHUnPBvI)

- Taboadela, C. H. (2007). Goniometría una herramienta para las incapacidades laborales (primera edición ed., Vol.). Buenos Aires, Argentina: Asociart ART. Recuperado el 27 de junio de 2019, de <http://medisoftware.com.ve/Download/Normas/libro-goniometria.pdf?x89882>
- Tacuma, U. N. (2013). Facultad de ciencias exactas y tecnología, argentina.



Estudio de imágenes multispectrales para determinar la uniformidad en el desarrollo vegetativo del cultivo de papa

Study of multispectral images to determine the uniformity in the vegetative development of the potato crop

Gilberto Bojorquez-Delgado¹, Jesús Bojorquez-Delgado¹, Manuel Alfredo Flores-Rosales¹, Julio Guadalupe Pacheco-Ayala¹, Andrés Gálvez-Rodríguez¹

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Guasave, Guasave, Sinaloa.

Recibido: 12-11-2019

Aceptado: 12-12-2019

Autor correspondiente: itsg.gbojorquez@gmail.com

Resumen

La agricultura en el siglo XXI se enfrenta a múltiples retos: tiene que producir más alimentos y fibras a fin de alimentar a una población creciente con una mano de obra menor. Una de las principales fuentes de alimentación a nivel mundial después del trigo, maíz y arroz es sin duda la papa. Sin embargo, los productores de este cultivo han visto cómo sus ganancias se reducen debido a una gran cantidad de plagas y enfermedades que se han venido presentando y aumentando debido a los efectos del cambio climático. Uno de los factores que ayudan a determinar estas condiciones son la uniformidad en el desarrollo vegetativo del cultivo. En el presente estudio, se evaluó la uniformidad en el crecimiento de la planta de papa, se trabajó con 8 bloques en iguales condiciones ambientales y manejo agronómico para determinar la variación en los tamaños de los tallos de las plantas, en cada bloque se tomaron 10 muestras de la longitud de la planta y el valor de NDVI de esa posición geográfica, posteriormente se obtuvo la desviación estándar de ambos factores para correlacionar las medias de los diferentes tratamientos, teniendo como resultado un coeficiente de correlación de 0.9615, lo que indica que existe una muy alta correlación entre el NDVI y el tamaño del tallo de la planta de papa, con lo que se comprobó que es posible determinar la uniformidad en el desarrollo vegetativo del cultivo de papa a través del estudio de imágenes multiespectrales y con ello contribuir en la oportuna detección de anomalías.

Palabras clave: NDVI, Desarrollo vegetativo, Papa.

Abstract

Agriculture in the 21st century faces multiple challenges: it has to produce more food and fiber in order to feed a growing population with a smaller workforce. One of the main sources of food worldwide after wheat, corn and rice is undoubtedly the potato. However, the producers of this crop have seen how their profits are reduced due to a large number of pests and diseases that have come presenting and increasing due to the effects of climate change. One of the factors that help determine these conditions is the uniformity in the vegetative development of the crop. In the present study, the uniformity in the growth of the potato plant was evaluated, it was selected with 8 blocks in the same environmental conditions and agronomic management to determine the variation in the sizes of the stems of the plants, in each block 10 were taken samples of the length of the plant and the NDVI value of that geographical position, the standard deviation of both factors was subsequently obtained to correlate the means of the different treatments, resulting in a correlation coefficient of 0.9615, indicating that there is a very high correlation

between the NDVI and the stem size of the potato plant, which proved that it is possible to determine the uniformity in the vegetative development of the potato crop through the study of multispectral images and thereby contribute to the Timely detection of anomalies.

Keywords: NDVI, Vegetative Development, potato.

Introducción

La agricultura en el siglo XXI se enfrenta a múltiples retos: tiene que producir más alimentos y fibras a fin de alimentar a una población creciente con una mano de obra menor, así como más materias primas para un mercado de la bioenergía potencialmente enorme, y ha de contribuir al desarrollo global de los numerosos países en desarrollo dependientes de la agricultura, adoptar métodos de producción más eficaces y sostenibles y adaptarse al cambio climático (FAO, 2009). La papa (*Solanum tuberosum*) es una planta perteneciente a la familia de las solanáceas originaria de Sudamérica y cultivada por todo el mundo por sus tubérculos comestibles. Fue domesticada en el altiplano andino por sus habitantes hace unos 8000 años, y más tarde fue llevada a Europa por los conquistadores españoles como una curiosidad botánica más que como una planta alimenticia. Su consumo fue creciendo y su cultivo se expandió a todo el mundo hasta convertirse hoy día en uno de los principales alimentos para el ser humano. (Hawkes, 1990). Según la FAO después del trigo, maíz y arroz, el cultivo de papa tiene una gran importancia para la alimentación mundial. En México los estados de Sinaloa y Sonora son los principales productores de este cultivo llegando a establecerse en Sinaloa 14 000 ha-1 anualmente (22 por ciento de la superficie nacional) (Gallardo, 2019), sin embargo, en la actualidad los productores de papa en el estado han tenido que desarrollar sus propias investigaciones, ya que en los últimos años las condiciones meteorológicas han sido muy impredecibles, debido a los efectos del cambio climático, obligando al productor a buscar soluciones que le permitan mantener su rentabilidad. La agricultura moderna necesita herramientas y tecnologías que puedan mejorar la eficiencia de la producción, la calidad del producto, las operaciones posteriores a la cosecha y reducir su impacto ambiental. La automatización en la agricultura produce una contribución fundamental a lo que ahora se conoce como agricultura de precisión (Sierra, 2008). La agricultura de precisión representa una técnica innovadora que facilita la toma de decisiones en relación a las acciones que ameritan los cultivos para obtener mayores beneficios económicos y a la vez minimizar su impacto medioambiental, tal como aplicar la cantidad correcta de insumos (agua, fertilizantes, pesticidas, etc.) en el lugar correcto y en el momento adecuado para mejorar la producción y mejorar la

calidad, al tiempo que protege el medio ambiente (Vega & Ruiz, 2013). Las tecnologías aplicadas a la agricultura de precisión han evolucionado a través de los avances de las telecomunicaciones inalámbricas, el desarrollo de dispositivos micro electrónicos y la implementación de Internet of Things (IoT) en grandes escalas, las aplicaciones basadas en IoT se estudian y explotan actualmente en muchos sectores, como el cuidado de la salud (Valero, 2019), Vehículos autónomos (López, Medina, Pérez, & Salamanca, 2015) y monitoreo ambiental (por ejemplo, aire, agua y monitoreo de incendios). Sin embargo, aún falta mucho trabajo que realizar en optimización y desarrollo de tecnología IoT para la agricultura de precisión, La utilización de satélites y drones para percibir remotamente información de predios agrícolas a ayudado en gran medida a la detección de anomalías en los cultivos, Por lo cual se propone el diseño de un Objeto IoT el cual contiene 4 bloques, el de interfaz de transductor, el modelo objeto, el access point, y el de Interfaz de comunicación que recibe conexiones mediante el protocolo MQTT y señales analógicas. El bloque de aplicación contiene las clases y la arquitectura del objeto. En el presente estudio, tiene como objetivo la evaluación de la uniformidad en el crecimiento de la planta de papa, mediante el estudio de imágenes multiespectrales para determinar anomalías en su desarrollo.

Materiales y métodos

El trabajo de investigación se realizó en el periodo comprendido entre Octubre del 2018 y Febrero del 2019, en el campo Baja de agrícola Rábago con una extensión de 75.25 He, ubicado en carretera Internacional México 15, a la altura de Adolfo Ruiz Cortines en el municipio de Guasave del estado de Sinaloa, sus coordenadas geográficas son 25° 31' 33.47" latitud norte del trópico de cáncer y 108° 22' 47.24" longitud oeste del meridiano de Greenwich. (Figura 1)



Figura 1. Ubicación geográfica de campo “Bajas” de agrícola Rábago.

Fuente: los Autores (Google maps)

Posee una elevación de 50 msnm. y presenta una topografía plana; el suelo tiene profundidad promedio de 1.2 metros y una textura franco arenoso. Las condiciones climáticas que prevalecieron durante la época de estudio fueron precipitaciones máximas de 198 mm, con temperatura promedio de 24.6 °C y humedad relativa constante promedio de 85%.

En el presente estudio, se evaluó la uniformidad en el crecimiento de la planta de papa (Figura 2), la variedad del cultivo de papa fue Fiana, se trabajó con 8 bloques en iguales condiciones ambientales y manejo agronómico para determinar la variación en los tamaños de los tallos de las plantas, en cada bloque se tomaron 10 muestras de la longitud de la planta y el valor de NDVI de esa posición geográfica.

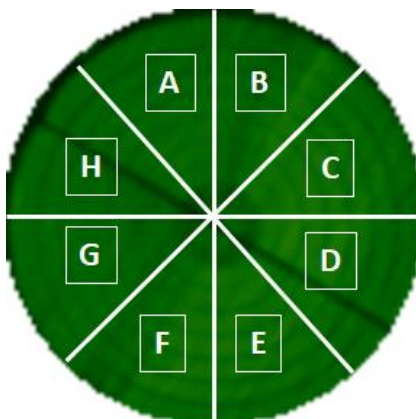


Figura 2. División en bloques del terreno de estudio.

Fuente: los Autores

Para la recolección de datos se utilizó el muestreo aleatorio simple, con una población de 10 plantas por bloque, siendo 80 plantas en total.

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

- Longitud del tallo (cm)
- Índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI)

Para la toma de datos respecto a la longitud del tallo, se realizó un pre-muestreo donde se eligió arbitrariamente la cantidad de 10 muestras por bloque, para posteriormente calcular el número de muestras optimas que nos proporcionara los intervalos de confianza para el error de estimación de la media con confiabilidad de 95%, para ello se utilizó la Ecuación 1, y para estimar la totalidad se utilizó la Ecuación 1

$$n \geq \frac{Ns^2}{N \left[\frac{d}{z_{1-\frac{\alpha}{2}}} \right] + s^2} \quad \text{Ecuación 1}$$

$$n \geq \frac{N^2 s^2}{\left[\frac{d}{z_{1-\frac{\alpha}{2}}} \right]^2 + N s^2} \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Total de unidades de muestreo en que está dividida la población

s² = Varianza muestral

z_{1-a/2} = Cuantil de la distribución normal estándar con una probabilidad menor o igual a 1-a/2

d = Máximo error o alejamiento con respecto al verdadero valor.

Para calcular los límites para el error de estimación de la media se utilizó la Ecuación 2 y para la estimación del total se utilizó la Ecuación 3.

$$LI = \bar{y} - \left(z_{1-\frac{\alpha}{2}} \right) \sqrt{\frac{(N-n)s^2}{Nn}} \quad \text{Ecuación 2}$$

$$LS = \bar{y} + \left(z_{1-\frac{\alpha}{2}} \right) \sqrt{\frac{(N-n)s^2}{Nn}} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

LI = límite Inferior

LS = límite superior

$\bar{y}$ = Media muestral

$z_{1-\alpha/2}$ = Cuantil de la distribución normal estándar con una probabilidad menor o igual a $1-\alpha/2$

n = Tamaño de la muestra

N = Total de unidades de muestreo en que está dividida la población

s^2 = Varianza muestral

Para calcular la Media muestral se utilizó la Ecuación 4, y para calcular la varianza muestral se utilizó la Ecuación 5.

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^n y_i}{n} \quad \text{Ecuación 4}$$

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i^2 - n\bar{y}^2)}{n-1} \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

$\bar{y}$ = Media muestral

n = Tamaño de la muestra

s^2 = Varianza muestral

y = Muestras

Para el muestreo del NDVI, se utilizó la plataforma DJI Phantom Vision 2 + y el sensor DJI FC 200, como se muestra en la figura 3.



Figura 3. DJI Phantom Vision 2 + con el sensor DJI FC 200.

Fuente: los Autores

El Phantom Vision 2 + lleva una cámara de muy alta calidad y una tarjeta micro SD de 4GB. Graba vídeo Full HD en 30/60i 1080p, 720p 60 ° C de 14 megapíxeles. La configuración de la cámara, incluye: calidad de imagen, ISO, compensación de exposición, balance de blancos, y el formato de captura se pueden ajustar a través de la aplicación de la visión.

Imágenes utilizadas: Se han utilizado imágenes ortofoto oficial de 25 cm de resolución obtenida del ICGC. Para el tratamiento de las imágenes se utilizó el software Agisoft PhotoScas, MiraMon, ArcGIS, ENVI e IDRISI. El análisis estadístico se realizó por la prueba de comparación de medias con un análisis de varianza de varios factores. Se realizaron varias pruebas y gráficas para determinar qué factores tienen un efecto estadísticamente significativo sobre la longitud del tallo de la planta respecto a el valor NDVI

Resultados y discusión

Los resultados de los muestreos efectuados en los 8 bloques aparecen en las Tabla 1, y Tabla 2. En la columna izquierda de cada sector aparece los números de muestra y en la columna derecha aparece la longitud del tallo de cada planta, en el renglón final aparece la desviación estándar de las muestras de cada bloque, a pesar de tener el mismo manejo agronómico hubo diferencias significativas en las desviaciones estándar de los bloques, siendo los mas notorios las diferencias entre el bloque E y G.

Tabla 1. Muestreo de las longitudes de los tallos del cultivo de papa en los sectores A, B, C y D.

Sector A		Sector B		Sector C		Sector D	
Muestra	longitud del tallo (cm)	Muestra	longitud del tallo (cm)	Muestra	longitud del tallo (cm)	Muestra	longitud del tallo (cm)
1	25.23	1	19.78	1	29.32	1	22.35
2	20.32	2	24.56	2	28.3	2	25.63
3	24.32	3	25.36	3	31.23	3	23.15
4	14.52	4	19.24	4	25.36	4	19.25
5	22.35	5	22.3	5	27.23	5	18.65
6	18.92	6	12.36	6	25.36	6	25.56
7	15.26	7	15.26	7	18.63	7	24.39
8	17.23	8	25.23	8	19.25	8	19.55
9	18.52	9	19.25	9	18.9	9	20.5
10	19.12	10	18.25	10	19.65	10	23.65
Σ	3.56	Σ	4.30	σ	4.81	σ	2.62

Fuente: los Autores.

Tabla 2. Muestreo de las longitudes de los tallos del cultivo de papa en los sectores E, F, G y H

Sector E		Sector F		Sector G		Sector H	
Muestra	longitud del tallo (cm)	Muestra	longitud del tallo (cm)	Muestra	longitud del tallo (cm)	Muestra	longitud del tallo (cm)
1	19.25	1	25.23	1	22.56	1	25.36
2	15.36	2	26.25	2	21.56	2	19.25
3	25.36	3	15.65	3	23.54	3	18.50
4	15.65	4	25.36	4	22.65	4	21.52
5	19.52	5	22.45	5	19.52	5	25.52
6	12.65	6	31.25	6	17.25	6	30.21
7	29.35	7	30.25	7	24.95	7	25.12
8	25.35	8	28.65	8	22.6	8	26.52
9	19.25	9	26.36	9	22.6	9	24.30
10	19.35	10	19.8	10	22.36	10	22.57
Σ	5.17	σ	4.76	σ	2.42	σ	3.51

Fuente: los Autores.

En la Figura 4 podemos observar la grafica de las medias de las muestras de la longitud del tallo de las plantas de papa.

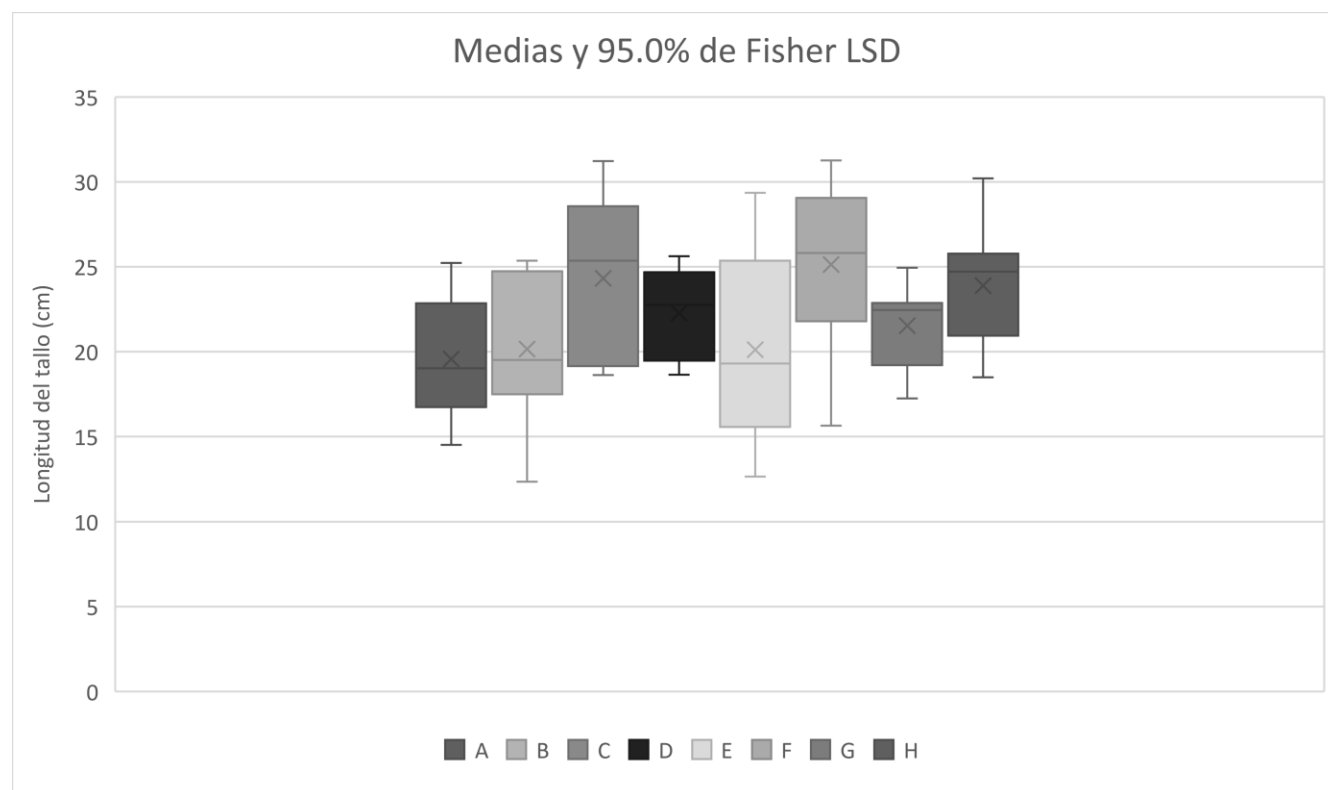


Figura 4. Grafica de las medias de la longitud del tallo de las plantas de papa de los bloques.

Fuente: los Autores

En la Tabla 3 y 4 se muestran los datos obtenidos a partir de las imágenes multiespectrales capturadas con el dron, cada valor en la tabla fue tomado en las mismas coordenadas geográficas que la muestra correspondiente a la longitud del tallo de las plantas de papa y representa la desviación estándar por las 10 muestras tomadas por bloque del campo.

Tabla 3. Muestreo de los valores de NDVI del cultivo de papa en los sectores A, B, C y D

Sector A		Sector B		Sector C		Sector D	
Muestra	NDVI	Muestra	NDVI	Muestra	NDVI	Muestra	NDVI
1	0.19	1	25.23	1	22.56	1	25.36
2	0.22	2	26.25	2	21.56	2	19.25
3	0.25	3	15.65	3	23.54	3	18.50
4	0.12	4	25.36	4	22.65	4	21.52
5	0.22	5	22.45	5	19.52	5	25.52
6	0.19	6	31.25	6	17.25	6	30.21
7	0.17	7	30.25	7	24.95	7	25.12
8	0.18	8	28.65	8	22.6	8	26.52
9	0.19	9	26.36	9	22.6	9	24.30
10	0.19	10	19.8	10	22.36	10	22.57
σ	0.034	σ	0.038	σ	0.045	σ	0.023

Fuente: los Autores.

Tabla 4. Muestreo de los valores de NDVI del cultivo de papa en los sectores E, F, G y H

Sector E		Sector F		Sector G		Sector H	
Muestra	NDVI	Muestra	NDVI	Muestra	NDVI	Muestra	NDVI
1	0.3	1	0.35	1	0.25	1	0.23
2	0.15	2	0.23	2	0.19	2	0.17
3	0.22	3	0.18	3	0.25	3	0.22
4	0.15	4	0.19	4	0.19	4	0.22
5	0.18	5	0.26	5	0.19	5	0.25
6	0.14	6	0.25	6	0.19	6	0.14
7	0.3	7	0.22	7	0.21	7	0.25
8	0.23	8	0.25	8	0.22	8	0.22
9	0.17	9	0.24	9	0.21	9	0.23
10	0.22	10	0.25	10	0.19	10	0.23
σ	0.058	σ	0.046	σ	0.024	σ	0.034

Fuente: los Autores.

En la Figura 5 se visualiza la gráfica de las medias de las muestras del valor del NDVI en el punto donde se tomó la muestra de la longitud del tallo del cultivo de papa.

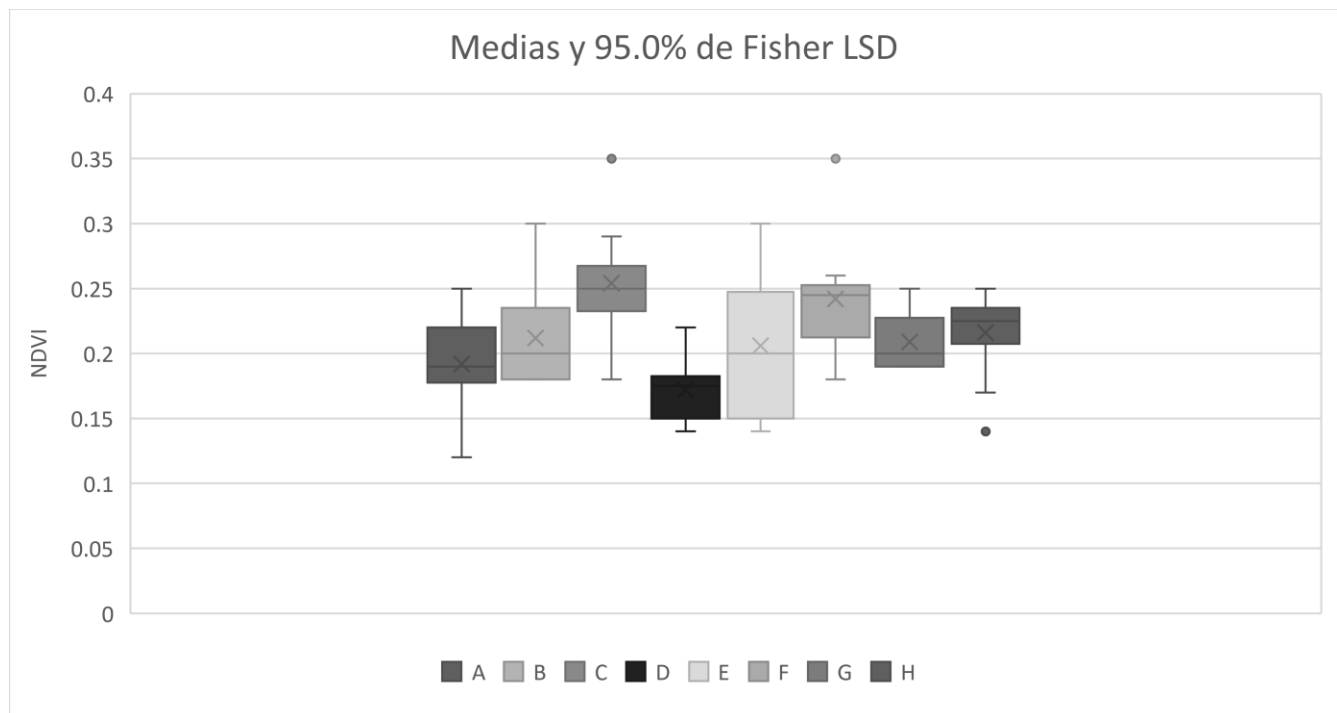


Figura 5. Grafica de las medias de NDVI de los bloques.
Fuente: los Autores

Conclusiones

La investigación realizada se centró en el estudio de imágenes multiespectrales para determinar la uniformidad en el desarrollo vegetativo del cultivo de papa, de lo cual se puede concluir los siguientes puntos:

- De los 8 bloques en los que fue dividido el terreno se observó que a pesar de haber recibido el mismo manejo agronómico existían marcadas diferencias en cuanto a la uniformidad en la germinación del tubérculo, misma que se observó en las medias de las desviaciones estándar calculadas desde el NDVI.
- De acuerdo con el coeficiente de correlación obtenido a partir de las medias de la longitud del tallo de las plantas de papa respecto a las medias de NDVI de los bloques, se puede estimar un coeficiente de correlación $R = 0.9615$, lo que indica una muy alta correlación en sentido proporcional, la cual se puede observar en la Figura 6.

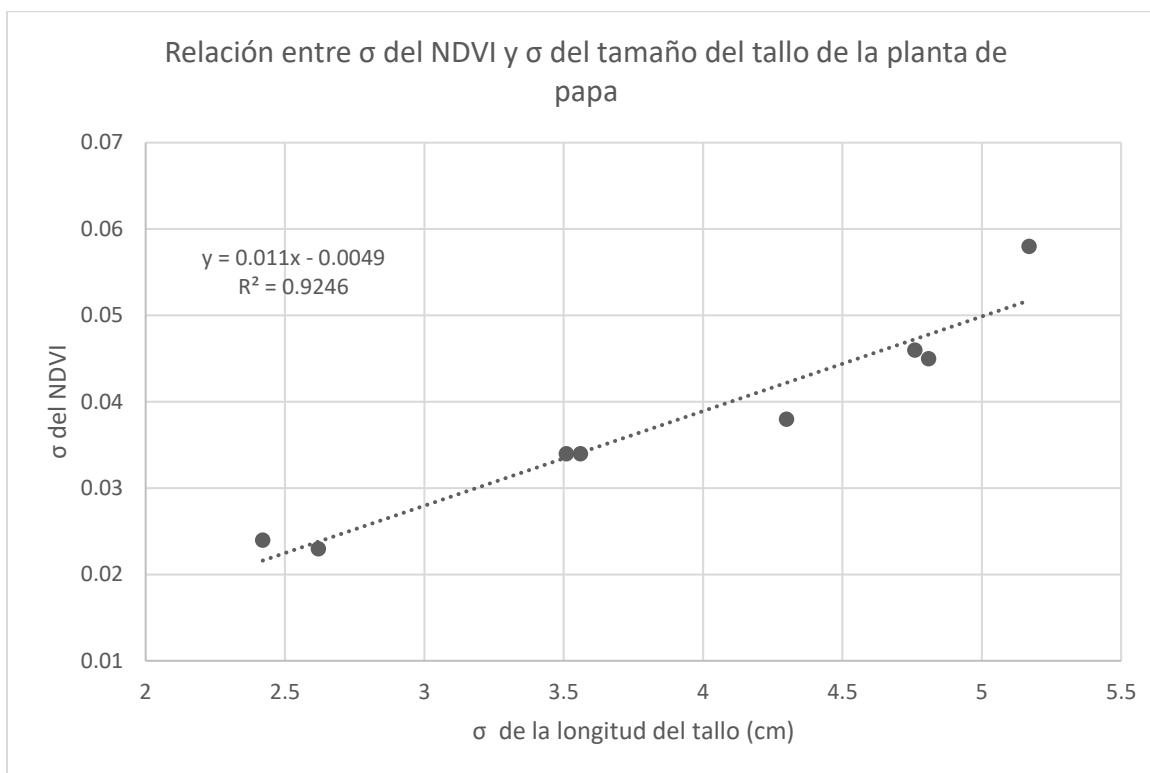


Figura 6. Coeficiente de correlación entre Grafica de las medias de la longitud del tallo de las plantas de papa respecto a las medias de NDVI de los bloques.

Fuente: los Autores

De acuerdo con la información y análisis de datos se puede concluir que es posible determinar la variabilidad en el crecimiento de la planta mediante el estudio de imágenes multiespectrales (NDVI) para detección temprana de anomalías en la etapa de germinación y emergencia en los cultivos de papa, lo que permitirá una toma de decisiones en el manejo agronómico más rápida y eficiente.

Referencias bibliográficas

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2009. How to feed the world in 2050.

FAO. Roma. 35 p. http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/how_to_feed_the_world_in_2050.pdf

Hawkes, J. (1990). The potato: evolution, biodiversity and genetic resources. London: Belhaven Press.

Recuperado el 13 de Octubre de 2019.

López, A. F., Medina, M. J., Pérez, O. E., & Salamanca, J. M. (2015). Diagnóstico de Cultivos Utilizando Procesamiento Digital de Imágenes y Tecnologías de Agricultura de Precisión. Recuperado el 12 de 11 de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5178334.pdf>

- Magdaleno, H. F., Gallardo, H. F., & Bustamante, W. O. (2014). Predicción fenológica del cultivo de papa mediante tiempo térmico. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 37(2), 149-157. Recuperado el 12 de 11 de 2019, de <https://repositorionacionalcti.mx/recurso/oai:repositorio.imta.mx:20.500.12013/1734>
- Sierra, J. G. (2008). Concepto y situación en España de la agricultura de precisión. Recuperado el 12 de 11 de 2019, de <http://oa.upm.es/2223>
- Valero, C. (2019). La evolución de la agricultura de precisión. Recuperado el 12 de 11 de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6954241>
- Vega, J. A., & Ruiz, M. P. (2013). Agricultura de precisión hacia la integración de datos espaciales en la producción agraria. Recuperado el 12 de 11 de 2019, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4978946>



DevOps metodología ágil en el diseño de un sistema de obra civil

DevOps agile methodology in the design of construction work's system

María Xochitl Altamirano-Herrera¹, Rogelio García-Rodríguez¹, Horacio Bautista-Santos¹⁻²

-
- ¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz, México.
² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Chicontepec, Veracruz, México.
-

Recibido: 12-10-2019
Aceptado: 10-12-2019

Autor corresponsal: xochitl2422@gmail.com

Resumen

En el presente trabajo se plantea realizar las actividades principales para la elaboración de un sistema de evaluación y presupuesto de obra civil para que sea implementado en una constructora. El objetivo es generar el análisis y diseño del presupuesto de obras de construcción calculando costo y tiempo, tomando en cuenta tamaño de la obra, tipo y costo de mano de obra de estructuras como pisos, lozas, paredes y cimientos con la finalidad de agilizar la generación de presupuesto. En el análisis y diseño de este sistema hará uso de los diagramas de UML para describir las actividades y acciones que se realizan en todo proceso de obra civil, las entradas y salidas del sistema, elaboración de modelo entidad relación de la base de datos, plataforma de desarrollo y gestor de base de datos donde se tiene que elaborar el sistema y diseño de interfaz que contara el propio sistema. Para el desarrollo del sistema descrito es importante mencionar que se ocupara la metodología DevOps permitiendo tener una buena colaboración entre los miembros del equipo de desarrollo para obtener el éxito en la codificación y pruebas del sistema que permita generar resultados efectivos en las cotizaciones de obra de manera rápida y de una forma sencilla e intuitiva para que pequeños y medianos constructores lo puedan usar.

Palabras clave: Obra civil, U.M.L., DevOps, modelo entidad relación, desarrollo de software.

Abstract

In the present work, the main activities for the elaboration of a system of evaluation and budget of civil works are proposed to be implemented in a construction company. The objective is to generate the analysis and design of the construction works budget by calculating cost and time, taking into account the size of the work, type and labor cost of structures such as floors, tiles, walls and foundations in order to expedite the Budget generation In the analysis and design of this system, you will use the UML diagrams to describe the activities and actions that are carried out in any civil works process, the entrances and exits of the system, elaboration of the entity model relationship of the database, platform of development and database manager where you have to develop the system and interface design that the system itself will have. For the development of the described system it is important to mention that the DevOps methodology will be used allowing a good collaboration between the members of the development team to obtain the success in the coding and testing of the system that allows generating effective results in the work quotes in a way fast and in a simple and intuitive way for small and medium-sized builders to use it.

Keywords: Construction work, U.M.L., entity relationship model, software development

Introducción

La industria de la construcción en Tamaulipas dejó su etapa recesiva y tras varios años de caídas, en el 2018 su desempeño productivo repuntó 9.1%, gracias a la combinación de la inversión pública y privada (Hernández , 2019). El repunte permite que las constructoras compitan por ganar obras. Las constructoras que presenten los mejores presupuestos o se adapten a las necesidades de los clientes de la mejor manera tendrían mayor oportunidad de ganar clientes.

Aunque existe una infinidad de software de este tipo en el mercado, para pequeñas y medianas empresas les es difícil conseguir dichos paquetes computacionales por el desembolso monetario que conlleva. Además, del costo de software, es necesario tener personal capacitado en dicho software, esto aumenta más el costo.

Se hará uso de la metodología DevOps (Dyck, 2015; Belalcázar, 2016) para elaboración de las etapas de análisis y diseño del sistema de obra civil. En la etapa de análisis se revisarán las especificaciones del sistema de presupuesto de obras de construcción. Además, se definirán las variables de entrada y salida, así como las fórmulas necesarias para llevar a cabo los cálculos. En la etapa de diseño se presentarán las tablas, campos y relaciones que tendrá la base de datos para almacenar la información. También, se recopilará la información de los tipos de obras y materiales necesarios. Por último, se implementará el sistema de obras de construcción en el lenguaje de programación de alto nivel.

Materiales y métodos

De acuerdo a las diferentes características de los sistemas que existen en el mercado de software se observa que requiere demasiados recursos y no esta realizado a medida para el uso de la pequeña y mediana empresa debido a que requiere de expertos en el uso del sistema y lo que conlleva grandes costos de capacitación.

Para las Pymes encargadas de la construcción en México una de las actividades más importantes son la planeación y costos de obras para sus clientes, estas actividades necesitan establecer parámetros importantes como tiempo de inicio y cierre, medidas exactas de obra, material, maquinaria y herramientas, trabajadores, costo de la obra y ganancias sin omitir la logística.

Existen diversos sistemas de información que permite realizar las cotizaciones de obras tales como:

El sistema **OPUS** es un software permite elaborar presupuestos para obra pública y privada. En él se podrá estructurar el presupuesto, analizar precios unitarios con la base de datos denominada ECOSTOS. Se puede hacer la creación de cuadrillas de trabajo, cálculo de factor de salario real, cálculo de costo horario, elaboración del programa de obra por montos, cantidades entre otros. OPUS es el sistema de precios unitarios más sencillo y claro para integrar los cálculos de indirectos, financiamiento, utilidad y cargos adicionales.

Por las tareas que ofrece, OPUS requiere de equipos con recursos específicos para su óptimo funcionamiento y licencia de MS SQL Server y Windows Server, llevando con esto que sus costos son elevados que en ocasiones su uso es poco explícito para los usuarios (opus, 2018).

Xtructur es un sistema disponible para generar estimaciones de construcciones de edificación, infraestructura terrestre e infraestructura marítima facilitando mantener el control y seguridad en un servidor de la nube este está avalado por CMIC asociación a la cámara mexicana de la industria de la construcción generando una mayor inversión en el sistema y muy poca explotación del mismo para el uso de sus actividades a realizar (Xtructur, 2018).

Edwin Estructuras tridimensionales de procedimientos- uno. Este proceso está concebido para el cálculo, diseño y comprobación de estructuras tridimensionales compuestas por barras de cualquier material. Contiene componentes de definición geométrica, introducción de cargas, motor de cálculo y el de representación de esfuerzos y desplazamientos dependiendo de los materiales presentes en la estructura aplicara la instrucción de Hormigón estructural o la norma básica de la edificación de estructuras de acero EA95 (Cembellin, 2005)

Existe gran diversidad de software para la estimación de obras, y no tan específicas que por esta razón su costo es elevado y para pequeñas y medianas empresas que inician sus actividades empresariales y profesionales no cuentan con suficiente recurso para adquirir software comercial.

Para establecer el análisis de variables de entrada y salida del sistema de obra civil, fórmulas para obtener con mayor precisión de los resultados, precios, medidas de la obra, materiales, tipos de obra; y el entorno de desarrollo sistema gestor de base de datos, metodología de desarrollo.

Resultados y discusión

Contar con un software para la generación de presupuesto de obras de construcción permitirá agilizar a las Pymes dedicadas a la obra civil la información para tener una estimación de tiempos y costos del proyecto solicitado por su cliente asegurando la calidad del trabajo.

En el análisis se observó que se encuentran involucrados dos actores el administrador del sistema y el cliente y una serie de actividades que se definen en los casos de uso (Rowe, 2012). Ver la figura 1 caso de uso análisis de sistema de obra civil.

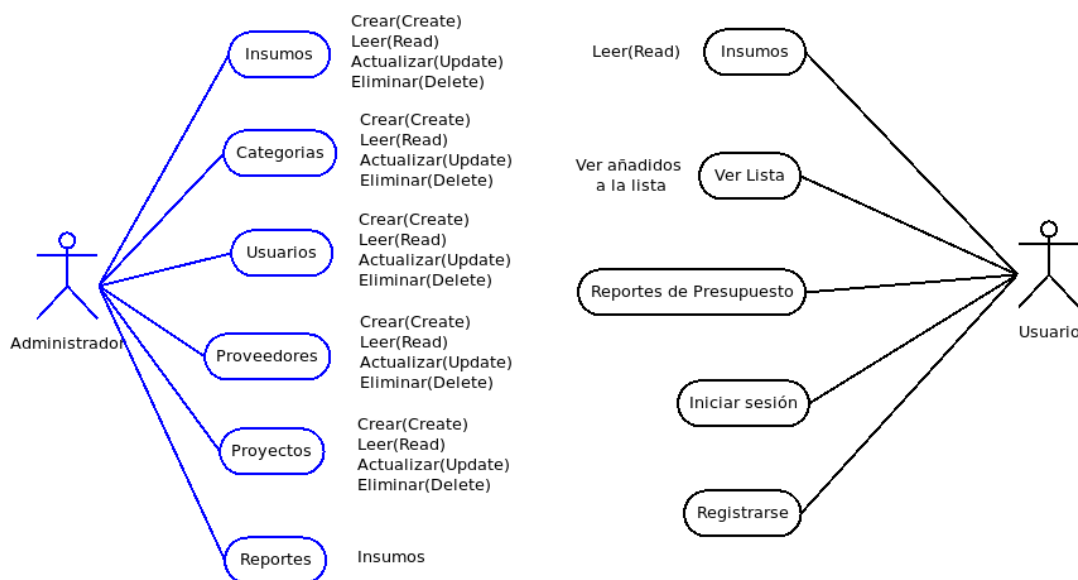


Figura 1. Caso de uso obra civil
Fuente: Los autores

Se determina que el tipo de sistema se realizara mediante una página web creada con PHP con un Framework Laravel, firebase, Java Script para el desarrollo y así obtener mejores resultados (JAVA, 2009).

Para el diseño de la interfaz se establece sea fácil en el uso del sistema y navegación efectiva para mejorar eficiencia del uso del sistema logrando resultados óptimos (Ebert, 2016; Mueller, 2016).

En la figura 2 se muestra la pantalla de la lista de materiales disponibles para las obras. Cada material tiene un nombre, unidad, precio unitario y categoría. La lista de materiales es la base para el funcionamiento del sistema.

Nombre	Unidad	Precio Unitario	Categoría	Añadir
Varillas	pza	93.00	Productos Metalicos	Añadir a la lista

Figura 2. Lista de materiales
Fuente: elaboración propia

En la figura 3 se muestra la lista de insumos o materiales que debe tener cada proyecto. Se agrega el nombre, unidad del insumo, precio unitario, categoría, numero de proyecto; además se puede actualizar o eliminar la información.

Nombre	Unidad	Precio Unitario	Categoría	Proyecto	Actualizar	Eliminar
Varillas	pza	93.00	Productos Metalicos	1	Actualizar	Eliminar
Varillas	pza	93.00	Productos Metalicos	2	Actualizar	Eliminar

Figura 3. Lista de insumos de un proyecto
Fuente: elaboración propia

También será posible gestionar la información de los proyectos que se vayan generando en el sistema para poder tenerlos actualizados o poder eliminar alguno proyecto que ya no se ocupe. En la figura 4 se muestra la pantalla donde se puede ver el proceso.

Nombre del Proyecto	Actualizar	Eliminar
Loza	Actualizar	Eliminar
Cimientos	Actualizar	Eliminar
Paredes	Actualizar	Eliminar
Piso	Actualizar	Eliminar

Figura 4. Lista de proyectos actuales
Fuente: elaboración propia

Conclusiones

El estudio de análisis del sistema de obra civil permite facilitar la realización de la evaluación y presupuesto de los diferentes tipos de obra y hacer más sencillo la entrega continua, las pruebas y supervisión compartidas, la retroalimentación con los clientes debe estar durante el desarrollo minimizando efectivamente los tiempos de respuesta o solución logrando un producto competitivo y exitoso.

DevOps es muy flexible para establecer como metodología de desarrollo debido a una interrelación entre los desarrolladores y operaciones permitiendo minimizar errores y tiempo logrando atender las necesidades del modelo de negocio con una calidad y supervisión continua permitiendo la disminución de costos.

Todo lo anterior permite estar al pendiente de las actualizaciones de las características de los dispositivos móviles que actualmente mantiene a la sociedad en una constante comunicación facilitando tareas y herramientas.

Referencias bibliográficas:

- A. Dyck. (2015). *Towards Definitions for Release Engineering and DevOps*, Release Engineering. IEEE/ACM 3rd International Workshop.
- Alberto Belalcázar, J. D. (2016). *Principios, Roles y Métricas en alineamiento estratégico de nuevos requerimientos utilizando DevOps*. La Plata, UNLP: Universidad Nacional de La Plata, UNLP.
- Bass, W. y. (13 de Mayo de 2015). «*Surprise! Broad Agreement on the Definition of DevOps*». Obtenido de DevOps.com: https://es.wikipedia.org/wiki/DevOps#cite_note-9
- Cembellin, B. (2005). *Software de ingeniería y construcción*. técnica industrial.
- Christof Ebert, G. G. (2016). *DevOps*. PUBLISHED BY THE IEEE COMPUTER SOCIETY.
- Hernández , M. (14 de 01 de 2019). Mejora industria de la construcción en la entidad. *El Sol de Tampico*.
- Java. (24 de Septiembre de 2009). *Cursos java*. Recuperado el 7 de abril de 2013. Obtenido de <http://cursos.aiu.edu/Languages%20de%20Programacion/PDF/Tema%202.pdf>
- Mueller, E. (02 de 09 de 2016). *What is devops*. Obtenido de <https://theagileadmin.com/what-is-devops/>

Opus. (2018). *Centro de entrenamiento opus* . Obtenido de www.opus.com.mx

Rowe, M. (24 de Septiembre de 2012). *DevOps para desarrollo móvil*. Obtenido de developerWorks:
<https://www.ibm.com/developerworks/ssa/library/mo-mobile-devops/mo-mobile-devops-pdf.pdf>

Xtructur. (mayo de 2018). *Software para la construccion Xtructur*. Obtenido de Xtructur:
<http://xtructur.com/#FuncionalidadesSistema>



Una investigación de la condición Marshall Lerner en el comercio internacional de manufacturas de México

An investigation of the Marshall Lerner condition in the international manufacturing trade of Mexico

Alejandro de Jesús Hernández-Peralta¹, Luz del Carmen Muñoz-Palacios¹, Ivette Pérez-Hernández¹, Paula Rosalinda Antonio-Vidaña¹

¹ Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz; Cuitláhuac, Veracruz, México.

Recibido: 11-11-2019
Aceptado: 10-12-2019

Autor corresponsal: alejandro.peralta@utcv.edu.mx

Resumen

Se emplearon modelos de comercio lineal logarítmicos para estimar las elasticidades precio de la demanda exterior de exportaciones y la demanda nacional de importaciones de manufacturas en México durante el periodo que va de 1994 a 2019 a partir modelos ANCOVA, a su vez, el periodo muestral se dividió en dos sub-periodos para hallar o no evidencia empírica de estabilidad estructural en el comercio internacional de las manufacturas antes y después de la crisis económica y financiera del 2008, de tal forma, que se halló evidencia a favor del cumplimiento de la condición Marshall Lerner para ambos periodos con demandas inelásticas durante el primer periodo y demandas elásticas en el segundo periodo al tipo de cambio, los resultados sugieren que es posible corregir desajustes como un déficit en la balanza comercial manufacturera de México devaluando el peso mexicano.

Palabras clave: Condición Marshall Lerner, Elasticidad Precio, Modelo ANCOVA.

Abstract

Logarithmic linear trade models were used to estimate the price elasticities of the external demand for exports and the national demand for imports of manufactures in Mexico during the period from 1994 to 2019 from ANCOVA models, in turn, the sample period is divided into two sub-periods to find or not empirical evidence of structural stability in international trade in manufactures before and after the economic and financial crisis of 2008, so that evidence was found in favor of compliance with the Marshall condition Leaving for both periods with inelastic demands during the first period and elastic demands in the second period at the exchange rate, the results suggest that it is possible to correct imbalances such as a deficit in Mexico's manufacturing trade balance devaluing the Mexican peso.

Keywords: Marshall Lerner Condition, Price Elasticity, ANCOVA model.

Introducción

La balanza comercial de la industria manufacturera (IM) en México ha presentado un comportamiento volátil durante los últimos 25 años a partir de la entrada en vigor del tratado de libre comercio con américa del norte (TLCAN) en el contexto de un régimen flexible en la determinación del tipo de cambio llevada a cabo por el banco central, dicha volatilidad se ha acentuado al periodo posterior de la crisis económica y financiera mundial que inicio en 2008 en Estados Unidos y que se propagó principalmente

a los países con los que mantiene relaciones comerciales y financieras, como es el caso de México. La Figura 1 como parte de los resultados muestra la variabilidad de saldo de la balanza comercial (SBC) (en miles de dólares) de la IM en México en dos periodos: 1994-2008 (previo a la crisis económica) y 2009-2019 (posterior a la crisis económica) a partir de cifras tomadas del Banco de Información Económica (INEGI, 2019).

La tabla 1 muestra datos estadísticos que describen la variabilidad del SBC durante los periodos bajo análisis. Las diferencias en el error estándar de la media confirman una mayor variabilidad durante el periodo posterior a la crisis económica mundial; el coeficiente de variación muestra que para este periodo la variabilidad del promedio del SBC es al menos tres veces más grande que durante el primer periodo.

Tabla 1. Estadísticas descriptivas del SBC de la IM de México por periodos en miles de dólares

Periodo	Media $\mu = \sum_{t=1}^n X_t$	Error estándar de la media S $= \sqrt{\text{Var}(X_t)}$	Coeficiente de variación $\frac{S}{\mu}$	Mínimo	Máximo
1994-2008	-1296395	777714	-59.99	-32000000	346754
2009-2019	-657415	1263853	-192.25	-39000000	760000

Fuente: los Autores

El estudio del comportamiento del SBC determina la influencia de los cambios en la balanza de pagos al no tener un mercado de capitales desarrollado y junto con ello es importante el estudio de la hipótesis de que una devaluación en la moneda nacional mejora el SBC (Cao Alvira & Palacios Chacón, 2012), en este sentido, de acuerdo a Salvatore (2005) la condición Marshall Lerner (ML) indica si la balanza comercial de un país es estable si la suma de las elasticidades precio de la demanda de exportaciones y de la demanda de importaciones en términos absolutos es mayor a uno, en estas circunstancias, es posible mejorar el SBC a través de una devaluación de la moneda en los mercados de divisas y con ello ayudar a corregir desequilibrios para México en su balanza de comercial.

Cermeño & Rivera (2016) contribuyeron a la literatura existente sobre el comercio internacional de México hallando evidencia a favor de que una devaluación del peso mexicano tiene un efecto positivo sobre su balanza comercial, confirmando la condición ML a partir de estimaciones de las ecuaciones de comercio lineal logarítmicas para el cálculo de las elasticidades precio e ingreso a largo plazo durante el periodo 1994-2014.

El presente estudio tiene por objetivo contribuir a la generación de evidencia a favor del cumplimiento de la condición ML para el caso de la balanza comercial manufacturera de México durante el periodo 1994-2019 a partir de estimaciones de modelos de análisis de covarianza (ANCOVA) para un periodo anterior a la crisis económica y financiera mundial y posterior a éste. Si la condición ML se cumple en

el periodo más reciente, una devaluación del peso mexicano puede ser un instrumento de la política cambiaria para corregir sus déficits en la balanza comercial.

Metodología

De acuerdo a Gujarati & Porter (2010), el modelo ANCOVA para la estimación de la elasticidad precio de la demanda de importaciones puede adaptarse mediante la definición de la ecuación 1.1 en la forma lineal logarítmica

$$\ln Im_t = \alpha_0 + \alpha_1 D_1 + \beta_0 \ln S_t + \beta_1 D_1 \ln S_t + u_t \quad (1.1)$$

La tabla 2 muestra una descripción de cada componente de la ecuación

Tabla 2. Ficha técnica de la información empleada en el modelo de demanda de importaciones

Componentes	Descripción	Escala	Valores
$\ln Im_t$ (Variable dependiente)	Logaritmo natural de las importaciones manufactureras en miles de dólares	Cuantitativa de razón o proporción	Mayores o iguales a cero
$\ln S_t$ (Variable independiente)	Logaritmo natural del tipo de cambio real (promedio mensual)	Cuantitativa de razón o proporción	Mayores o iguales a cero
D_1 (Variable dicótoma)	Codifica y toma en cuenta la presencia o ausencia de un periodo anterior y posterior a la crisis económica y financiera en 2008	Cualitativa, nominal y dicotómica	0 = 1994-2008 1 = 2009-2019

Fuente: los Autores

Del modelo ANCOVA 1.1 se desprenden dos modelos de comercio para cada periodo: el modelo 1.2 permite estimar la elasticidad tipo de cambio de las importaciones para el periodo anterior a la crisis económica (cuando $D_1 = 0$), mientras que el 1.3 la estima para el periodo posterior (cuando $D_1 = 1$).

$$\ln Im_t = \alpha_0 + \beta_0 \ln S_t + u_t \quad 1.2$$

$$\ln Im_t = (\alpha_0 + \alpha_1) + (\beta_0 + \beta_1) \ln S_t + u_t \quad 1.3$$

Si los parámetros estimados diferenciales α_1 (de intersección) y β_1 (de pendiente) son estadísticamente significativos de manera simultánea de acuerdo a la prueba F, entonces se admite que existe un cambio estructural determinado por la crisis económica financiera del 2008 en la demanda de importaciones al pasar de un periodo a otro; éstos permiten hallar dos modelos para estimar la elasticidad tipo de cambio de la demanda de importaciones: β_0 en 1.2 mide dicha elasticidad para el periodo de 1994 al 2008,

mientras que β_0 y β_1 la mide para el periodo 2009-2019 en el modelo 1.3, ambos parámetros estiman elasticidades promedio a largo plazo para cada periodo al mantenerlas constantes.

Para llevar a cabo estimaciones a corto plazo de las elasticidades en cada periodo se emplea la ecuación 1.4 para el caso de las importaciones y 1.5 para el caso de las exportaciones.

$$El_S Im = \frac{S_t}{Im(S_t)} * \frac{dIm}{dS_t} \quad 1.4$$

$$El_S Ex = \frac{S_t}{Ex(S_t)} * \frac{dEx}{dS_t} \quad 1.5$$

Donde: $\frac{dIm}{dS_t}$ es la derivada de la demanda nacional de importaciones con respecto al tipo de cambio real, es decir; es el efecto parcial del modelo ANCOVA en 1.2 (β_0) o en 1.3 ($\beta_0 + \beta_1$) respectivamente para cada periodo; S_t es el tipo de cambio real e; $Im(S_t)$ es la demanda nacional de importaciones. Es la misma interpretación para el caso del modelo ANCOVA de la demanda exterior de exportaciones $Ex(S_t)$. Para deducir la condición ML, Gamez & Mochon (1995) aducen que en condiciones de equilibrio de la balanza comercial de un país, el valor total de las exportaciones (Ex) es exactamente igual al valor total de las importaciones (Im), que de acuerdo al tipo de cambio real (S), ImS es el valor de la demanda nacional de importaciones en moneda nacional, de tal forma que en equilibrio, el SBC es igual a cero, es decir $Ex - ImS = 0$, de ahí que podamos obtener las siguientes igualdades:

$$Im = \frac{Ex}{S} \text{ y por otra parte; } S = \frac{Ex}{Im} \quad 1.6$$

Ahora bien, obteniendo la diferencial total de la ecuación del SBC se tiene:

$$SBC = Ex - ImS \Rightarrow dSBC = dEx - SdIm - ImdS$$

Diferenciando ahora con respecto al tipo de cambio real

$$\begin{aligned} \frac{dSBC}{dS} &= \frac{dEx}{dS} - S \frac{dIm}{dS} - Im \frac{dS}{dS} \\ \frac{dSBC}{dS} &= \frac{dEx}{dS} - S \frac{dIm}{dS} - \frac{Ex}{S} \\ \frac{dSBC}{dS} &= \frac{Ex}{S} \left[\frac{dEx}{dS} * \frac{S}{Ex} - \frac{dIm}{dS} * \frac{S}{Im} - 1 \right] \end{aligned}$$

Los dos primeros términos dentro del corchete son equivalentes a las ecuaciones 1.4 y 1.5, es decir son las elasticidades de la demanda exterior de exportaciones ($El_S Ex$) y la demanda nacional de importaciones ($El_S Im$). Considerando que el sentido de la relación entre el tipo de cambio real y la demanda de importaciones es negativo, ya que un aumento de S encarece los bienes y servicios importados, la diferencial total de la condición de equilibrio en el SBC puede expresarse como:

$$\frac{dSBC}{dS} = \frac{Ex}{S} [El_S Ex + El_S Im - 1] \quad 1.7$$

De acuerdo a la ecuación 1.7, un aumento de S (devaluación o depreciación de la moneda nacional) puede traer como consecuencia un superávit en la balanza comercial ($dSBC > 0$) si la suma de las elasticidades es mayor a uno ($El_S Ex + El_S Im > 1$), en otras palabras, la condición ML postula que entre más elásticas o grandes sean las elasticidades de la demanda de exportaciones e importaciones una devaluación del tipo de cambio puede mejorar la competitividad externa y mejora el SBC (Gamez Amian & Mochon Morcillo, 1995).

Resultados y Discusión

Para la estimación de los modelos de comercio lineal logarítmicos se empleó el software de econometría STATA12, la información empleada se obtuvo del sistema nacional de información estadística y geográfica (SNIEG) (2019), correspondiente al total de importaciones y exportaciones manufactureras en miles de dólares que va de enero de 1994 a agosto del 2019, la serie correspondiente al tipo de cambio durante el mismo periodo se obtuvo del Banco de México a partir del sistema de información económica (SIE) (2019). La figura 2 muestra por medio de un gráfico de dispersión con línea de regresión, la asociación positiva existente entre el tipo de cambio y las demandas de exportaciones e importaciones durante todo el periodo; los coeficientes de correlación bivariable de Pearson para cada caso por periodo, se observan en la tabla 3; puede observarse una asociación fuerte entre las variables para el periodo anterior a la crisis financiera, y más moderada para el periodo posterior.

Tabla 3. Coeficientes de correlación de Pearson por periodo del comercio de manufacturas con el tipo de cambio en México 1994-2019

Periodo	Importaciones y Tipo de Cambio	Exportaciones y Tipo de Cambio
1994-2008	0.7752	0.8096
2009-2019	0.6253	0.6600

Fuente: los Autores

Debido al cambio estructural de la balanza comercial manufacturera de México, ocurrida a raíz de la crisis económica y financiera del 2008, las variaciones de la demanda nacional de importaciones y la demanda exterior de exportaciones de México son explicadas en menor medida por las fluctuaciones a corto plazo en el tipo de cambio.

La Figura 1 muestra una mayor variabilidad en el segundo periodo con datos atípicos en la distribución de las cifras para el primer y cuarto cuartil: valores extremos en el primer cuartil representan valles o mínimos del SBC, es decir déficits comerciales muy pronunciados, mientras que valores extremos en el último cuartil representan crestas o máximos del SBC, es decir los superávits comerciales más altos alcanzados durante el periodo.

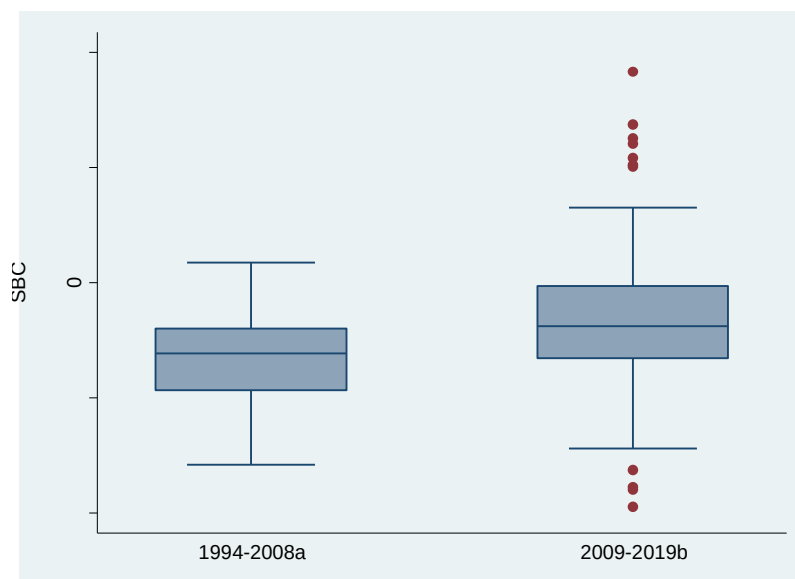


Figura 1. Diagrama de cajas y alambres del SBC de la IM de México de 1994-2019 en dos periodos.
Fuente: los Autores

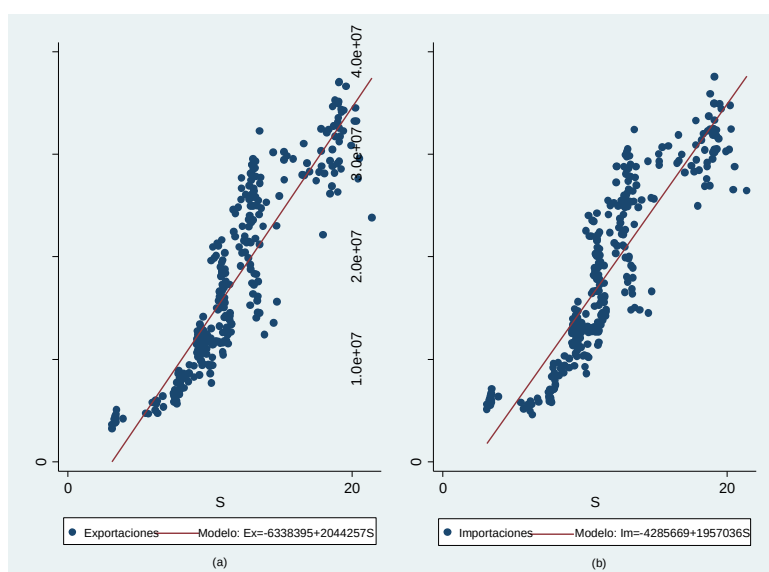


Figura 2. Diagramas de dispersión con línea de regresión de las exportaciones (a) e importaciones (b) manufactureras en función del tipo de cambio en México.
Fuente: los Autores

La estimación del modelo ANCOVA por mínimos cuadrados ordinarios (MCO) para las exportaciones e importaciones se presentan en la ecuación 1.8 y 1.9 respectivamente. La tabla 4 y 5 muestran los resultados de la prueba de significancia individual y simultánea de cada uno de los estimadores bajo MCO. De acuerdo a la prueba de significancia individual t-student con un nivel de confianza $\alpha = 5\%$, se rechaza la hipótesis nula de que cada uno de los estimadores diferenciales de intercepto y de pendiente no explican las demandas de exportaciones e importaciones, se asume por tanto, que las estimaciones de la elasticidad precio de la demanda de cada una de éstas son estadísticamente significativas.

Por otra parte, la prueba t y F de la variable dicótoma D_1 y el término de interacción $D_1 \ln S$, confirman que puede rechazarse la hipótesis nula de que no existen diferencias entre la demanda de exportaciones e importaciones en función del tipo de cambio para los periodos anterior y posterior a la crisis económica y financiera en 2008, por lo que se puede aseverar un cambio estructural en la demanda de exportaciones e importaciones en la industria manufacturera en México al pasar de un periodo a otro.

$$\ln Ex_t = 13.4764 + 1.4815D_1 + 0.7747\ln S_t + 0.4595D_1\ln S_t + u_t \quad 1.8$$

Tabla 4. Resultados del modelo lineal-logarítmico ANCOVA para las exportaciones

Variable respuesta $\ln Ex$ (logaritmo natural de las exportaciones manufactureras de México en miles de dólares), $R^2 = 0.8695$, nivel de confianza $\alpha = 5\%$ de la prueba t y F				
Coeficiente	Error estándar	t-student	Valor p	$F = 675.36$ Valor $p = 0.0000$
D_1	0.2941	5.04	0.000	
$\ln S$	0.1001	7.74	0.000	
$D_1 \ln S$	0.1123	4.09	0.000	
Intercepto	0.1122	120.01	0.000	

Fuente: los Autores

$$\ln Im_t = 15.3394 - 1.4074D_1 + 0.6454\ln S_t + 0.4303D_1\ln S_t + u_t \quad 1.9$$

Tabla 5. Resultados del modelo lineal-logarítmico ANCOVA para las importaciones

Variable respuesta $\ln Im$ (logaritmo natural de las importaciones manufactureras de México en miles de dólares), $R^2 = 0.8129$, nivel de confianza $\alpha = 5\%$ de la prueba t y F				
Coeficiente	Error estándar	t-student	Valor p	$F = 440.15$ Valor $p = 0.0000$
D_1	0.3271	-4.30	0.000	
$\ln S$	0.1113	5.80	0.000	
$D_1 \ln S$	0.1249	3.44	0.001	
Intercepto	0.1248	111.57	0.000	

Fuente: los Autores

La tabla 6 muestra el cálculo de las elasticidades a largo plazo por medio de las ecuaciones 1.8 y 1.9 sustituyendo en 1.2 y 1.3 para cada demanda estimada, es decir; a partir de la identificación de β_0 para el periodo anterior a la crisis económica del 2008 y $(\beta_0 + \beta_1)$ para el caso del periodo posterior a dicho periodo; al ser modelos lineales logarítmicos de comercio los parámetros estimados de pendientes

representan las variaciones porcentuales de la demanda de exportaciones e importaciones ante un cambio porcentual unitario en el tipo de cambio.

Tabla 6. Cálculo de la Condición Marshall Lerner a partir de las elasticidades estimadas por medio de los modelos ANCOVA

Elasticidades Precio Periodo	Importaciones El_{Im}	Exportaciones El_{Ex}	Condición Marshall Lerner
1994-2008: (β_0)	0.6454	0.7747	1.4287
2009-2019: $(\beta_0 + \beta_1)$	1.0843	1.2342	2.3185

Fuente: los Autores

De acuerdo a los resultados la elasticidad precio de la demanda nacional de importaciones y la demanda exterior de exportaciones manufactureras de México para el periodo anterior a la crisis económica y financiera es inelástica al ser menor a uno en valor absoluto, mientras que para el periodo posterior ambas son elásticas; finalmente los resultados del modelo permiten comprobar que la condición Marshall Lerner se cumple para el periodo más reciente de la economía mexicana.

Conclusiones

El modelo ANCOVA ha permitido comprobar que durante el periodo de análisis ha existido un cambio estructural del comercio internacional de manufacturas en México; una menor sensibilidad de la industria manufacturera a las variaciones en el tipo de cambio en sus importaciones muestra una alta dependencia del abasto internacional de bienes manufactureros para integrar cadenas de suministro globales con México durante el periodo anterior a la crisis económica así como en sus exportaciones, en el periodo posterior a la crisis económica, la recesión de Estados Unidos y la disminución de su producto nacional bruto, así como la inestabilidad originada en las principales economías del mundo por la incertidumbre económica mundial, trajo un periodo de mayor inestabilidad en el comercio internacional de manufacturas en México y que se extendió durante la mayor parte del periodo. Que la condición Marshall Lerner se cumpla con demandas de importaciones y exportaciones más elásticas durante el periodo, deja abierta la posibilidad de que las autoridades monetarias del país puedan corregir en determinado momento desajustes en el saldo de la balanza comercial como un déficit comercial devaluando el peso mexicano.

Referencias bibliográficas

- Banco de México . (25 de Septiembre de 2019). *Sistema de Información Económica*. Obtenido de: <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/>
- Cao Alvira, J., & Palacios Chacón, L. (2012). Evidencia empírica de la curva S en las balanzas comerciales bilaterales de Colombia. *Ecos de Economía* , 111-126.
- Cermeño, R., & Rivera Ponce, H. (2016). La Demanda de importaciones y exportaciones de México en la era del TLCAN. *El trimestre económico*, 127-147.
- Gamez Amian , C., & Mochon Morcillo, F. (1995). *Macroeconomía* . Madrid: McGrawHill.
- Gujarati , D., & Porter , D. (2010). *Econometría* . México : McGrawHill.
- INEGI. (11 de Noviembre de 2019). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía* . Obtenido de Banco de Información Económica : <https://www.inegi.org.mx/sistemas/bie/>
- INEGI. (25 de Septiembre de 2019). *Sistema Nacional de Información estadística y Geográfica*. Obtenido de Sistema Nacional de Información estadística y Geográfica: <https://www.snieg.mx/>
- Salvatore, D. (2005). *Economía Internacional*. México : Limusa.

Síntesis y caracterización de complejos bimetálicos de iones divalentes con efecto inhibidor de la replicación de virus herpes simple

Synthesis and characterization of bimetallic complexes of divalent ions with inhibitory effect of herpes simplex virus replication

Gerardo Alonso-Torres¹, Luz Cecilia López-Ureta², Rigoberto González-Rodríguez³

¹ Tecnológico Nacional de México / ITJMMPyH - Campus Zapopan, Jalisco, México.

¹ Tecnológico Nacional de México / ITJMMPyH - Campus Lagos de Moreno, Jalisco, México.

¹ Tecnológico Nacional de México / ITJMMPyH - Campus Mascota, Jalisco, México.

Recibido: 20-11-2019

Aceptado: 10-12-2019

Autor correspondal: rigoberto.gonzalez.rodriguez@gmail.com

Resumen

Los virus del herpes simple (VHS) son patógenos que infectan hombres y animales causando una amplia variedad de estados de enfermedad, existen dos tipos el VHS-1 y el VHS-2. A nivel mundial más de 3.700 millones de personas tienen infección por VHS-1 y cerca de 417 millones por VHS-2. El VHS está bien distribuido en todo el mundo, con más de 23 millones de casos nuevos por año. En general, los tratamientos médicos actuales de la infección por VHS se centran en el tratamiento episódico con agentes tópicos o agentes antivirales orales, a base de aciclovir, cidofovir y foscarnet, que llegan a tener efectos adversos considerables, sin que a la fecha se tenga una cura definitiva. Se han reportado tratamientos para infecciones por VHS en humanos que consisten en composiciones químicas basadas en complejos quelantes metálicos. En el presente estudio, se desarrolló una estrategia metodológica para sintetizar a nivel laboratorio un complejo bimetálico de EDTA y iones divalentes Zn^{2+} y Cu^{2+} respectivamente. La molécula sintetizada de $ZnCu[EDTA].6H_2O$ se caracterizó fisicoquímicamente y por espectroscopía IR y se concluyó que puede ser usada en el tratamiento de infección por VHS ya que la liberación controlada de los iones metálicos posee capacidad de inhibir la replicación del VHS.

Palabras clave: virus herpes simple, complejo quelante bimetálico, EDTA, catión divalente.

Abstract

Herpes simplex virus (HSV) are pathogens that infect men and animals causing a wide variety of disease states, there are two types HSV-1 and HSV-2. Worldwide, more than 3,700 million people have HSV-1 infection and about 417 million have HSV-2. HSV is well distributed worldwide, with more than 23 million new cases per year. In general, current medical treatments for HSV infection are focused on episodic treatment with topical agents or oral antiviral agents, based on acyclovir, cidofovir and foscarnet, which have considerable adverse effects, without having to date A definitive cure Treatments for HSV infections in humans that consist of chemical compositions based on metal chelating complexes have been reported. In the present study, a methodological strategy was developed to synthesize at a laboratory level a bimetallic complex of EDTA and divalent ions Zn^{2+} and Cu^{2+} respectively. The synthesized molecule of $ZnCu[EDTA].6H_2O$ was characterized physicochemically and by IR spectroscopy and it was concluded that it can be used in the treatment of HSV infection since the controlled release of metal ions has the ability to inhibit HSV replication.

Keywords: Herpes simplex virus, bimetallic chelating complex, EDTA, divalent cation.

Introducción

Los virus del herpes simple son patógenos ubicuos adaptados al huésped que causan una amplia variedad de estados de enfermedad. Existen dos tipos: virus del herpes simple tipo 1 (HSV-1) y tipo 2 (HSV-2). Ambos están estrechamente relacionados, pero difieren en epidemiología. El HSV-1 se asocia tradicionalmente con la enfermedad orofacial, mientras que el HSV-2 se asocia tradicionalmente con la

enfermedad genital. Sin embargo, la localización de la lesión no es necesariamente indicativa del tipo viral (Ayoade & Todd John, 2018).

El VHS pertenece al grupo alfa herpesvirus, está envuelto y tiene 160 nm de diámetro con un genoma de ADN lineal de doble cadena. La homología de secuencia global entre VHS-1 y VHS-2 es aproximadamente del 50%. VHS-1 tiene tropismo por epitelio oral, mientras que VHS-2 tiene tropismo por epitelio genital. La infección por VHS está mediada por la unión a través de receptores ubicuos a las células, incluidas las neuronas sensoriales, lo que conduce al establecimiento de la latencia (Schiffer & Corey, 2015).

Según datos de la OMS (2017), se estima que 3.700 millones de personas menores de 50 años (67%) tienen infección por VHS-1 a nivel mundial y cerca de 417 millones de personas de 15 a 49 años (11%) en todo el mundo tienen infección por VHS-2. HSV está bien distribuido en todo el mundo, con más de 23 millones de casos nuevos por año. Se ha documentado un aumento en la seroprevalencia de los anticuerpos contra VHS-2 en todo el mundo (incluidos los Estados Unidos) en los últimos 20 años (Schiffer & Corey, 2015).

En general, el tratamiento médico de la infección por el virus del herpes simple (VHS) se centra en el tratamiento antiviral específico. Si bien los mismos medicamentos son activos contra VHS-1 y VHS-2, la ubicación de las lesiones y la cronicidad (primaria o reactivación) de la infección determinan la dosis y la frecuencia de la medicación. Es importante tener en cuenta que las infecciones por VHS potencialmente mortales en pacientes inmunodeprimidos y la encefalitis por VHS requieren altas dosis de aciclovir intravenoso, que a menudo se inicia empíricamente (Cohen & Powderly, 2004).

Las infecciones por VHS resistentes al aciclovir a menudo se observan en pacientes inmunocomprometidos (p. Ej., Pacientes con infección por VIH). Las opciones de tratamiento incluyen cidofovir y foscarnet, pero ambos son muy nefrotóxicos (Schiffer & Corey, 2015). Las opciones para infecciones recurrentes por VHS incluyen ningún tratamiento (para episodios poco frecuentes) o tratamiento episódico con agentes tópicos o agentes antivirales orales. La terapia supresora a largo plazo, que puede continuarse hasta por un año, también es una opción. Se ha informado un beneficio modesto con recurrencias más bajas utilizando este método (Baker & Eisen, 2003).

Si bien hasta la fecha no hay una cura definitiva para la infección por el VHS, existen fundamentalmente dos estrategias terapéuticas para el manejo de las recidivas del herpes genital: terapia episódica, para tratar los brotes cuando ocurren (Le Cleach, et al., 2014) y la terapia supresiva, para intentar prevenir futuros brotes (González-González, 2003).

La terapia episódica se pone en práctica cuando se presentan los síntomas de un brote. Con el tratamiento de las recidivas se administra un fármaco antivírico por vía oral durante varios días, generalmente de 3 a 5, y se pretende acortar la duración del episodio e intentar aliviar los síntomas de la infección, aunque no altera la frecuencia de las recurrencias (Le Cleach, et al., 2014).

En otros estudios se han reportado tratamientos para infecciones por VHS en humanos que consisten en composiciones químicas basadas en complejos quelantes metálicos. Se ha utilizado un tratamiento tópico

con un quelante metálico divalente de un polisulfato de xilano sustituido con iones Ca^{2+} , Mg^{2+} , Cu^{2+} , y Zn^{2+} unido a un fármaco antiinflamatorio no esteroideo (Australia Patente n° 5,514,667, 1996), y también se han desarrollado agentes formadores de quelatos y aminoácidos esenciales o sus derivados que se encuentran acomplejados con iones metálicos bivalentes, aunque su tratamiento es por periodos de 12 a 15 días no ha resultado del todo eficaz para controlar la infección por VHS (OMPI (PTC) Patente n° WO1996006639A3, 1994). En otro estudio se desarrolló un procedimiento para inhibir la replicación y expresión génica del HSV por medio de la aplicación de una molécula ARN enzimática, sin embargo el tratamiento es largo y el uso de ARN es complejo (Boulder, Colo. Patente n° 5,972,699, 1999).

Con base en lo anterior, en el presente proyecto se propone una metodología para la síntesis de una nueva molécula a base de un complejo bimetalico de iones divalentes con efecto inhibidor de la replicación del VHS, de liberación controlada, sostenida y con menos efectos adversos y con mayor eficacia que los existentes en el mercado.

Materiales y métodos

Para la realización de esta investigación se desarrolló una metodología de cinco etapas:

Etapas 1- Identificación de moléculas y principios activos de baja citotoxicidad.

Se llevó a cabo una revisión de la literatura sobre de principios activos que inhiben la replicación del virus herpes simple 1 y 2, de los cuales se eligieron metales de transición divalentes como Zn^{2+} y Cu^{2+} . Posteriormente se identificaron y seleccionaron moléculas que puedan liberar principios activos como los compuestos de coordinación o quelatos, como son el glicolato, citrato, edetato, malato o gluconato; se decidió emplear el ácido etilendiaminotetracético (H_4EDTA)

Etapas 2- Síntesis química de edetato bimetalico Zn (II)-Cu (II)

$\text{ZnCu}[\text{EDTA}].6\text{H}_2\text{O}$. Se colocaron 2.92 g del ácido etilendiaminotetracético H_4EDTA ACS, 99.4-100% (Sigma-Aldrich®) en 200.57 mL de agua bidestilada en aparato de destilación, la mezcla se llevó a una temperatura de 60°C con agitación vigorosa constante sobre una plancha de calefacción, en seguida se agregaron 0.80 g de $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (Sigma-Aldrich®) y se dejó reaccionar por 60 minutos. Posteriormente, a la mezcla resultante se le adicionaron 1.08 g de ZnCO_3 (Sigma-Aldrich®) en pequeñas porciones y se dejó reaccionar a 60°C por 60 min.

Etapas 3- Separación y purificación

El producto resultante de la etapa 2 se dejó enfriar hasta una temperatura de 25°C y se adicionaron 50 mL de metanol frío PS, 99.8% (Panreac®) para acelerar la precipitación de cristales. Se dejó reposar por 24 horas y se procedió a separar el precipitado formado mediante filtración al vacío y posterior lavado con agua bidestilada y enseguida se llevó a un horno de secado (Novatech®) a 60°C hasta peso constante.

Etapa 4- Determinación de principios activos liberados a diferentes valores de pH.

Se desarrolló un modelo químico-matemático asistido por computadora con fundamento en los equilibrios simultáneos ácido-base de moléculas complejas. Se elaboraron curvas de distribución de las especies del H₄EDTA, el pH, y las especies formadoras de complejos auxiliares y enmascarantes, como se observa en la figura 1.

$$K_{MY} = \frac{[MY]}{[MY]C_T}$$

Donde C_T es la concentración total de Y, α es la fracción de Y dependiente del pH.

Así, α se calculó a distintos pH según:

$$\alpha = \frac{k_1 k_2 k_3 k_4}{[H^+]^4 + k_1[H^+]^3 + k_1 k_2[H^+]^2 + k_1 k_2 k_3[H^+] + k_1 k_2 k_3 k_4}$$

Donde $k_1 k_2 k_3 k_4$ son las constantes de acidez del EDTA.

Para los dos cationes metálicos implicados en el diseño metodológico, los logaritmos de las respectivas constantes de estabilidad (β) se definieron como:

$$\beta = \frac{[M(EDTA)^{-2}]}{[M^{+2}] [EDTA^{-4}]}$$

Posteriormente se graficó el pM (-log[M]) en función del volumen del titulante (EDTA) agregado y se calcula α que es la fracción de Y dependiente del pH.

Finalmente, se realizaron valoraciones complejométricas sucesivas del complejo bimetálico a concentraciones de 0.100, 0.200, 0.500 y 1.00 mol/L en función del pH.

Etapa 5- Caracterización espectroscópica del compuesto

Los espectros infrarrojos del compuesto bimetálico obtenido a valores de pH tamponados a 3.16 y 11.71 respectivamente, se registraron con espectrofotómetro FT-IR, Thermo Scientific® Nicolet iS5 en el rango espectral entre 4000 y 400 cm⁻¹ usando la técnica de pellets de KBr.

Resultados y discusión

Mediante la metodología propuesta en la investigación se logró sintetizar una nueva molécula biocompatible de fórmula $ZnCu[EDTA].6H_2O$ que posee propiedades antivirales, ya que tiene la capacidad de liberar los cationes Zn²⁺ y Cu²⁺ de manera controlada y sostenida a rangos de pH en las células en las que se produce la infección por VHS. Como se mencionó en los antecedentes, es bien conocido que los iones Zinc (II) y Cobre (II) así como otros metales de transición a bajas concentraciones inhiben la replicación de este tipo de virus sin causar citotoxicidad en células sanas.

De acuerdo al modelo químico matemático empleado, que se aprecia en la figura 1, se pudo determinar los logaritmos de las constantes de estabilidad de los dos cationes metálicos, siendo 16.50 para Zinc (II)

y 18.8 para Cobre (II). Esto significa que en el sistema Cu (II) / Zn (II) el catión de cobre (II) puede ser quelado preferentemente por EDTA, mientras que el zinc (II) permanece como contra-catión, fuera de la esfera de coordinación, lo que indica la estabilidad del complejo formado.

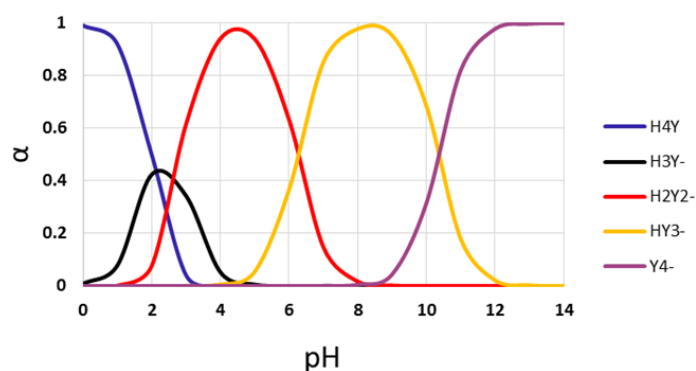


Figura 1 Distribución de especies del ácido H₄EDTA en función del pH.
Fuente: Los autores

El efecto de liberación controlada por el pH de los cationes bivalentes se debe a la distribución de especies que genera la protonación del agente quelante. Este comportamiento típico se muestra en la figura 2, de donde se dedujo que las especies que contienen EDTA⁴⁻ no están disponibles a todos los rangos de pH, es decir, en todos los rangos de pH se tendrán disponibles iones Zn²⁺ para inhibir la replicación del virus VHS y se potencializa dicho efecto en el rango de pH donde se disocian iones Cu²⁺, explicándose el efecto que puede tener la molécula de ZnCu[EDTA].6H₂O.

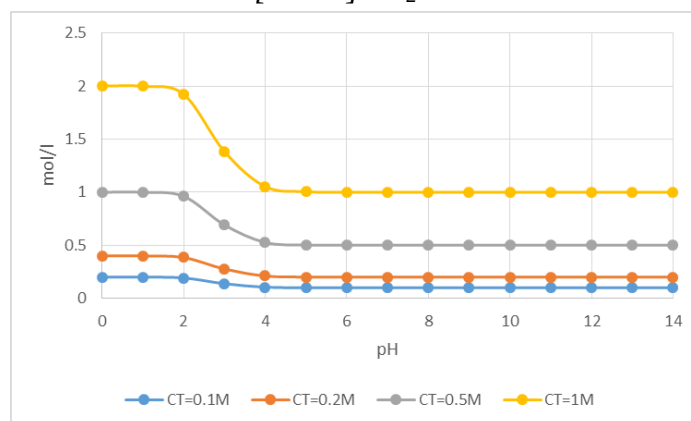


Figura 2. Liberación de sustancias activas en función del pH
Fuente: Los autores

Los efectos antivirales del Zn²⁺ se deben a que las glicoproteínas que contiene la envoltura o revestimiento de VHS están conformadas por residuos de las células destruidas que quedan después de la infección son reactivas frente a las sales con Zn²⁺. Por otra parte, el Cu²⁺ actúa directamente sobre el ADN viral. Siendo así que los efectos antivirales de la molécula se den por dos mecanismos diferentes. Por un lado, el Zn²⁺ se enlaza a las glicoproteínas de la envoltura del virus impidiendo así su penetración y por otra parte cuando se libera Cu²⁺ se modifica el ADN del virus. Ambos mecanismos inhiben la replicación tanto del VHS-1 y VHS-2.

Los espectros de infrarrojo del complejo $ZnCu[EDTA].6H_2O$ a dos diferentes valores de pH fueron, como se esperaba, muy similares. En la figura 3 se muestran los espectros IR del complejo a pH 3.16 y a pH 11.71 respectivamente

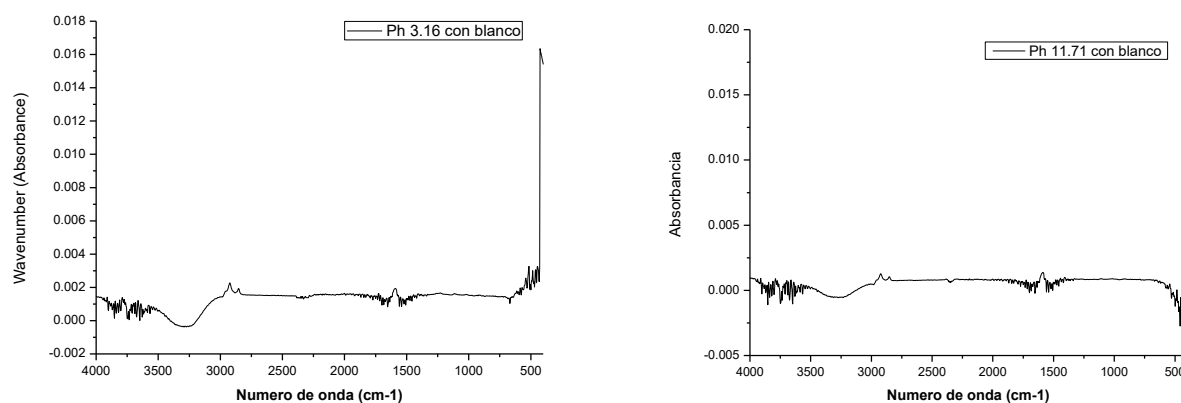


Figura 3. Espectros de absorción IR para el compuesto $ZnCu[EDTA].6H_2O$ a pH tamponado de 3.16 (izquierda) y a pH 11.71 (derecha)

Fuente: Los autores

Se observó en la región cercana al visible las diferencias entre los dos espectros. A pH alcalino las especies predominantes son Zn^{2+} y $Cu[EDTA]^{2-}$ por lo que de 750 a 500 cm^{-1} se puede observar un decremento de la absorbancia que correspondería a la presencia de enlace covalente coordinado entre el EDTA y los iones Cu^{2+} , mientras que a pH ácido se observa un aumento de la absorbancia a las mismas frecuencias lo que explica en gran parte, cómo se predijo, la liberación de iones Cu^{2+} , ya que el cobre (II) presenta coloraciones azules debido a los enlaces de coordinación que forma con el agua.

La infección de VHS en diferentes células huésped es independiente del pH, sin embargo, la replicación del virus se afecta por la presencia de los principios activos (Cu^{2+} y Zn^{2+}) que ocasionan cambios a nivel molecular de las glicoproteínas de la envoltura del virión, lo que impide la penetración del virus en células sanas. Esto se debe a que las células huésped y el virus necesitan determinada estructura de las glicoproteínas, y al verse esta alterada, se impide la fusión célula-virus.

De esta forma, el compuesto de fórmula $ZnCu[EDTA].6H_2O$ se mantiene sin disociar completamente en un medio fisiológico normal, es decir, en la piel sin infección de VHS. Cuando el VHS se activa, el pH en donde se localiza la superficie de las células infectadas cambia. El compuesto $ZnCu[EDTA].6H_2O$ se difunde a través de la dermis hasta llegar a las células donde se disocia casi en su totalidad liberando así los principios activos (Cu^{2+} y Zn^{2+}), debido a que el intervalo de pH de las células infectadas de VHS es variable. Así, el compuesto $ZnCu[EDTA].6H_2O$ permite la liberación dual de principios activos de forma predecible y controlada.

Si bien es cierto que existen estudios clínicos estandarizados y controlados para una gran variedad de sales de cobre y de zinc investigadas desde hace décadas, en nuestro caso aún no se han desarrollado estudios a ese nivel para el compuesto $ZnCu[EDTA].6H_2O$

Conclusiones

Existen actualmente diversas sustancias químicas con acción antiviral empleadas en el campo farmacéutico y médico para el control y prevención de la infección de VHS. Las composiciones químicas basadas en complejos quelantes metálicos, así como aquellos basados en moléculas de ARN enzimático, han resultado ser en muchos de los casos, una buena opción de tratamiento de infección por VHS, sin embargo, su efectividad no ha sido la esperada y los costos de producción son elevados.

La experiencia adquirida con el desarrollo del presente proyecto, permite obtener composiciones de uso farmacéutico basados en complejos bimetálicos con cationes divalentes con efecto inhibitor de la replicación del VHS, específicamente se logró sintetizar y caracterizar parcialmente la molécula $ZnCu[EDTA].6H_2O$, que puede ser una excelente alternativa al tratamiento de la infección por VHS en periodos de tiempo relativamente cortos y con mayor eficacia, sin la necesidad de usar antiinflamatorios, ARN u otros agentes antivirales.

El impacto social y económico que puede generar el desarrollo del compuesto $ZnCu[EDTA].6H_2O$ está enfocado a contribuir a la estrategia mundial de la OMS contra las infecciones de transmisión sexual, incluidas las producidas por VHS, ya que se sabe que 67% de la población mundial está infectada por algún serotipo de VHS, por lo que se han propuesto acelerar el desarrollo de vacunas y microbicidas de aplicación tópica, que desempeñarán un papel esencial en la prevención de estas infecciones en el futuro. La metodología propuesta para la síntesis de la molécula utilizada en la investigación es relativamente sencilla y fácil de aplicar, por lo el impacto económico y de innovación al sector farmacéutico resulta atractivo.

Por último, cabe señalar que el proyecto se encuentra en fase química de desarrollo del fármaco y su caracterización fisicoquímica; el siguiente paso, será abundar en su estado físico, estructura química, peso molecular, solubilidad en agua y en lípidos, punto de fusión y de ebullición, densidad, pKa, espectros infrarrojo y ultravioleta, espectrometría de masas y RMN, termolabilidad, fotosensibilidad y estabilidad en disolución o en presencia de humedad.

Agradecimientos

Los autores agradecen al Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez (TecMM) por el apoyo económico recibido y el uso de sus instalaciones. También desean expresar su agradecimiento al Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingeniería (CUCEI) de la Universidad de Guadalajara por las facilidades brindadas para los estudios de caracterización fisicoquímica y espectroscopía de IR.

Referencias bibliográficas

Ayoade, O. F., & Todd John, R. (01 de marzo de 2018). *Herpes simple*. Obtenido de Medscape: <https://emedicine.medscape.com/article/218580-overview#a4>

- Bacanu, S. A., Lonescu, L., Sorin, R., & Tomas, S. T. (1994). *OMPI (PTC) Patente n° WO1996006639A3*.
- Baker, & Eisen. (2003). *Cutis. Valacyclovir para la prevención del herpes labial recurrente: 2 estudios doble ciego, controlados con placebo*. 71 (3): 239-42.
- Cohen, & Powderly. (2004). *Medicamentos para las infecciones por herpesvirus*. Nueva York: Enfermedades infecciosas. 2da Ed. Vol. 2.
- Cullis-Hill, D. (1996). *Australia Patente n° 5,514,667*.
- Draper, K. G. (1999). *Boulder, Colo. Patente n° 5,972,699*.
- González-González, S. (2003). *Terapias supresivas en el herpes simple*. Dermatología CQM.
- Le Cleach, L., Trinquart, L., G., D., Maruani, A., Lebrun-Vignes, B., Ravaud, P., & Chosidow, O. (2014). *Oral antiviral therapy for prevention of genital herpes outbreaks in immunocompetent and nonpregnant patients*. Cochrane Database of Systematic Reviews.
- Schiffer, J. T., & Corey, L. (2015). New Concepts in Understanding Genital Herpes. *Urinary Tract Infections*, 458-464.



Análisis de riesgo músculo esquelético en talabarterías de la ciudad de Tantoyuca, Veracruz

Analysis of Muscle Skelety Risk in Saddlery of the City of Tantoyuca, Veracruz

Nora Itzel Soto-Nuñez¹, Imelda del-Ángel-Mendoza¹, Domingo Pérez-Piña¹, Ilse Alejandra Estévez-Gutiérrez¹, Fabiola Sánchez-Galván¹

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz, México.

Recibido: 11-11-2019
Aceptado: 11-12-2019

Autor corresponsal: itzel_nsn@hotmail.com

Resumen

La ergonomía es una disciplina que se fundamenta en el entorno físico y mental del trabajador con la finalidad de prevenir o corregir errores en la estación de trabajo. El análisis permite rediseñar una estación de trabajo adecuada a las condiciones del trabajador para disminuir enfermedades y trastornos musculoesqueléticos. El presente artículo se enfoca en el análisis del riesgo de trastornos musculoesqueléticos de los talabarteros de la ciudad de Tantoyuca, Veracruz, para su desarrollo se realizó un estudio antropométrico y ergonómico aplicando el método RULA (Rapid Upper Limb Assessment). Teniendo como resultado que los talabarteros se encuentran expuestos a riesgos ergonómicos con un nivel 4 de actuación (Cambios inmediatos en la estación de Trabajo) en las dos posturas estudiadas.

Palabra clave: Ergonomía, Estudio Antropométrico, RULA.

Abstract

Ergonomics is a discipline that is based on the physical and mental environment of the worker in order to prevent or correct errors in the workstation. The analysis allows redesigning a work station appropriate to the conditions of the worker to reduce diseases and musculoskeletal disorders. This article focuses on the analysis of the risk of musculoskeletal disorders of the talabarteros of the city of Tantoyuca, Veracruz, for its development an anthropometric and ergonomic study was carried out applying the RULA method. Having as a result that the talabarteros are exposed to ergonomic risks with a level 4 of action (immediate changes in the work station) in the two positions studied.

Key Words: Ergonomics, Anthropometric study RULA.

Introducción

Las enfermedades de trabajo constituyen un importante problema de salud pública que no solo repercute en el bienestar personal del trabajador y su familia, sino en la productividad y el desarrollo de la organización (STPS, 2017). La (OMS, 2015) establece que los riesgos musculo esqueléticos junto con el estrés laboral (OIT, 2016) provocan el 25% de los 75 mil infartos al año registrados en México; hasta ahora, 75% de los trabajadores mexicanos padecen este mal, lo que coloca al país en primer lugar a nivel mundial en esta categoría.

Para ello la ergonomía (SEMAC, 2019) tiene como objetivo adaptar los equipos, tareas y herramientas a las necesidades y capacidades de los seres humanos, siendo una disciplina preocupada por la adaptación del trabajo al hombre (Apud y Meyer, 2003). Durante una jornada laboral el bienestar físico y mental del trabajador afecta directa e indirectamente los espacios de desenvolvimiento (Elizalde, 2015) y las normas de prevención se desarrollan una vez producido el daño y la mayoría aparece tiempo después de ser conocidos los efectos (Guillén, 2010).

Con la utilización del método RULA se pueden evaluar posturas concretas e individuales para su reducción y mejoras en el puesto de trabajo (Ergonautas, 2016). El método ha sido utilizado para diseñar programas de prevención (Espín *et al.*, 2018), medir el grado de fatiga y los trastornos ocasionados al sistema musculo esquelético producidos por la carga postural mediante tecnología Kinect (Baroja *et al.*, 2015), análisis postural en los puestos de trabajo y la manipulación manual de cargas (Rodríguez, 2014), medir el trabajo durante jornadas continuas o repetitivas (Reyes *et al.*, 2013), medición de indicadores predictivos de riesgo metabólico en poblaciones variadas (Reyes *et al.*, 2017), variables relacionadas con la competitividad de las plantas (López *et al.*, 2012) y análisis jerárquicos ergonómicos de tareas (Kloeckner *et al.*, 2013).

Sin embargo, debido al escaso desarrollo de análisis ergonómicos dedicados a estudiar a los talabarteros el objetivo de esta investigación es evaluar las cartas antropométricas y el puesto de trabajo aplicando el método RULA dirigido al proceso artesanal (Elaboración de una silla de montar) de la empresa “Hermanos Rodríguez” de Tantoyuca Veracruz, para sugerir una mejora y disminuir afectaciones de salud.

Materiales y métodos

Metodología

Este trabajo desarrolla una investigación descriptiva y cuantitativa con el objetivo de analizar ergonómicamente la estación de trabajo de los talabarteros en su proceso artesanal de la elaboración de los objetos de arte en cuero.

La metodología utilizada para llevar a cabo este estudio es de cuatro etapas (Figura 1).

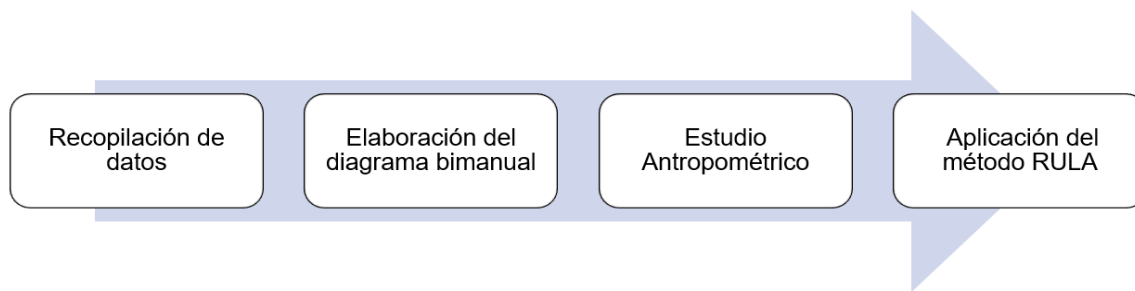


Figura 1. Metodología utilizada. Fuente: Elaboración propia

Recopilación de datos: Se aplicaron 21 encuestas a trabajadores para determinar la comodidad en las posturas, pausas en la jornada laboral, el conocimiento de riesgos por parte de los talabarteros, si mantiene un trabajo estresante, las condiciones y ambiente laboral. El análisis de datos con base en la medición numérica establece características de su comportamiento (Hernandez, 2014).

Elaboración del diagrama bimanual: Para el diseño del diagrama bimanual se analizaron los movimientos y retrasos atribuibles a las manos derecha e izquierda y las relaciones que existen entre ellos de acuerdo a Niebel y Freivalds (2014), para identificar los patrones de movimiento. Mediante el uso de combinaciones de 17 movimientos básicos eficientes e ineficientes a los que llaman therbligs por su desarrollador Gilbreth y Lillian (1911).

Estudio antropométrico: para la recopilación de las medidas antropométricas se realizaron visitas a las talabarterías de Tantoyuca, Veracruz, obteniendo las medidas de los trabajadores a través de formatos, cinta métrica, escuadras y Antropómetro, durante los meses de Septiembre - Diciembre del 2017. Se obtuvieron 21 estudios dentro de las 8 Talabarterías de la localidad. El cálculo de las medidas se realizó de acuerdo a (Mondelo *et al.*, 1999), con posturas sentado y de pie y medidas de las manos de los talabarteros.

Aplicación del método RULA: Se aplicó el método de carga postural RULA con el objetivo de evaluar la exposición de los trabajadores a factores de riesgo que pueden ocasionar trastornos en los miembros superiores del cuerpo, mediante la evaluación de posturas concretas, evaluando aquellas que supongan una carga postural más elevada. La aplicación del método comenzó con la observación de la actividad del trabajador durante varios ciclos de trabajo. A partir de esta observación se seleccionaron las actividades y posturas más significativas, por su duración y que presenten una mayor carga postural, que serán las que se evaluarán. Para el diagnostico posterior se tomaron los ángulos del trabajador asignados en dos grupos. Grupo A: brazo, antebrazo, muñeca y Grupo B: cuello, tronco y extremidades inferiores.

Obteniendo una puntuación del 1 al 7 donde el 7 se trata de modificaciones obligadas al área de trabajo del operario (Ergonautas, 2016).

Caso de estudio

Se presenta el caso de estudio en el municipio de Tantoyuca, Veracruz con una población de 101,743, conformado por 511 localidades rurales y una urbana, se localiza en la parte norte del estado de Veracruz, entre los paralelos 21° 06' y 21° 40' de latitud norte; los meridianos 97° 59' y 98° 24' de longitud oeste; altitud entre 10 y 300 m, cuenta con clima Cálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (64%) y cálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (36%) (INEGI, 2010).

Para la recopilación de la información se visitaron las talabarterías de Tantoyuca, Ver., identificando 8: Hermanos Rodríguez, Los 2 potrillos, La herradura, Tantoyuca, La oaxaqueña, Juquilita, Flores Magón, Crispín. Con una población general de 21 talabarteros. El análisis de los trabajadores se realizó en la talabartería “Hermanos Rodríguez” durante la elaboración de una silla de montar mediante fotografías y toma de ángulos de las posturas que ayudaron a determinar el nivel de riesgo con la aplicación en línea Ergonautas.

Resultados y discusión

En Tantoyuca, Veracruz, el proceso de fabricación de un “silla de montar” es un proceso tradicional y rustico; para los operarios realizar las actividades necesarias para cumplir con la producción diaria, generan un desgaste físico y con ello acarrea problemas de salud en cada una de las extremidades que involucran en la elaboración de los productos.

De acuerdo a las encuestas aplicadas, el 100% de los talabarteros afirmó que, al ejercer su trabajo, este le exige posturas inadecuadas o poco cómodas, el 67% confirma que existen pausas durante la jornada laboral tras hacer trabajos repetitivos o que requieran de gran fuerza, el 100% no tiene conocimiento ni información suficiente y oportuna sobre los riesgos inherentes a su puesto de trabajo así como el nulo conocimiento y entendimiento del reglamento interno de higiene y seguridad de la empresa, el 57% considera que su trabajo es estresante y de alta exigencia, el 67% menciona que las condiciones de trabajo existentes le brindan un ambiente de bienestar y el 100% cuenta con un aumento de entusiasmo en el trabajo cuando tiene todos los elementos de equipamiento, seguridad e instrucción.

Diagrama bimanual

La aplicación de esta técnica se realiza en el proceso de elaboración de una silla de montar en el área de producción, mediante un ciclo continuo. El tiempo efectivo registrado para la mano derecha fue de 03 horas, 04 minutos y 08 segundos, para la mano izquierda fue de 56 minutos y 18 segundos, en cuanto al tiempo inefectivo se registran 58 minutos y 27 segundos para la mano derecha, 03 horas y 28 segundos para la mano izquierda (Tabla 1). El tiempo total del ciclo fue de 04 horas, 02 minutos y 35 segundos.

DIAGRAMA DE PROCESO BIMANUAL				
OPERACIÓN: FABRICACION DE SILLA DE MONTAR	DEPARTAMENTO: PRODUCCION	RESUMEN	MANO DER.	MANO IZQ.
NOMBRE DEL OPERADOR: SANTOS DEL ANGEL RIVERA Y EDGAR OMAR DEL ANGEL CRUZ	PUESTO: TALABARTERO	TIEMPO EFECTIVO:	03:04:08.56	00:56:18.08
ANALISTA: NORA ITZEL SOTO NUÑEZ/IMELDA DEL ANGEL MENDOZA	FECHA: 02/10/2017	TIEMPO INEFECTIVO:	00:58:27.33	03:00:28.94
METODO: CICLO CONTINUO	NUMERO DE HERRAM. UTILIZADAS: 7	HORA: 09:00 AM	TIEMPO DE CICLO	04:02:35.89
DIBUJO: 		DESCRIPCION DEL PROCESO: SILLA DE CUERO CON BASE DE MADERA, ESTRIBOS DE FIERRO ENVUELTOS EN CUERO, ARCION DE CUERO Y ADORNOS ACORDES A LA REGION		

Figura 2. Resumen de diagrama de proceso bimanual.
Fuente: Elaboración propia a partir de Mondelo et al. (1999)

Estudio antropométrico: Se determina el promedio del estudio antropométrico (tabla 2) desarrollado en las talabarterías de la región, en la cual, se midieron un total de 21 personas que se dedican a la guarnicionería (por nombre antiguo) y talabartería (como nombre actual).

Aplicación del método RULA: Se realizó un análisis completo de las posturas obteniendo los ángulos requeridos para la aplicación del método RULA (Ilustraciones 1 y 2).



Ilustración 1. Posición de tronco: postura 1.
Fuente: Elaboración propia



Ilustración 2. Postura del tronco: postura 2. Fuente:
Elaboración propia

Tabla 1. Promedio estudio antropométrico a los talabarteros de la localidad.

Medidas	Promedio	Manos	Promedio
AP	41.6	Ancho del meñique en la palma de la mano	2
SP	42.7	Ancho del meñique próximo de la yema	1.5
SR	54.4	Ancho del dedo anular en la palma de la mano	2.1
MA	14.1	Ancho del dedo anular próximo de la yema	1.7
MS	55.4	Ancho del dedo mayor en la palma de la mano	2.2
RS	49.9	Ancho del dedo mayor próximo a la yema	1.8
CA	24.3	Ancho del dedo índice en la palma de la mano	2.4
AminBa	46.6	Ancho del dedo índice próximo a la yema	1.7
AminB	55.1	Largo del dedo meñique	5.8
CM	42.2	Largo del dedo anular	7.3
AmaxBa	74.8	Largo del dedo mayor	7.9
AmaxB	79.8	Largo del dedo índice	7
Oss	116.2	Largo del dedo pulgar	6.3
HA	63.2	Largo de la palma de la mano	10.7
CdCd	40.3	Largo total de la mano	18.6
RRS	39.8	Ancho del dedo pulgar	2.6
CC	45.9	Grosor de la mano	3.1
PP	24.7	Ancho de la mano incluyendo dedo anular	4.5
PA	27.9	Ancho de la mano excluyendo dedo anular	3.1
HH	35.3	Diámetro de agarre de la mano	8
HSp	137.8		
CSp	105		
Osp	144.7		
AT	34.2		
AP	10.7		
AMm	9		
PC	23.4		
AC	16.7		

Fuente: Elaboración propia a partir de Mondelo et al. (1999)

Postura 1: Se trata de la acción de cortar el cuero. La más forzada para los talabarteros donde los movimientos son repetitivos, la flexión del brazo es mayor a 45°, los brazos se encuentran abducidos y existe un punto de apoyo, el antebrazo tiene una flexión menor a 60° y esta al lado del cuerpo, la muñeca tiene una flexión o extensión de más de 15° y una desviación cubital, el cuello presenta una flexión mayor a 10°, la cabeza tiene una inclinación lateral, el tronco tiene flexión mayor a 20° y menor o igual a 60° e inclinación lateral y los pies están apoyados, pero el peso no está simétricamente distribuido. La figura 1 muestra el resumen de las puntuaciones obtenidas, así como la puntuación final y el nivel de actuación propuesto por el método. Obteniendo un nivel 4 que es interpretado como cambio necesario obligatorio en la tarea y/o puesto.

Zona del cuerpo	Postura	Uso muscular	Fuerza	Puntuación C y D	Punt. Total	Nivel
Grupo A	5	1	2	8	7	4
Grupo E	7	1	2	10		

Actuación
Nivel de actuación 4
Es necesario realizar inmediatamente cambios en el diseño de la tarea y/o del puesto de trabajo.

Figura 3. Tabla resumen de las puntuaciones obtenidas: Postura 1. Fuente: Ergonautas.com

Postura 2: La acción de planchar es la segunda más forzada para los talabarteros es por ello que se analizaron los ángulos de las posturas durante el proceso obteniendo los siguientes resultados: El brazo tiene una flexión mayor a 45° y menor a 90°, los brazos están abducidos y no presenta algún punto de apoyo, el antebrazo tiene una flexión mayor a 100° y cruza la línea media, la muñeca presenta una flexión o extensión menor a 15° y presenta desviación radial, el cuello tiene una flexión mayor a 20°, la cabeza presenta inclinación lateral, el tronco tiene una flexión mayor a 20° y menor o igual a 60° además presenta inclinación y rotación, los pies se encuentran apoyados pero el peso no está simétricamente distribuido. Se muestra el resumen de las puntuaciones obtenidas, así como la puntuación final y el nivel de actuación propuesto por el método en la actividad de planchar. Obteniendo un nivel 4 que es interpretado como cambio necesario obligatorio en la tarea y/o puesto (Figura 2).

Zona del cuerpo	Postura	Uso muscular	Fuerza	Puntuación C y D	Punt. Total	Nivel
Grupo A	5	1	0	6	7	4
Grupo B	8	1	0	9		

Actuación
Nivel de actuación 4
Es necesario realizar inmediatamente cambios en el diseño de la tarea y/o del puesto de trabajo.

Figura 4. Tabla resumen de las puntuaciones obtenidas: postura 2. Fuente: Ergonautas.com

A través del diagrama bimanual y la aplicación de método RULA es notable la insuficiencia de condiciones laborales adecuadas, que esta causando trastornos al talabartero durante la excesiva jornada laboral, trayendo consigo enfermedades y desagradable ambiente laboral.

Conclusiones

Del trabajo de investigación se puede decir que los trastornos musculo esqueléticos en una estación de trabajo pueden derivarse de la interacción de la persona con su quehacer laboral, influenciado por diversos factores incidentes. Después de la aplicación del método se concluye que hay mayor carga postural por la duración, frecuencia y mayor desviación respecto a la posición neutral para los trabajadores durante las actividades de cortar y planchar, se observa que el esfuerzo es mayor con las herramientas utilizadas y sufren más lesiones en los brazos, antebrazos, cuello y tronco.

Se propone una mejora de la estación de trabajo, que consiste en el rediseño de la mesa donde se desempeñan las actividades de cortar y planchar el cuero, tomando en cuenta el estudio antropométrico para determinar las dimensiones. El contar con una estación de trabajo ergonómica ayudaría a los talabarteros a mejorar la calidad de estancia en la empresa, disminuir tiempos de proceso, reducir riesgos por trauma acumulativo y de esta manera incrementar las utilidades, es importante recalcar que llevar a cabo el trabajo tal y como hasta hoy, lleva un riesgo directo en la salud

Referencias bibliográficas

- Apud, E., & Meyer, F. (2003). La importancia de la ergonomía para los profesionales de la salud. *Ciencia y Enfermería*, 15-20.
- Baroja, E., Juárez, V., Rojas, R., Velásquez, R., Leyva, G., & Sánchez, I. (2015). Aplicación de la Técnica RULA en el área de empaquetado mediante tecnología Kinect. *RIDE*, 1-24.
- Elizalde, A. I. (2015). Estudio Antropométrico de la población Mexicana Masculina Laboralmente Productiva . *Científica (Instituto Politécnico Nacional)*, 11-15.
- Ergonautas. (2016). *Ergonautas* . Obtenido de Universidad Politécnica de València: <https://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>
- Ergonautas. (2016). *Evaluación postural mediante el método RULA*. Obtenido de Ergonautas, Universidad Politécnica de Valencia: <http://www.ergonautas.upv.es/metodos/rula/rula-ayuda.php>
- Espín, C., Beltrán, M., & Zambrano, L. (2018). Evaluación de riesgos ergonómicos y su incidencia en la salud de los trabajadores del GAD Parroquial Rural Alluriquín. *Boletín virtual*, 1-8.
- Gilbreth, F. B., & Lillian, M. (1911). Estudio del Movimiento. Berkeley.
- Guillén, M. F. (2010). Ergonomía y la relación con los factores de riesgo en salud ocupacional. *Revista Cubana de Enfermería (SciELO)*, 22-30.
- Hernandez, S. R. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico, D.F: Mc Graw Hill Education.
- INEGI. (2010). *Instituto Nacional de Estadística y Geografía* . Obtenido de <http://www.inegi.org.mx>
- Kloeckner, A. P., Goncalves, F. A., Schütt, V. A., & Silva dos Santos, C. L. (2013). Integración del Análisis Ergonómico del Trabajo y del Análisis Jerárquico de la Tarea - Estudio de caso en una industria de pintura artística. *Ingeniería Industrial : Actualidad y Nuevas Tendencias* , 57-66.
- López, V. G., Marín, M. E., & Alcalá, M. C. (2012). Ergonomía y productividad: variables que se relacionan con la competitividad de las plantas maquiladoras. *Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias*, 17-32.
- Mondelo, P. R. (1998). Ergonomía 1 Fundamentos. En P. R. Mondelo, E. Gregori , & P. Barrau, *POLITECNICA, AULA* (págs. 61-77). España: Mutua Universal.

- Mondelo, P., Gregori, E., Blasco, J., & Barrau, P. (1999). *Ergonomía 3: Diseño de puestos de trabajo*. Barcelona: Mutua Universal.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2014). *Ingeniería Industrial de Niebel, Métodos Estándares y diseño del trabajo*. Mexico, D.F: Mc Graw Hill Education.
- OIT. (2016). *Organización Internacional del Trabajo*. Obtenido de www.oit.com
- OMS. (2015). *Organización mundial de la salud*. Obtenido de www.oms.com
- Reyes, E., Salgado, J., Quintana, B., & Pérez, V. (2013). Aplicación del método RULA (Rapid Upper Limb Assessment) para determinar riesgo ergonómico en enfermeras instrumentistas de un hospital de tercer nivel. *UAEM*, 1-14.
- Reyes, T. D., Vargas, I. Q., Bernabe, A. B., Goytia, L. S., Valle, J. F., & Rojas, I. P. (2017). Las medidas antropométricas como indicadores predictivos de riesgo metabólico en una población mexicana . *ARÁN*, 96-101.
- Rodríguez, S. (2014). *Evaluación de riesgos ergonómicos mediante el método RULA*. España: Universidad de Valladolid.
- SEMAC. (Octubre de 2019). *Sociedad de Ergonomistas de México, A.C.* Obtenido de <http://www.semac.org.mx/index.php/articulos-y-noticias/articulos.html>
- SSLM. (2016). Secretaria de salud laboral de CCOO de Madrid. *CCOO*, 1-29.
- STPS. (2017). *Seguridad y salud en el trabajo en México: Avances, retos y desafíos*. México: Gobierno de la República.



La voz del cliente (VoC) como herramienta para el desarrollo de materiales parcialmente biodegradables

The voice of the client (VoC) as a tool for the development of partially biodegradable materials

Jonathan Meraz-Rivera¹, Zayda Camargo-Guzmán¹, Lidilia Cruz-Rivero¹, Guadalupe Aranzazú Estévez-Gutiérrez¹

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz, México.

Recibido: 06-11-2019

Aceptado: 09-12-2019

Autor corresponsal: lilirivero@gmail.com

Resumen

En la actualidad el uso de plásticos ha generado el incremento de los índices de contaminación, por lo que es necesario contar con alternativas que permitan sustituir dicho material. La voz del cliente (VoC, por sus siglas en inglés), permite conocer los requerimientos del cliente, siendo un excelente punto de partida para desarrollar los parámetros de calidad del producto o servicio. El objetivo de este artículo fue analizar la voz del cliente para desarrollar un material parcialmente biodegradable en el municipio de Tantoyuca al Norte de Veracruz, a partir de encuestas enfocadas a un grupo target en materia ambiental, lo que permitió revisar y analizar las cualidades que los encuestados consideran importantes del estudio, esto sirvió para aplicar la metodología del despliegue de la función de la calidad (QFD) ponderando las cualidades y enfocando con mayor atención los aspectos que deben ser atendidos, obteniendo que las características más significativas de los dos estudios de caso realizados (Fibra de coco y fibra de *Agave Angustifolia*) fueron la resistencia y la toxicidad del material.

Palabras clave: Materiales biodegradables, Voz del cliente (VoC), Despliegue de la función de la calidad (QFD).

Abstract

Currently, the use of plastics has generated an increase in pollution rates, so it is necessary to have alternatives that allow replacing such material. The voice of the client (VoC, for its acronym in English), allows to know the requirements of the client, being an excellent starting point to develop the parameters of quality of the product or service. The objective of this article was to analyze the voice of the client to develop a partially biodegradable material in the municipality of Tantoyuca in Northern Veracruz, based on surveys focused on a target group in environmental matters, which allowed us to review and analyze the qualities that the Respondents considered important in the study, this served to apply the methodology of the deployment of the quality function (QFD), weighing the qualities and focusing more carefully on the aspects that should be addressed, obtaining that the most significant characteristics of the two case studies performed (Coconut fiber and *Agave Angustifolia* fiber) were the strength and toxicity of the material.

Keywords: Biodegradable materials, Customer voice (VoC), Quality function deployment (QFD).

Introducción

El plástico es el primer material sintético creado por el hombre, el cual cuenta con múltiples propiedades para fabricar objetos que satisfaga una necesidad, (INEGI, 2017), pero debido a que proviene del petróleo, carbón, gas natural, celulosa o proteínas (Jache, 2014) su degradación en el medio ambiente es lenta y a largo plazo, ocasionando severos problemas al medio ambiente.

Esta contaminación se ha convertido en uno de los problemas medioambientales más apremiantes, ya que el incremento de la producción de productos de plástico desechables supera la capacidad del mundo de hacerse cargo de ellos, pero debido a este panorama medio ambiental, ha crecido el interés por la protección del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales (Ortega Toro, Jiménez M., Talens O. y Chiralt B., 2014), por tal motivo investigadores alrededor del mundo han desarrollado estudios para contrarrestar estos efectos contaminantes y a su vez proponer y aportar estrategias sustentables en distintos ramos industriales.

Gomez y Reyes (2015) en su patente WO 2015/057045 A1, utilizaron el polvo de cáscara de coco, almidón de maíz y aditivos oxodegradativos para formular artículos de plástico espumado biodegradables, el cual puede degradarse en un periodo de 2 a 3 años.

García (2017) en Perú, obtuvo un material biocompuesto a partir de bagazo de caña de azúcar y caucho natural como sustituto del plástico (PEAD), donde evaluó mediante distintas pruebas de laboratorio la mezcla de los materiales, obteniendo como resultado que la composición de 60 g de bagazo de caña y 50 g de caucho natural registra una resistencia a la tracción de 3.61 MPa y una resistencia a la flexión de 5.38 N/mm².

Ruiloba, Li, Quintero y Correa (2018) aislaron el almidón de semillas de mango verde para elaborar un plástico biodegradable adicionado con glicerina, observando que esta mezcla puede ser utilizada para la elaboración de biomateriales, aunque el rendimiento es 10 veces menor al reportado por Nawab et al.

Mendoza, Valenzuela, Montilla (2019) desarrollaron un estudio para minimizar el número de productos no conforme (PNC) en una empresa de aceros, en el cual implementan el proceso de compresión de la voz del cliente (VoC) y el Despliegue de la Función de la Calidad (QFD) para capturar a través de encuestas de satisfacción las necesidades y quejas que presentan los clientes, obteniendo que la capacitación del asesor para la atención del cliente, el acompañamiento del grupo de ingenieros en visitas de clientes, la falta de visitas del asesor comercial y el cobro de facturación diferente a precios ofertados representan las actividades de mayor valor e impacto encontradas.

Rodríguez (2018) propuso un método de gestión basado en Lean Manufacturing y QFD, para optimizar la productividad global de las empresas manufactureras de envases flexibles de polietileno, en la cual

traduce las necesidades del cliente mediante la VoC, observando que hay un problema fundamental en la investigación, ya que los ingenieros de la organización tienen un lenguaje distinto al de los clientes. Con la aplicación de la VoC y el QFD se optimizó el porcentaje de calidad de un 89.99% a un 96%.

Investigaciones realizadas demuestran que la VoC tiene gran importancia para la mejora de bienes, servicios y procesos en el ámbito educativo, como lo muestra Pastor (2016), que por medio del VoC identificó que las expectativas de alumnos españoles para entrar a un programa de máster son distintas a las de alumnos dominicanos y latinoamericanos, García (2015) también utiliza el VoC en combinación con minería de texto y datos y QFD para mejorar los procesos en el Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey en el área de tecnologías, obteniendo un incremento significativo en los indicadores clave de los procesos y en la percepción de la calidad por parte de los clientes.

Buñay y Morocho (2015) aplicaron la VoC y el QFD para el diseño, construcción y pruebas de una máquina para realizar ensayos de tracción en cuerdas de fibras sintéticas. El análisis de la VoC identificó dos tipos de necesidades, la que detecta el cliente y la que establece el ingeniero, con la verbalización de las necesidades y el desarrollo de la matriz de QFD se definieron dos parámetros esenciales que debe cumplir la máquina (norma ISO 2307 y la posibilidad de realizar ensayos en diferentes diámetros de cuerda), con el resultado se obtuvieron las especificaciones técnicas que tendrá la máquina de ensayos. El objetivo de este artículo es realizar un estudio sobre la importancia de la voz del cliente para el desarrollo de materiales parcialmente biodegradables, puesto que en los estudios encontrados, el cliente no es considerado para el proceso de obtención de materiales parcialmente biodegradables.

Materiales y métodos

El estudio desarrollado es de tipo cualitativo, ya que se centra en enlistar un conjunto de características/cualidades que debe poseer un material parcialmente biodegradable, es cuantitativo, porque mediante la recolección de información se ponderan las características en un orden de importancia y es exploratoria, porque de acuerdo a las consultas realizadas representa un objeto de estudio poco conocido y/o estudiado.

La investigación muestra dos estudios de caso enfocados a fibras naturales de la región, la fibra de Ixtle del tipo *Agave Angustifolia* y la fibra de coco (ver Figuras 1 y 2), se consideraron estos materiales puesto que son materias primas que se encuentran en abundancia en la región Huasteca Veracruzana, específicamente en el municipio de Tantoyuca, Veracruz, además, sus aplicaciones son escasas y poco aprovechadas, ya que la fibra de *A. Angustifolia* usualmente es utilizada para artesanías, mientras que la

fibra de coco que se obtiene de la cáscara se desecha en su totalidad, por lo cual es considerada como material contaminante.



Figura 1 Fibra de *Agave Angustifolia*.

Fuente: Los autores.



Figura 2 Fibra de coco.

Fuente: Los autores.

Estudio de mercado

La investigación está dirigida a un grupo de especialistas y profesionistas en temas ambientales, tecnología de polímeros, desarrollo de materiales, creación y desarrollo de nuevos productos y áreas afines, ubicados en el municipio de Tantoyuca, Veracruz, con el objeto de conocer las expectativas, los puntos de vista y las características fundamentales que deben ser consideradas para crear un material parcialmente biodegradable.

Para escuchar la voz del cliente del grupo target es necesario formular y diseñar un instrumento que capture los conceptos, opiniones y puntos de vista de cada uno de los clientes en función al producto o servicio de estudio.

Para esta investigación se usa como método de recopilación de información la encuesta, para poder analizar la voz del grupo target y transformar sus expresiones, gustos, preferencias y demandas a calidad de diseño del material parcialmente biodegradable. Las encuestas se formulan en base al estudio de caso que se pretende desarrollar (*A. Angustifolia* – productos desechables y coco – empaque y embalaje). Las encuestas formuladas se visualizan en las Figuras 3 y 4.

La voz del cliente

Con la implementación de la VoC se interpreta con regularidad las expectativas, preferencias, experiencias, necesidades y/o percepciones del segmento de mercado identificado con los productos o servicios provistos que se desean desarrollar, es decir, mediante la aplicación de la VoC se identifica; lo que el cliente quiere, necesita, demanda, requiere, desea, espera. [(Cedeño, 2016), (Grotz, 2016)].

La VoC permite iniciar con el proceso de verbalización de los requerimientos del cliente que forjan parte fundamental del QFD, priorizando las expectativas y necesidades, según su nivel de importancia y focaliza los recursos de la investigación hacia la satisfacción de dichas expectativas. (Gladys, 2015).

Encuesta			
1. ¿En qué sector ha tenido alguna experiencia (investigación, estudio, aplicación) con los usos de materiales biodegradables?			
☐ Alimenticia	☐ Automotriz	☐ Eléctrico / Electrónico	☐ Agrícola
☐ Construcción	☐ Textil	☐ Otros: _____	
2. De acuerdo a su experiencia/conocimiento con materiales biodegradables ¿qué tipo de fibras naturales conoce?			
☐ Vegetales	☐ Animales	☐ Minerales	☐ Todos los anteriores
3. Dentro de la clasificación de fibras naturales vegetales, ¿Cuáles conoce? (si es necesario, marque más de una).			
☐ Yute	☐ Lino	☐ Coco	☐ Ixtle
☐ Bagazo de caña	☐ Piña	☐ Bambú	☐ Ceiba
☐ Abacá	☐ Cábamo	☐ Plátano	☐ Otras: _____
4. De las fibras naturales vegetales anteriores, ¿en qué campo o sector ha escuchado, leído o visto aplicaciones?			
☐ Alimenticia	☐ Automotriz	☐ Eléctrico / Electrónico	☐ Agrícola
☐ Construcción	☐ Textil	☐ Otros: _____	
5. ¿Qué esperaba de un producto que contiene materiales biodegradables? (si es necesario, marque más de una).			
☐ Resistente	☐ No tóxico	☐ De bajo costo	☐ Ligero
☐ Buen diseño	☐ Confiable	☐ Normativo	☐ Funcional

Figura 3 Encuesta 1, enfoque a empaque y embalaje.

Fuente: Los autores.

Encuesta			
1. ¿La seguridad ambiental es importante para usted?			
☐ Si	☐ No		
2. ¿Conoce el concepto de fibras naturales?			
☐ Si	☐ No		
3. Antes de comprar un producto ¿contempla el impacto en el medio ambiente y a la salud de los materiales con los que está fabricado?			
☐ Si	☐ No		
4. Desde su punto de vista, ¿Qué final de la vida útil para los residuos parece el más apropiado?			
Sin recolección de residuos (deposición en la naturaleza)	☐	Incineración	☐
Vertedero	☐	Reciclaje	☐
Reciclaje	☐	Compostaje	☐
Biodegradable	☐		
5. ¿Sabe que es un material compostable?			
☐ Si	☐ No		
6. ¿Sabe la diferencia entre biodegradable, Oxo-biodegradable y compostable?			
☐ Si	☐ No		
7. ¿Conoce fibras ecológicas no maderables para la fabricación de materiales biodegradables o compostables?			
☐ Si	☐ No		
8. ¿Cuáles?			
Fécula de maíz	☐	Cáscara de jitomate	☐
Semilla de aguacate	☐		
Fibra de piña	☐	Fibra de coco	☐
Resina de yuca	☐		
Fibra de Ixtle	☐	Granos de café usados	☐
Fibra de trigo	☐		
Soya, derivado del frijol de soya	☐	Bagazo de caña de azúcar	☐
Almidón de batata	☐		
Fibra de tallo de plátano	☐	Almidón de papa	☐
Cáscara de tapioca (Raíz de yuca)	☐		
Cáscara de plátano	☐	Fibra de arroz	☐
Almidón de semillas de mango	☐		
Fibra de lechuguilla	☐	Otros:	☐
9. ¿Consumo productos fabricados con materiales biodegradables o compostables?			
☐ Si	☐ No		
10. ¿Qué tipo de productos ecológicos fabricados principalmente con materiales a base de fibras naturales consume más?			
Textil	☐	Bolsas de plástico	☐
Productos desechables	☐	Papel	☐
Otro:	☐		

Figura 4 Encuesta 2, enfoque a productos desechables.

Fuente: Los autores.

De acuerdo con Gilliam (2017) para empezar un análisis VoC es importante identificar tres etapas.

1. Recolección. Se estructuran dos encuestas para escuchar y analizar la voz del cliente.
2. Análisis. Se grafica toda la información obtenida y se valorizan las características de cada encuestado, para observar que cualidades son las más relevantes.
3. Toma de decisiones. En base a las características esenciales que determinan los clientes con el análisis VoC, se espera crear un material parcialmente biodegradable que cumpla con dichas características.

Resultados y discusión

Verbalización de los críticos de calidad

La aplicación de las encuestas definió los críticos de calidad que representan las características y cualidades que los clientes consideran como más importantes en el desarrollo de un material parcialmente biodegradable. Las características que el grupo target define, son verbalizadas de la siguiente manera (Ver Tabla 1).

Tabla 1 Verbalización del Análisis de la VoC.

Requerimientos del Cliente (RC)	
Encuesta 1	Encuesta 2
1. Resistente	1. Material compuesto no toxico
2. No tóxico	2. Textura estética
3. Degradación rápida	3. Color natural (Beige)
4. No contaminante	4. Fibras vegetales
5. Reciclable	5. Olor neutro
6. Ligero	6. Biodegradable
7. Manufacturable	7. Tiempo de degradación corto
8. Cumple con normatividad	8. Neutralidad térmica
9. Funcional	9. Resistente
10. Cumple con estándar de diseño	10. Aislamiento de humedad
11. Buen diseño	11. Semillas de plantas, frutas y arboles integradas en la composición de la mezcla
12. De bajo costo	
13. Confiable	
14. Fácil de adquirir	

Fuente: Los autores.

Entradas del QFD

Al conocer y verbalizar los requerimientos del grupo target mediante la aplicación de las encuestas, se jerarquiza por orden de importancia la voz del cliente, haciendo referencia a la variable de entrada de la

primera matriz que conforma el QFD (Qué's y Cómo's), donde la información resultante es implementada en el ciclo de desarrollo del producto.

Después de analizar los requerimientos del cliente que se ven reflejados en las encuestas, se procede a aplicar una lluvia de ideas, donde se definen los requisitos técnicos que el diseño del material parcialmente biodegradable debe de contemplar.

Tabla 2 Definición de los Requerimientos Técnicos.

Requerimientos Técnicos (RT)	
Estudio de caso 1	Estudio de caso 2
1. Selección del material	1. Método manual de desfibrado de hojas de <i>A. Angustifolia</i> .
2. Proceso de obtención de la fibra	2. Fibra de <i>A. Angustifolia</i>
3. Proceso de formado	3. Cortado de la fibra a un tamaño de 1 cm.
4. Condiciones ambientales	4. Trituración de fibras de <i>A. Angustifolia</i> de 1 cm a un tamaño de 5 Milímetros.
5. Composición de la mezcla	5. Compactación de microfibras mediante el mezclado con engrudo natural, glicerina y almidón.
6. Dimensiones	6. Polímero SBR-ATP-EVOH reforzado con mezcla compostable de fibra <i>A. Angustifolia</i> .
7. Apariencia final del "producto"	7. Proceso de formado del material compuesto. 8. Función para un solo uso. 9. Tamaño de semillas de 2 a 3 Milímetros integradas en la mezcla resultante.

Fuente: Los autores.

Estableciendo correctamente los requerimientos del cliente y los requerimientos técnicos, se procede a construir la primera matriz de la casa de la calidad (HoQ) del QFD. La agrupación de las necesidades y los requerimientos técnicos se ven representados por los Qué's y Cómo's, como se visualiza en la Fig. 5.

1. Qué's: Requerimientos o necesidades de los clientes, los cuales se ponderan de acuerdo a su nivel de importancia, en la cual se toma de referencia los aspectos evaluados en las encuestas aplicadas al grupo target en la ciudad de Tantoyuca, Veracruz.
2. Cómo's: Se determinan cuáles son los requerimientos técnicos de diseño del material parcialmente biodegradable a base de las fibras naturales.

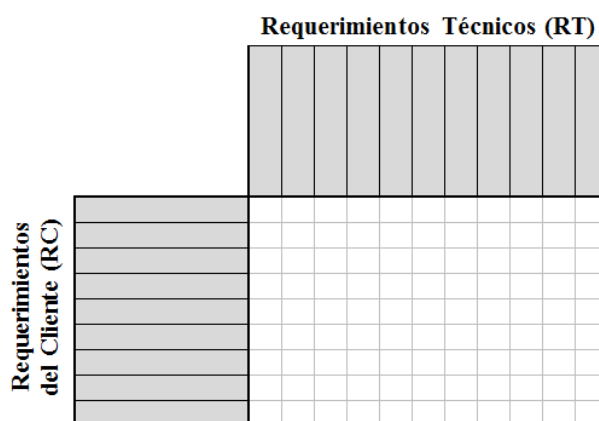


Figura 5 Primera Matriz del QFD.
Fuente: Los autores.

Al realizar la primera matriz del QFD se percibe la relación entre los Qué's y Cómo's, permitiendo focalizar los requerimientos del cliente con mayor importancia observados en la encuesta. En la Tabla 3 se aprecia cómo quedan jerarquizados los RC en un orden de mayor a menor importancia en ambos estudios de casos.

Tabla 3 Jerarquización de los RC.

Orden de importancia de los RC	
Estudio de caso 1	Estudio de caso 2
1. No tóxico	1. Resistente
2. Degradación rápida	2. Neutralidad térmica
3. No contaminante	3. Aislamiento de humedad
4. Funcional	4. Fibras vegetales
5. Resistente	5. Material compuesto no toxico
6. Reciclable	6. Biodegradable
7. De bajo costo	7. Tiempo de degradación corto
8. Cumple con normatividad	8. Textura estética
9. Cumple con estándar de diseño	9. Olor neutro
10. Buen diseño	10. Color natural (Beige)
11. Ligero	11. Semillas de plantas, frutas y arboles integradas en la composición de la mezcla
12. Manufacturable	
13. Confiable	
14. No tóxico	

Fuente: Los autores.

El desarrollo de la VoC en conjunto con la primera matriz del QFD, muestra dos cualidades importantes en la investigación, en el estudio de caso 1, se observa que, para el grupo target representa mayor importancia que los materiales parcialmente biodegradables cumplan con la característica de “No tóxico”, mientras que el estudio de caso 2, muestra que la “resistencia” es una cualidad más importante.

Los estudios de caso analizados muestran dos cualidades diferentes, esto debido al enfoque que se destina en la aplicación de las encuestas, por un lado al empaque y embalaje, y por otro a productos desechables. Como se observa en la investigación, este tipo de estudios enfocados a los materiales parcialmente biodegradables es poco analizado, es por ello que, desarrollando un análisis VoC se puede tener un mejor panorama de la percepción y expectativa que tiene el cliente o grupo target en la creación y desarrollo de nuevos productos. Cabe señalar que los autores Mendoza, Valenzuela, Montilla (2019), Rodríguez (2018), Pastor (2016), García (2015) y Buñay y Morocho (2015) han desarrollado satisfactoriamente el análisis de la VoC y han conseguido buenos resultados, ya que una ventaja relevante del análisis, es que permite conocer la forma de percepción del cliente con el producto o servicio que se estudia, lo cual los analistas no aprecian.

Conclusiones

La investigación desarrollada tiene una aportación relevante, ya que la creciente preocupación medioambiental que se observa a nivel mundial derivado de los problemas de contaminación que causan los plásticos convencionales, ha originado que muchos investigadores creen y propongan materiales biodegradables para brindar una estrategia sustentable, pero se observa que todos los estudios se centran en conseguir un material biodegradable que cumpla con características y cualidades objetivas de los investigadores y no del mercado, es por ello que desarrollando este estudio se ha definido que el análisis de la VoC es una parte fundamental para obtener un material parcialmente biodegradable. Con este análisis se determinan dos características importantes para desarrollar nuevos productos dentro del área mencionada, que son la resistencia y la toxicidad.

Referencias bibliográficas

- Buñay Gualancañay, Á. F., & Morocho León, C. F. (2015). *Diseño, construcción y pruebas de una máquina para realizar ensayos de tracción en cuerdas de fibras sintéticas*. Tesis de grado licenciatura, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Mecánica, Riobamba, Ecuador.
- Cedeño Urbina, D. (2016). *Programas de Voz del Cliente (VoC): la clave para desarrollar una verdadera ventaja competitiva*. Recuperado el 01 de Agosto de 2019, de LinkedIn: <https://www.linkedin.com/pulse/programas-de-voz-del-cliente-voc-la-clave-para-una-verdadera-cede%C3%B1o>

- García Ortiz, O. A. (2015). *Mejora a los procesos de servicio de ti mediante la fusión de minería de datos, recuperación de información y QFD para el incremento en la percepción de la calidad en el servicio*. Tesis de grado maestría, CIATEC, León, Guanajuato, México.
- García Vargas, C. C. (2017). *Obtención de un material biocompuesto a partir de bagazo de caña de azúcar y caucho natural como sustituto del plástico*. Tesis de grado licenciatura, Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Lima, Perú.
- Gilliam Haije, E. (03 de Mayo de 2017). *28 herramientas de la Voz del Cliente (VoC): una visión general y comparación*. Recuperado el 31 de Octubre de 2019, de Mopinion: <https://mopinion.com/es/28-herramientas-de-la-voz-del-cliente-voc-una-vision-general-y-comparacion/>
- Gladys Salgado, J. Z. (2015). Metodología para la obtención de los ques de la casa de la calidad para la determinación del perfil de egreso en una maestría en matemáticas. *Acta Latinoamericana de Matemáticas Educativa*, 628 - 635, <http://funes.uniandes.edu.co/10831/1/Salgado2015Metodologia.pdf>.
- Gomez Flores, J. A., & Reyes Gonzalez, I. (23 de Abril de 2015). *Guadalajara, Jalisco*, <https://patents.google.com/patent/WO2015057045A1/es?q=WO+2015%2f057045+A1+Patente+n%C2%B0+WO+2015/057045+A1>.
- Grotz, S. (28 de Diciembre de 2016). *La voz del cliente y lean six sigma*. Recuperado el 14 de Abril de 2019, de Cretiva Consulting marcas auténticas: <https://creativaconsulting.com.ar/la-voz-del-cliente-y-lean-six-sigma/?v=0b98720dcb2c>
- INEGI. (2017). *Perfil de la fabricación de productos de plástico*. Censos Económicos, Instituto Nacional de estadística y geografía, México.
- Jache Chamorro, R. (2014). *Gestión de plásticos en el medio ambiente*. Tesis de grado licenciatura, Universidad de Cantabria, Escuela Técnica Superior de Náutica.
- Mendoza Castaño, J. A., Valenzuela, F. G., & Montilla Bello, J. (2019). *Minimizar el número de eventos de PNC asociados a la captación de requisitos del cliente de la empresa “Compañía General de Aceros S.A”*. Diplomado, Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano, Facultad de Ingeniería, Diseño e Innovación, Bogotá, Colombia.
- Ortega Toro, R., Jiménez M., A., Talens O., P., & Chiralt B., A. (Julio - Diciembre de 2014). Films de almidón termoplástico. influencia de la incorporación de hidroxipropil-metil-celulosa y ácido cítrico. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(2), 134 - 141, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6117734>.

- Pastor Sanmillán, A. (12 de Julio de 2016). Aplicación de las técnicas despliegue de la función de la calidad (QFD) y proceso analítico jerárquico (AHP) a la mejora de la calidad de la formación de posgrado. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*(5), 11 - 36, <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6159668>.
- Rodríguez Salazar, O. R. (2018). *Método de gestión basado en Lean Manufacturing y QFD para mejorar la productividad de empresas manufactureras de productos de polietileno, caso: empresa de envases flexibles de Arequipa*. Tesis de grado doctoral, Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Escuela de Posgrado, Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios, Arequipa, Perú.
- Ruiloba, I., Li, M., Quintero, R., & Correa, J. (23 de Junio de 2018). Elaboración de bioplástico a partir de almidón de semillas de mango. *Revista De Iniciación Científica*, 4(2), 28 - 32, <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v4.0.1815>.



Algoritmo Genético aplicado a la Asignación de presupuesto en proyectos de servicios primordiales A.C.

Genetic Algorithm applied to budget allocation in primary service projects A.C.

Ana María Martín-Soto¹, Javier Cruz-cruz¹, Norberto Rocha-Cardenas¹, Fabiola Sánchez-Galván¹, Rogelio García-Rodríguez¹, Horacio Bautista-Santos¹⁻²

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz, México.

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Chicontepec, Veracruz, México.

Recibido: 13-11-2019

Aceptado: 10-12-2019

Autor correspondiente: beto1472011@hotmail.com

Resumen

En el presente artículo se aborda la problemática de una Asociación Civil que desea aprovechar al máximo la inversión para los rubros principales; salud, infraestructura, desarrollo comunitario y festividades de tal forma que pueda maximizar la cantidad de personas atendidas en los servicios que presta la organización. Mediante la representación matemática ejecutada en el software de programación Matlab se hace la asignación óptima de los recursos que ofrece la Asociación para maximizar al número de personas atendidas para cada rubro sin exceder la cantidad de recursos otorgados.

Palabras clave: Algoritmos genéticos, Matlab, organizaciones no gubernamentales, asignación de presupuestos.

Abstract

This article addresses the issue of a Civil Association that wishes to make the most of the investment for the main articles; health, infrastructure, community development and festivities so that you can maximize the number of people served in the services provided by the organization. Through the mathematical representation executed in the Matlab programming software, the optimal allocation of resources offered by the Association is carried out to maximize the number of people served for each article without exceeding the amount of resources granted.

Keywords: Genetic algorithms, Matlab, non-governmental organizations, budget allocation.

Introducción

Las organizaciones no gubernamentales (ONG) son entidades de iniciativa social y fines humanitarios, dedicadas al servicio de comunidades con necesidades sociales, culturales, económicas. Mejorando el bienestar y la calidad de vida de la población que permitan satisfacer sus necesidades básicas y vivir dignamente (Grosso, 2013). Estos Organismos han crecido en prestigio y visibilidad, sobre todo a partir de la década de los noventa (García & Marcuello, 2007). En México su actividad se relaciona con derechos humanos, salud, alimentación, educación, medio ambiente, en materia ambiental, los trabajos académicos son escasos (Rodríguez, 2017).

Sólo la articulación de un proyecto social con actividades productivas puede producir un salto en la calidad de la vida social sobre la que actúan las organizaciones de combate a la pobreza (Cogliati, Kossoy, & Kremenichutzky, 2002). Estas organizaciones realizan labores de apoyo para los grupos más vulnerables independientemente de su diversidad. En donde las comunidades se consideran vulnerables a falta de protección, en apoyo a las necesidades, salud, infraestructura, trabajo, vivienda. Estos aspectos sociales, biológicos y las condiciones estructurales del contexto determinan el grado de vulnerabilidad social (Salgado de Snyder, González, Bojorquez, & Infante, 2007). Sin embargo, los presupuestos otorgados a comunidades con pobreza deben ser gestionados adecuadamente, muchos de estos proyectos requieren más recurso que otros, en estos casos es necesario conocer la asignación adecuada para maximizar el fondo presupuestal e invertir en otros proyectos que beneficien a más población, teniendo como objetivo principal mejorar la selección de recursos para cada proyecto (Lopez, Ortega, & Sandoval, 2011). Demostrando que las asignaciones para presupuestos, son procesos que ayudan a la optimización de los recursos (Garcia, Pérez, Villavicencio, Piñero & Beovides, 2016).

La optimización de recursos es una de las mejores formas para realizar una actividad con la utilización del mínimo recurso asegurando una correcta aplicación al igual que mejorar su eficiencia. Siendo que las asignaciones de recursos están sujetos a restricciones de distinto tipo, esto ha mostrado una serie de problemas en organizaciones, la solución de este tipo de problemas trae consigo una serie de condiciones de eficiencia, tiempo y oportunidad que deben ser tomadas en cuenta (Cortez, Rosales, Naupari, & Vega, 2010).

Una de las herramientas para optimizar son los algoritmos genéticos (AG) para resolver problemas de clasificación, y optimización, utilizan operadores de cruzamiento aleatorio el cual se le debe en gran medida al investigador John Holland (Gestal, Rivero, Rabuñal, Dorado, & Pazos, 2010). Se clasifica como heurística de búsqueda global utilizada para encontrar soluciones verdaderas o aproximadas a problemas de optimización (Fita, 2014).

El algoritmo genético es un método de búsqueda que imita la teoría de la evolución biológica de Darwin para la resolución de problemas (Bello, Lugo, García, & Bello, 2016). Consiste en objetivos técnicos y compuesto híbrido para problemas aplicados en la medicina, ingeniería, sectores financieros. (Chilagani & Sarma, 2019).

La aplicación de herramientas y algoritmos computacionales apoyan la gestión de instituciones, proporcionando un mejor uso de los recursos, con los beneficios que esto representaría, considerando las restricciones de las variables involucradas. Aun cuando existen varios métodos de resolución la propuesta que se hace en este trabajo es utilizar algoritmos genéticos (Cortez et al., 2010). Los AG se consideran

como uno de los métodos adecuados para resolver problemas de optimización incluyendo la asignación de recursos (Devarasetty & Reddy, 2019).

Esta flexibilidad los hace atractivos para muchas aplicaciones en la práctica basando su estructura en la evolución, creando las posibles soluciones con cruce y mutación hasta que la población esté completa (Kramer, 2017). Sin embargo, se requiere una gran cantidad de esfuerzo computacional para resolver el problema de asignación cuando es de tipo NP-hard (Yeng, Yi, & Huang, 2007). En general, la asignación se puede plantear como un problema de optimización (Solano, Calvo, & Trejos, 2008). Por otra parte, cada centro debe conocer los recursos que posee para agilizar el proceso, (Trotti, Reis, Bueno, & Xodo, n.d.)

El presente trabajo contempla el desarrollo de una herramienta, mediante la aplicación de un algoritmo genético, permite realizar una asignación eficiente de recursos con el objetivo de maximizar el impacto en cuestión.

Una de las investigaciones relacionadas es de (Salazar, López, Tavizón, & Araiza-vázquez, 2019) cuyo objetivo fue evaluar el método metaheurístico de algoritmos genéticos para resolver problemas de asignación de recursos académicos en instituciones de educación superior.

En concordancia con lo mencionado, (Suarez, Guerrero, & Castrillon, 2013) presentaron un trabajo de investigación de programación optima de horarios en un centro de estudio de Colombia aplicando (AG) de clasificación NO-Dominada, NSGA-II como método de solución, encontrando una solución óptima, en la mayoría de las pruebas realizadas. Otro problema en particular se demuestra en una empresa, aplicando el problema de la mochila (knapSack) utilizando algoritmos genéticos para resolver las instancias obteniendo como resultado de los algoritmos genéticos una convergencia optima hacia un valor máximo de ganancia (Bonilla, Sánchez, & Caballero, 2017).

En un modelo de asignación óptima de presupuesto para el mejoramiento de calidad del servicio en sistemas de distribución, se implementaron dos algoritmos poblacionales: Algoritmo Genético y un Algoritmo Memético. Los óptimos obtenidos del problema muestran un set de posibles soluciones que representan un estimado de cuánto debe invertir en mantenimiento (Rojas *et al.*, 2016). Debido a la necesidad de resolver el problema, asignar y coordinar los recursos económicos por medio de algoritmos genéticos (AG) se aplicó en una institución de educación superior un modelo para el beneficio de los estudiantes, teniendo como objetivo maximizar el uso de los recursos académicos (Cortez *et al.*, 2010). Los recursos varían de acuerdo al tipo de sector. Por ejemplo, los recursos demandados en el sector de salud no son los mismos para festividades. Motivo por el cual, es de esperar que la institución establezca prioridades entre los recursos con mayor beneficio.

El presente artículo tiene como objetivo determinar en la simulación por medio de un algoritmo genético, la gestión de los recursos que posee, cómo se deben asignar los presupuestos económicos, de modo que se pueda maximizar la probabilidad de una selección correcta para cada proyecto al aplicar algoritmos genéticos (AG), para encontrar equilibrado cada tipo de proyecto atendiendo las necesidades de cada beneficiario, a partir del diseño previo del algoritmo, utilizando el modelo de la mochila (KnapSack).

El documento está organizado de la siguiente manera. En la sección 2 se formula los materiales y métodos. La sección 3 se muestra el modelo matemático, en la sección 4 la implementación del modelo, la sección 5 la interpretación de los resultados respectivamente los algoritmos que se ingresaron en Matlab, en sección 6 muestran los resultados, finalmente, este documento se concluye en la Sección 7.

Para el diseño del algoritmo genético, se analizó los algoritmos más usados de optimización de asignación de presupuestos, luego se diseñó el algoritmo genético basado en los factores de tipos de proyectos lo cual permitió tener una adecuada codificación de la cadena genética y los operadores genéticos.

Materiales y métodos

Para poder planear los recursos que se mencionan en el caso de estudio se desarrolló un modelo de programación matemática, ingresando las debidas restricciones para cada rubro. Los recursos se deben de asignar adecuadamente tomando en consideración el tipo de apoyo por lo que se propone una herramienta de optimización con respecto al problema.

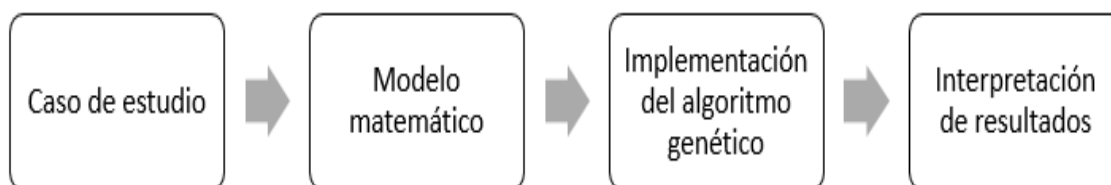


Figura 1. Metodología de la elaboración del caso de estudio SPRI
Fuente: elaboración propia.

La asociación civil “Servicio Primordial Relevante a Indígenas” es una sociedad civil que nace como objetivo de apoyar a las familias de escasos recursos económicos que presta servicios en salud, infraestructura, desarrollo comunitario y festividades; teniendo una inversión de 3 millones de pesos para el rubro salud, 3 millones para infraestructura, en desarrollo comunitario 5 millones de pesos y para las festividades y foros de capacitación una inversión de 800,000 mil, destinados a diferentes Municipios de

la zona norte del estado de Veracruz, para el presente trabajo se presentan los servicios que presta la organización en el municipio de Tantoyuca, Veracruz.

Los recursos se deben asignar de acuerdo al presupuesto otorgado para cada servicio. Entre los servicios más solicitados por los grupos indígenas se encuentran los traslados de personas con enfermedades crónicas a los hospitales de Tuxpan, Tampico, México, Huejutla, Xalapa y Poza Rica, apoyos para medicamentos, control del embarazo, consultas médicas, unidades de sangre, tomografías, análisis clínicos, consultas dentales, extracciones, limpieza, empastes y placas dentales, estos servicios considerados para el rubro salud (tabla 1). Dentro del rubro infraestructura se ofrecen los servicios de vivienda, implemento agrícola y reconstrucción de capillas para las localidades (tabla 2), en desarrollo comunitario se ofrecen proyectos productivos como de traspato, ganadería, porcino, bovino, hortalizas y autoconsumo (tabla 3). Dentro del rubro festividades y foros de capacitación quien tiene como objetivo brindar capacitación en temas relacionados con la agricultura y ganadería haciendo una inversión de \$ 182000 pesos, que incluye comida, salón, equipo de sonido, anuncios publicitarios y la movilización de las personas de las localidades al municipio de Tantoyuca, Veracruz para una capacidad de 900 personas (tabla 4). Y por último las festividades que realizan las escuelas como el día de Reyes, día del niño, día de la madre, día del padre, xantolo (fiesta de todos los santos), fiestas navideñas y fiestas patronales con el objetivo de impulsar las tradiciones (tabla 4).

Cabe mencionar que estos apoyos se manejan de acuerdo a las solicitudes que las personas gestionen otorgándoles el 75 % de la cantidad solicitada.

La asociación desea maximizar el número de personas atendidas sin exceder la cantidad de inversión para cada rubro.

Tabla 1. Descripción de servicios de salud.

Servicios	Variables (ai)	Mínimo de personas beneficiadas	Máximo de personas beneficiadas	Presupuesto general (Pi). 11,800,000.00
				Presupuesto (Pi) por beneficiario.
Medicamentos	s1	250	400	500
Control del embarazo	s2	100	200	2000
Consultas medicas	s3	400	500	900
Enfermedades crónicas	s4	100	500	8000
Tomografías	s5	10	20	6000
Unidades de sangre	s6	10	20	2000
Análisis clínicos	s7	100	300	1000
Consultas dentales	s8	100	200	250
Extracciones dentales	s9	100	200	250

Limpieza dentales	s10	50	150	250
Empastes dentales	s11	100	250	250
Placas dentales	s12	50	200	3000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Proyectos de infraestructura

Servicios	Variab les (ai)	Mínimo de personas beneficiad as	Máximo de personas beneficiad as	Presupues to (Pi) por beneficiar io
Vivienda	i1	100	500	3000
Implemento agrícola	i2	100	500	3000
Reconstrucció n de capillas	i3	10	20	13600

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3. Proyectos productivos

Servicios	Variables (ai)	Mínimo de personas beneficiadas	Máximo de personas beneficiadas	Presupuesto (Pi) por beneficiario
Traspatio	t1	50	300	4000
Ganadería	t2	20	50	10000
Porcino	t3	20	50	6000
Bovino	t4	20	50	65000
proyecto completo				
Hortalizas	t5	20	50	10000
Auto consumo	t6	50	150	8000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4. Festividades

Servicios	Variables (ai)	Mínimo proyecto	Máximo proyecto	Presupuesto (Pi) por proyecto.
Día de reyes	f1	1	2	5000
Día del niño	f2	1	2	5000
Día de la madre	f3	1	2	5000
Día del padre	f4	1	2	5000
Xantolo	f5	1	3	5000
Posadas	f6	1	2	5000
Fiestas	f7	1	4	5000
patronales				
Foro de capacitación	f8	1	5	182000

Fuente: Elaboración propia.

Modelo matemático

Se desarrolló un modelo matemático de programación que permite encontrar una asignación correcta en cada uno de los rubros utilizando la heurística de la mochila (KnapSack).

$$\text{Maximizar } z = \sum_{j=1}^n A_j x_j \quad (1)$$

Sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n a_j x_j \leq p, \quad (2)$$

$$X_j \in \{0, 1 \dots m\}, j = 1 \dots, n. \quad (3)$$

Donde:

x_j : beneficio asignado x del proyecto j

a_j = número de persona beneficiadas (a) por tipo de proyecto j

p = presupuesto

n = número de proyectos

La ecuación (1) hace referencia a maximizar los resultados del proyecto a partir de la integración de variables que pertenecen al proyecto actual identificado por el subíndice j .

La ecuación (2) indica que es necesario estimar el total de los artículos que serán asignados al presupuesto determinado por la variable p .

La ecuación (3) indica que las variables de decisión pertenecen al proyecto identificado por el valor j , es decir, forman parte del proyecto (valor 1) o no forman parte de dicho proyecto (valor 0).

Implementación del modelo

La función objetivo (f.o) es maximizar el número de personas con el presupuesto asignado.

$$\begin{aligned} \text{Max} = & 500 * s1 + 2000 * s2 + 900 * s3 + 8000 * s4 + 6000 * s5 + 2000 * s6 + 1000 * s7 \\ & + 250 * s8 + 250 * s9 + 250 * s10 + 250 * s11 + 3000 * s12 + 3000 * i1 + 3000 * i2 + \\ & 13600 * i3 + 4000 * d1 + 10000 * d2 + 6000 * d3 + 65000 * d4 + 10000 * d5 + 8000 * d6 \\ & + 2000 * f1 + 2000 * f2 + 2000 * f3 + 2000 * f4 + 2000 * f5 + 2000 * f6 + 5000 * f7 + \\ & 182000 * f8 \end{aligned}$$

Una vez representado el modelo matemático, mediante programación Se implementó un algoritmo computacional para resolver el modelo matemático del problema planteado utilizando Matlab. Se busca encontrar las soluciones para dar valor a las diferentes variables de decisión.

Interpretación de los resultados

Algoritmo Genético (AG).

El propósito del algoritmo genético es buscar el espacio de todas las posibles soluciones, con la intención de encontrar una que maximice la función objetivo. El algoritmo se detiene cuando la población converge hacia la solución óptima (Chipperfield & Fleming, n.d.).

Los pasos que comprende el Algoritmo son:

- Inicio - Población genética aleatoria de n cromosomas (soluciones adecuadas para el problema).
- Evaluar la puntuación de cada cromosoma x en la población generada.
- Permitir la reproducción de los cromosomas siendo los más aptos los que tengan más probabilidad de reproducirse.
- Mutar un gen del nuevo individuo generado.
- Organizar la nueva población.

Los pasos se repetirán hasta que arroje un resultado óptimo. Se puede fijar un número máximo de iteraciones antes de finalizar el algoritmo genético o detenerlo cuando no se produzcan más cambios en la población, (Suarez, Castrillon, & Guerrero, 2013), (Sivanandam & Deepa, n.d.)

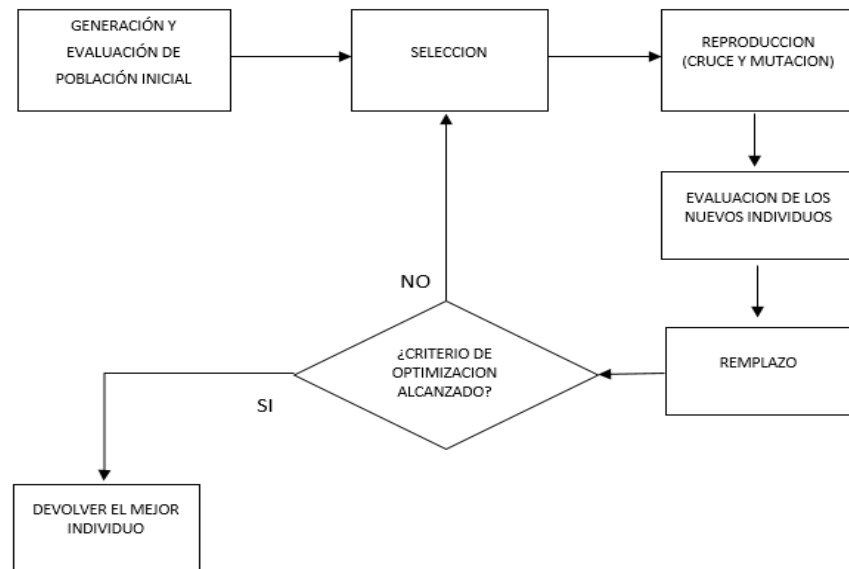


Diagrama 1. Funcionamiento general de los algoritmos genéticos.
Fuente: Elaboración propia.

Función de población

El código para la creación de la asignación de presupuesto está basado en el ejemplo de la mochila (gacreationknapsack) por medio de algoritmos genéticos resuelto en Matlab, muestra como ingresar el tamaño de la población y la función random que es el método de torneo el cual elige a los padres de forma aleatoria para que genere la población inicial, en ambos algoritmos se ingresan los mismos códigos La estructura del algoritmo esta implementado para la función de población el cual es el mismo que se ocupara en los siguientes 4 rubros.

1. Sector de salud
2. Infraestructura
3. Proyectos productivos
4. Festividades

Función Fitness

Un componente fundamental de los algoritmos genéticos es la función de evaluación o fitness la cual determina, en este caso, la eficiencia con la cual son asignados los recursos. La función de aptitud se calcula para cada cromosoma que fue inicializado, esta función de acondicionamiento físico mejora la calidad de la solución. La función objetivo del mecanismo de asignación de recursos es maximizar el número de personas.

```

function [ FitnessValue] = fitness(individuo)
globales objetos;
global capacidad;

beneficio_total=2940;
[m, num_obj] = size (objetos);
beneficio = 0;
asignación = 0;
fv = 0;

for i=1:(num_obj)
individuo(i) = round(individuo(i),0);
if individuo(i) >= objetos(3,i) && individuo(i) <=
objetos(4,i)
beneficio = beneficio + (individuo(i) * objetos(2,i));
asignación = asignación + (individuo(i) *
objetos(1,i));
else
function Population = gacreationknapsack
(GenomeLength, ~, options)
globales objetos;
global capacidad;
options. PopulationSize=5;
P = zeros (options. PopulationSize,
GenomeLength);

```

Cuadro 1. Función de población.
Fuente: Elaboración propia.

```

for i=1: options. PopulationSize
peso = 0;
beneficio = 0;
A = randperm(GenomeLength);
cantidad = 0;

for j=1: Genome Length
cantidad = randi ([objetos (3, A(j)) objetos ( 4,A(j))]);
beneficio = beneficio + (objetos (1, A(j)) * cantidad);
peso = peso + (objetos (2, A(j)) * cantidad);

if peso > capacidad
beneficio = beneficio - (objetos (1, A(j)) * cantidad);

peso = peso - (objetos (2, A(j)) * cantidad);
break;
else
P(i,A(j))= cantidad;
end
end
end
Population = P;

```

Cuadro 2. Función de población.
Fuente: Elaboración propia.

En el segundo Código de programación, ingresamos el valor de la aptitud (fitness value), en este algoritmo ingresamos la cantidad total de personas beneficiadas, para nuestro caso en particular fue una suma total de 4288 personas.

En salud el beneficio total fue de 2940 personas beneficiadas

En infraestructura el beneficio total fue de 900 personas beneficiadas.

En proyectos productivos el beneficio total fue de 430 personas beneficiadas.

En festividades el beneficio total fue de 18 proyectos beneficiando a 900 personas.

```

individuo(i)=objetos(3,i);
beneficio = beneficio + (individuo(i) * objetos(2,i));
asignación = asignación + (individuo(i) * objetos(1,i));
end
end
if asignación > capacidad
fv = +inf;
else
fv = beneficio_total - beneficio;
end
disp. ("fv: "+fv);
disp. ("asignación: "+asignación);
disp. ("beneficio: "+beneficio);
disp(individuo)
FitnessValue = fv;

```

Cuadro 3. Función fitness
Fuente: Elaboración propia.

Función Main

El algoritmo principal (Main) ejecuta el código en donde ingresamos los datos desde un .txt este archivo contiene todos los datos que necesita el programa para resolver el algoritmo.

```
close all;
clear all;

globales objetos;
global capacidad;
global beneficio_total;

P = load('test01.txt');
nvars = P(1,1);
capacidad = P(1,2);
objetos = P(2:nvars+1,:).';

beneficio_total = 0;
for i=1:(nvars)
    beneficio_total = beneficio_total + (objetos(2,i)*
    objetos(4,i));
end
options = gaoptimset;
options = gaoptimset (options, 'PopulationSize',
100);
options = gaoptimset (options, 'Generations', 100);

options = gaoptimset (options, 'EliteCount', 2);
options = gaoptimset (options, 'CreationFcn',
@gacreationknapsack);
```

Cuadro 4. Función Main.
Fuente: Elaboración propia.

Las siguientes tablas arrojan una asignación óptima en los resultados computacionales después de ingresar el modelo matemático en el software Matlab, la asignación para los siguientes rubros de salud, infraestructura, festividades, y capacitación fue un total de \$ 11,790,250.00 beneficiando a un total de 3982 personas, demostrando la eficiencia del programa para ejecutar algoritmos genéticos.

Tabla 5. Asignación de presupuestos de salud.

Proyecto	Número de beneficiarios	Presupuesto por beneficiario
Medicamentos	400	\$ 500
Control de embarazo	198	\$ 2000
Enfermedad crónica	104	\$ 8000
Análisis clínicos	282	\$ 1000
Consultas dentales	200	\$ 250
Extracciones dentales	199	\$ 250
Limpiezas dentales	149	\$ 250
Empastes dentales	249	\$ 250
Placas dentales	190	\$ 3000
Total	2495	\$ 2,993,250

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Asignación de presupuestos de infraestructura.

Proyecto	Número de beneficiarios	Presupuesto para cada beneficiario
Vivienda	493	\$ 3000
Implemento agrícola	416	\$ 3000
Reconstrucción de capillas	20	\$ 13,600
Total	929	\$ 2,999,000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7. Asignación de presupuestos de proyectos productivos

Proyecto	Número de beneficiarios	Presupuesto para cada beneficiario
Traspacios	300	\$ 4000
Ganadería	49	\$ 10000
Porcino	20	\$ 6000
Bovino		
proyecto completo	20	\$ 65000
Hortalizas	20	\$ 10000
Auto consumo	131	\$ 8000
Total	540	5,000,000

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Asignación de presupuestos de festividades

Proyecto	Número de proyectos	Presupuesto para cada beneficiario
Día reyes	2	\$ 5000
Día del niño	1	\$ 5000
Día de la madre	1	\$ 5000
Día del padre	2	\$ 5000
Xantolo	3	\$ 5000
Posadas	1	\$ 5000
Fiestas patronales	4	\$ 5000
Foro capacitación	4	\$ 182,000
Total	18	\$ 798,000

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

El aspecto económico es relevante y es un factor determinante para la toma de decisiones, Gracias al paralelismo implícito de los algoritmos genéticos no sólo es posible reducir el enorme número de soluciones que otros métodos obligan a evaluar, sino que también permite encontrar con éxito resultados óptimos o muy buenos en un período corto, tras muestrear directamente sólo regiones pequeñas del amplio espacio de búsqueda. Los resultados obtenidos al aplicar algoritmos genéticos a un problema de optimización real, como lo es la asignación de presupuesto en la institución (SPRI), lo que ha sido muy satisfactorio en los resultados obtenidos. El problema de asignación de presupuestos como en toda institución que controle el recurso económico está presente, el cual requiere de una buena toma de decisiones para cada tipo de apoyo.

Esta aplicación se desarrolló con la intención de lograr una eficiencia en el uso de recursos para presupuestos y dar soluciones optimas al problema planteado. Como hemos podido ver a lo largo del documento los algoritmos genéticos son actualmente una fuerte fuente de resolución de problemas complejos al realizar su ejecución en paralelo pudiendo así obtener diferentes soluciones al problema.

Cabe mencionar que en cada una de estas partes destacadas se encuentran involucradas ciertas características de la aplicación que permiten una interfaz amigable, que sirve de modelo en la aplicación de esta herramienta.

En ella es posible guardar y modificar datos de entradas, con el fin de mantener un registro, para que en futuras aplicaciones que se requiera tomarlo como modelo, sólo se realicen las modificaciones necesarias.

A través de la interacción y trabajo en conjunto con organizaciones civiles, en este caso se atiende a la demanda y asignación de recursos.

En estas situaciones la solidaridad y el rol de las organizaciones civiles es de suma importancia; y la gestión de estas organizaciones suele ser pobre desde el punto de vista de la “informática de gestión”. El aporte del presente trabajo se aboca a mejorar los procesos de gestión en las redes sociales, entendiéndose éstas como grupo de instituciones trabajando en red para el bien social; las cuales administrando de forma eficiente la asignación y distribución de recursos, lograrían atenuar el impacto de atención de necesidades a personas.

Mediante el enfoque de programación en este trabajo, se logró plantear y dar solución a la problemática de la asociación civil “Servicio Primordial Relevante a Indígenas”, para lograr maximizar los recursos a un mayor número de personas atendidas, para eso fue necesario proponer restricciones que ayudaran al modelo matemático propuesto a representar el orden de importancia de cada servicio ofrecido, se estimaron cifras máximas y mínimas de cantidad de personas para cada apoyo dado su prioridad o importancia en la población, los criterios se establecieron acorde a los registros estadísticos sobre la demanda de los diferentes servicios, con el establecimiento de estos parámetros se logró distribuir y maximizar los recursos de los diferentes rubros. Como resultado se logró aumentar el número de personas beneficiadas con los diferentes apoyos, logrando la maximización del número de personas atendidas cumpliéndose con el objetivo principal que era brindar los servicios de apoyo a un mayor número de personas.

Los resultados obtenidos muestran que si es posible maximizar el número de personas ya que de acuerdo a la información recabada en el año 2016 mostro un total de 2460 personas en total para todos los servicios que ofrece.

Mediante la programación se logró maximizar la cantidad de personas atendidas logrando una cantidad de 3982 personas atendidas aumentando en un 61.87%.

Referencias bibliográficas

Bello, M., Lugo, L., García, M. M., & Bello, R. (2016). Un método para la generación de rankings en la selección de equipos de trabajo en ambiente competitivo basado en algoritmos genéticos A method for the generation of rankings in the teamwork selection in competitive environment based on genetic algorithms. *Ciencias Informáticas*, 10(2), 196–210. Retrieved from <http://rcci.uci.cu>

- Bonilla, G. E., Sánchez, D. P., & Caballero, S. O. M. (2017). *Algoritmo genético para el problema logístico de asignación de la mochila (Knapsack Problem)*. 137, 157–168.
- Chilagani, N., & Sarma, S. S. V. N. (2019). *Evaluation Approach for Salvation of Complexities in Allocation of Budget Assets*. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-1951-8>
- Chipperfield, A. J., & Fleming, P. J. (n.d.). *The MATLAB Genetic Algorithm Toolbox*. 1–4. <https://doi.org/10.1049/ic:19950061>
- Cogliati, C., Kossoy, A., & Kremenutzky, S. (2002). *Gestión de Organizaciones de la sociedad civil de combate a la pobreza . La estrategia de fortalecimiento institucional*.
- Cortez, A. V., Rosales, G. G., Naupari, R. Q., & Vega, H. H. Z. (2010). *Sistema de apoyo a la generación de horarios basado en algoritmos genéticos*. 7(1), 37–55.
- Devarasetty, P., & Reddy, S. (2019). Genetic algorithm for quality of service based resource allocation in cloud computing. *Evolutionary Intelligence*, (0123456789). <https://doi.org/10.1007/s12065-019-00233-6>
- Fita, A. (2014). Three-Objective Programming with Continuous Variable Genetic Algorithm. *Scientific Research*, 5(December), 3297–3310. <https://doi.org/10.4236/am.2014.521307>
- Garcia, L., & Marcuello, C. (2007). *Eficiencia y captación de fondos en las Organizaciones No Gubernamentales para el Desarrollo*.
- Garcia, V. R., Pérez, P. I., Villavicencio, N., Piñero, P. Y., & Beovides, S. (2016). Experiencias usando algoritmos genéticos en la planificación de proyectos Experiences by using genetic algorithms in project scheduling. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 10, 71–86. Retrieved from <http://rcci.uci.cu>
- Gestal, M., Rivero, D., Rabuñal, J. R., Dorado, J., & Pazos, A. (2010). *Introducción a los Algoritmos Genéticos y la Programación Genética* (2010th ed.). Coruña: digitalia.
- Grosso, C. (2013). *La economía social desde tres perspectivas: tercer sector , organizaciones no gubernamentales y entidades sin ánimo de lucro*. 18(1), 143–158.
- Kramer, O. (2017). *Studies in Computational Intelligence 679 Genetic Algorithm Essentials*. Retrieved from https://www.mendeley.com/research-papers/studies-computational-intelligence-679-genetic-algorithm-essentials/?utm_source=desktop&utm_medium=1.17.13&utm_campaign=open_catalog&userDocumentId=%7B7a663108-07c0-4ee8-bd54-f1a7009fb46e%7D
- Lopez, S. R., Ortega, I., & Sandoval, S. (2011). *Sociedad Civil y combate a la pobreza. Open Edition*. Retrieved from <http://journals.openedition.org/polis/2199>

- Rodríguez, L. (2017). *El desarrollo de las ONG de México y su coincidencia con los Objetivos para el Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas*. 59–84. <https://doi.org/10.7203/CIRIEC-E.91.8879>
- Rojas, L. F. R., Lopez, J. M. L., & Muñoz, N. G. (2016). Asignación Óptima de Presupuesto para Mejoramiento de la Calidad del Servicio en Sistemas de Distribución usando Algoritmo Genético No-Dominado II (NSGA-II) y un Algoritmo Memético Optimal Budget Assignment for Service Quality Improvement in Distributio. *Información Tecnológica*, 27(1), 115–126. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642016000100013>
- Salazar, A. F., López, J. F., Tavizón, A., & Araiza-vázquez, M. J. (2019). *Estudio de un Algoritmo Genético para la Administración Académica Study of a Genetic Algorithm for Academic Management*. 12(4), 63–72.
- Salgado de Snyder, N., González, T., Bojorquez, I., & Infante, C. (2007). Vulnerabilidad social, salud y migración México-Estados Unidos. *Salud Pública de México*, 49, 8–10.
- Sivanandam, S. N., & Deepa, S. N. (n.d.). *Genetic Algorithms*. 15–37. https://doi.org/10.1007/978-3-540-73190-0_2
- Solano, Y. S., Calvo, M. M., & Trejos, L. P. (2008). Implementación de un algoritmo genético para la asignación de aulas en un centro de estudio (ING). *Uniciencia*, 22(1–2), 115–121. Retrieved from <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/view/3915>
- Suarez, V. F., Castrillon, O. D. G., & Guerrero, A. A. (2013). *Class Schedule Assignment Based on Students Learning Rhythms Using A Genetic Algorithm*. 9(17), 77–95. Retrieved from <http://www.eafit.edu.co/ingciencia>
- Suarez, V. F., Guerrero, A., & Castrillon, O. D. (2013). *Programación de Horarios Escolares basados en Ritmos Cognitivos usando un Algoritmo Genético de Clasificación Scheduling of School Hours based on Cognitive Rhythms using a Non-dominated Sorting Genetic Algorithm , NSGA-II*. 24(1), 103–114. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642013000100012>
- Trotti, M., Reis, M. Dos, Bueno, M., & Xodo, D. (n.d.). *Algoritmo Genético para la asignación eficiente de recursos en casos de Catástrofes Climáticas*.
- Yeng, P. H., Yi, J. K., & Huang, H. S. (2007). Genetic algorithm-based decision support for the restoration budget allocation of historical buildings. *Building and Environment*, 42, 770–778. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.09.009>



Análisis empresarial mediante la metodología JICA

Business analysis through the JICA methodology

Carlos Eusebio Mar-Orozco¹, Alfonso Barbosa-Moreno¹, Lidilia Cruz-Rivero², Arturo Barbosa-Olivares¹, Saúl Alejandro Alvarado-Mar¹

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas, México.

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz, México.

Recibido: 19-11-2019

Aceptado: 11-12-2019

Autor corresponsal: carlos.mar.orozco@gmail.com

Resumen

Se presenta un estudio referente a un análisis de las áreas estratégicas de una empresa de servicios; para realizar el diagnóstico se hizo uso de la metodología JICA, por medio de ella se puede determinar el escenario actual de la organización, además detectar áreas prioritarias para la mejora continua, de tal forma que se puedan tomar acciones que permitan a la empresa reducir el riesgo de fracasar, se sabe que por medio de la globalización de los mercados cada vez es más complicado permanecer como giro industrial, comercial o servicios. El presente estudio hace referencia a un diagnóstico integral en una empresa de televisión de paga con el propósito de detectar sus áreas de oportunidad en un mercado tan competitivo, como bien se sabe, las organizaciones deben laborar en un ambiente de mejora continua para tener un mayor posicionamiento.

Palabras clave: Diagnóstico integral, metodología JICA, evaluación empresarial, mejora continua.

Abstract

A study is presented referring to an analysis of the strategic areas of a service company; To make the diagnosis, the JICA methodology was used, through it you can determine the current scenario of the organization, in addition to detecting priority areas for continuous improvement, so that actions can be taken that allow the company to reduce the risk of failure, it is known that through the globalization of markets it is increasingly difficult to remain either as an industrial, commercial or services business. The present study refers to a comprehensive diagnosis in a pay-TV company in order to detect their areas of opportunity in such a competitive market, as it is well known that organizations must work in an environment of continuous improvement to have a better positioning

Keywords: Comprehensive diagnosis, JICA methodology, business evaluation, continuous improvement.

Introducción

En el ámbito de los países emergentes de Latinoamérica, tanto Harvey y Wendel (2006), en un informe del Banco Mundial, y Guaipatín (2003) en un reporte del Banco Interamericano de Desarrollo, señalan el papel importante de las pyme en Latinoamérica y ponen de manifiesto que el acceso al financiamiento bancario es un problema común y tiende a ser una característica de las naciones en desarrollo.

Saavedra y Hernández (2008) afirman que en México como en muchos otros países de América Latina, Asia, Estados Unidos y Europa, la micro, pequeña y mediana empresa, o PYME, conforma la inmensa mayoría del universo empresarial.

Navarrete & Sansores (2011) mencionan que actualmente las micro, pequeñas y medianas empresas (PYME) en México representan un motor que impulsa el desarrollo económico del País. De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en 2005, el 97.7% de las empresas en el país son micro y pequeñas empresas (PYMES), mismas que generan el 42 por ciento del Producto Interno Bruto manufacturero y el 64 por ciento del empleo en el país.

Este estudio se hace debido que datos del Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM, 2016) afirman que sesenta y cinco de cada cien empresas fracasan en sus primeros dos años de vida debido a errores administrativos de acuerdo con datos de la Secretaría de Economía (SE). Por otro lado López (2016) en su columna del financiero afirma que mientras que en naciones como Colombia, el 41 por ciento de los emprendimientos subsiste al segundo año de vida, lo que quiere decir que 59 por ciento de ellos no, en México el 75 por ciento de las startups cierran operaciones luego del segundo año de existencia.

En el presente trabajo se pretende identificar las áreas de mejora de la empresa prestadora de servicio de entretenimiento de televisión de paga ubicada en el estado de Veracruz, México para determinar la causa raíz de los problemas y generar un plan de acción con el propósito que esté en mejores circunstancias; cabe destacar que actualmente se desconoce la situación actual de ésta. Es importante antes de tomar decisiones identificar la necesidad de saber desde qué punto se debe partir para ello como realizar un análisis integral de las empresas, Ariza & Ramírez (2007) mencionan que las organizaciones que más crecen, son aquellas que tienen al diseño incorporado a su estructura y forman un rol preponderante en su estrategia de acción, por lo tanto es necesario realizar una evaluación lo más completa posible; por otro lado Franco (2003) asevera que la evaluación integral de las condiciones y el medio ambiente laboral en los centros de trabajo representa un reto para las instancias normativas, las empresas y los especialistas del campo, sin embargo Alarcón *et. al* (2005) manifiestan que en la mayoría de los casos las aplicaciones de metodologías para determinar diagnósticos y evaluaciones integrales no logran todo su potencial debido a que en la etapa de implementación de factores de tipo organizacional lo impedían, es decir, falta de capacitación, frenos de tipo cultural, miedo al cambio, estructuras de apoyo deficientes entre otros. Por lo tanto, es necesario realizar una detección de áreas de oportunidad considerando las áreas clave de la empresa.

Es importante tener presente tal y como señala Saavedra (2010), que la competitividad de una empresa depende de la productividad, la rentabilidad, la posición competitiva, la participación en el mercado interno y externo, las relaciones inter-empresariales, el sector y la infraestructura regional.

El propósito de esta investigación es realizar un diagnóstico de la situación actual de la empresa, detectar áreas de mejora, encontrar la causa o causas raíz que pueden provocar una inestabilidad en la organización y aplicar el ciclo de Deming para proponer acciones de mejora.

Materiales y métodos

La empresa prestadora de servicios de televisión de paga derivado que desconoce sus puntos débiles se ve en la necesidad de aplicar la metodología JICA para poder tener un diagnóstico del estado en que se encuentra al día de hoy.

En primera instancia se hizo uso de la matriz de evaluación de factores externos e internos (MEFE y MEFI) en las cuales se realizó una ponderación y calificación a cada uno de los factores clave detectados la nomenclatura usada fue:

MEFI:

- Una debilidad importante (1)
- Una debilidad menor (2)
- Una fortaleza menor (3)
- Una fortaleza importante (4)

MEFE:

- Una amenaza importante (1)
- Una amenaza menor (2)
- Una oportunidad menor (3)
- Una oportunidad importante (4)

Posteriormente se hizo uso de los instrumentos de recolección de información de la metodología JICA para conocer las deficiencias mediante un análisis de las cinco 5 áreas críticas de una organización, determinando cuales son las dos áreas principales que requieren mejora inmediata y cuáles son las causas raíz de los problemas detectados para proponer un programa de acciones de mejora de bajo costo y alto impacto. Las áreas son: administración, producción, mercado y ventas, recursos humanos y finanzas.

Además se aplicó la herramienta “Cinco Por qué” para determinar la causa que está originando la problemática, dicha herramienta consiste en realizarse en cinco ocasiones la pregunta Por qué hasta detectar la causa.

Así como también se hizo uso del círculo de Edward Deming para proponer un plan de acción correctivo a las situaciones detectadas, dicho círculo consta de las siguientes etapas:

- Planear: establecer las actividades.
- Hacer: realizar cambios.
- Verificar: analizar los cambios sugeridos.
- Actuar: implementar la acción o conjunto de acciones.

El ciclo PDCA, también conocido como Shewhart Cycle, Quality Cycle o Deming, es una metodología cuya función básica es la ayuda en el diagnóstico, análisis y pronóstico para enfrentar los problemas organizacionales y es extremadamente útil... pocos instrumentos son tan efectivos para la mejora como este método de mejora ya que conduce a acciones sistemáticas que permiten obtener mejores resultados para garantizar la supervivencia y el crecimiento de las organizaciones (Quinchiolo, 2002).

Resultados

Enseguida se presenta la tabla 1 con el análisis de factores internos.

Tabla 1. Matriz MEFI

Factor interno clave	Variables	Ponderaciones	Clasificación	Resultado ponderado
Trabajo en equipo	Fortaleza	0.18	4	0.72
Falta de motivación	Debilidad	-0.22	2	-0.44
Deficiencias habilidades gerenciales	Debilidad	-0.17	1	-0.017
Buen ambiente laboral	Fortaleza	0.20	3	0.60
Falta de personal	Debilidad	-0.05	1	-0.05
Precios accesibles a los consumidores	Fortaleza	0.10	3	0.10
Resistencia al cambio	Debilidad	-0.08	2	-0.16
Calidad en el servicio	Fortaleza	0.10	4	0.40
Total		1		1.2

Fuente: los autores.

Se puede apreciar la ponderación obtenida en cada uno de los factores clave evaluados.

A continuación, se presenta la matriz donde se encuentran los factores externos (tabla 2).

Tabla 2. Matriz MEFE

Factor externo clave	Variables	Ponderaciones	Clasificación	Resultado ponderado
Demanda del producto	Oportunidades	0.25	4	1
Competencia	Amenazas	-0.22	1	-0.22
Experiencia	Amenazas	-0.15	2	-0.30
Nuevos clientes	Oportunidades	0.08	4	0.32
Mercado en crecimiento	Oportunidades	0.05	4	0.20
Competidores en crecimiento	Amenazas	-0.10	1	-0.10
Publicidad en la red	Oportunidades	0.05	3	0.15
Competencia directa	Amenazas	-0.10	1	-0.10
Total		1		0.95

Fuente: los autores.

Se puede apreciar una en ambas matrices que el resultado es positivo sin embargo hay varios factores que están entorpeciendo los procesos.

Evaluación de la empresa en cinco niveles

Se presentan los resultados obtenidos en el área de administración, producción, mercado y ventas, recursos humanos y finanzas (tabla 3 y figura 1).

Tabla 3. Resultados de la evaluación en cinco niveles

Departamentos	Puntuación	Resultado
Administración	80	$80/10=8$
Operaciones	88	$88/10=8.8$
Mercado y ventas	92	$92/10=9.2$
Recursos humanos	42	$42/10=4.2$
Finanzas	74	$74/10=7.4$

Fuente: los autores.

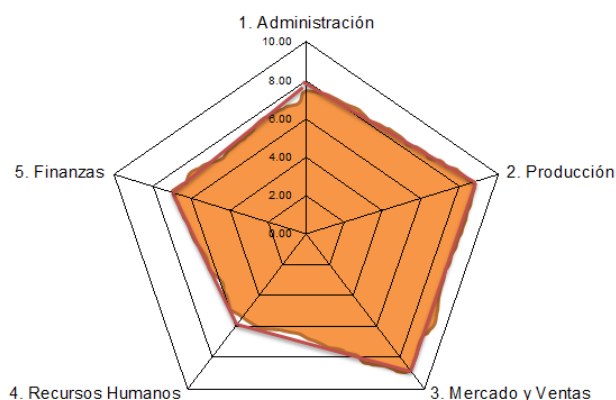


Figura 1. Análisis de los cinco sectores.

Fuente: los autores.

1. Administración

Los resultados obtenidos en este departamento son aceptables debido a que la puntuación se encuentra en un promedio de 8.

2. Operaciones.

En el departamento que tienen que ver con la parte operativa la calificación es aceptable debido a que en la ciudad la competencia es muy baja y la marca se encuentra muy bien posicionada en el mercado.

3. Mercado y ventas

Tomando en cuenta que en el municipio de Tantoyuca la demanda del servicio de cable va en aumento la empresa tiene una ventaja competitiva mayor que otras empresas que ofrecen el mismo servicio.

4. Recursos humanos

La parte de recursos humanos cuenta con una puntuación baja, lo cual permite que se observe a simple vista los problemas en cuanto al personal que labora dentro de la empresa.

5. Finanzas

En el departamento de finanzas la evaluación aplicada muestra que es un área que tiene una puntuación débil debido a los retrasos en los pagos de los clientes.

En la tabla 4, se enlistan factores de impacto detectados en la empresa.

Tabla 4. Factores de impacto

Factor	Valor
Comunicación dentro de la empresa	3 (bueno)
Servicio al cliente	3 (bueno)
Motivación al personal	2 (regular)
Toma en cuenta las observaciones del personal	2 (regular)
Ambiente laboral	3 (bueno)
Confianza	2 (regular)

Fuente: los autores.

Selección del problema de mayor impacto

Dentro de la empresa el problema que se presentó con mayor frecuencia es la falta de motivación de los empleados por lo que se decidió evaluar el departamento de recursos humanos.

En la tabla 5, se presenta la aplicación de los cinco porque para analizar la situación.

Causa: Desmotivación interna de la empresa.

Tabla 5. Aplicación técnica Cinco ¿Por qué?

Número	¿Por qué?	Causa
1	¿Por qué hay desmotivación?	Por falta de apoyo y comunicación en los empleados.
2	¿Por qué no hay apoyo y hay una comunicación deficiente?	Hay una ausencia de reconocimiento de acuerdo al esfuerzo de los trabajadores.
3	¿Por qué no hay un reconocimiento adecuado al esfuerzo de los trabajadores?	Debido que no se ha generado algún programa de reconocimiento.
4	¿Por qué no hay un programa de motivación?	La gerencia no se ha preocupado por la generación del programa.
5	¿Por qué la gerencia no se ha preocupado?	Falta de compromiso por parte de mandos altos

Fuente: los autores.

En la figura 2, se muestra el diagrama de Ishikawa para analizar las causas que originan el problema.

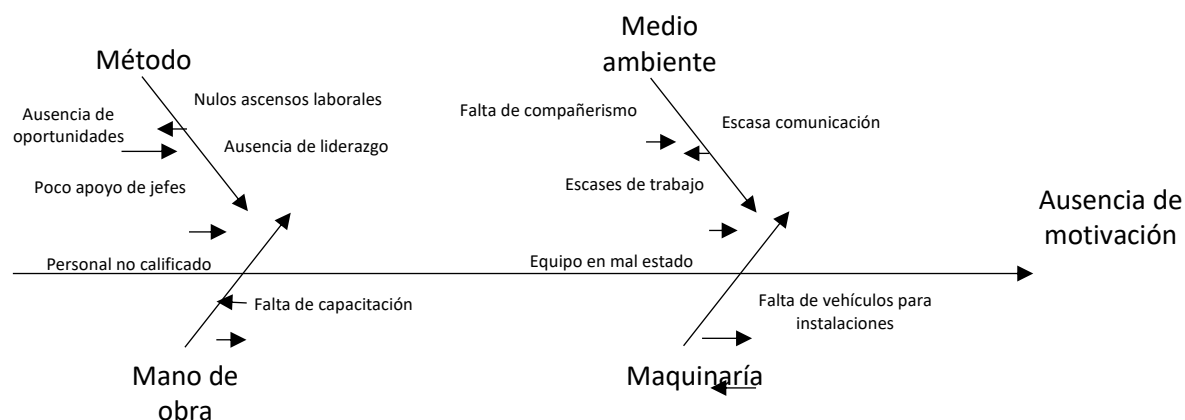


Figura 2. Diagrama de Ishikawa.

Fuente: los autores

Derivado que el sector con más baja puntuación la figura 1 fue recursos humanos, enseguida se presenta una evaluación más detallada de este, las áreas evaluadas fueron: política de recursos humanos, admisión y empleo, sistema de evaluación, comunicación, desarrollo de capacidad y por último bienestar y seguridad.

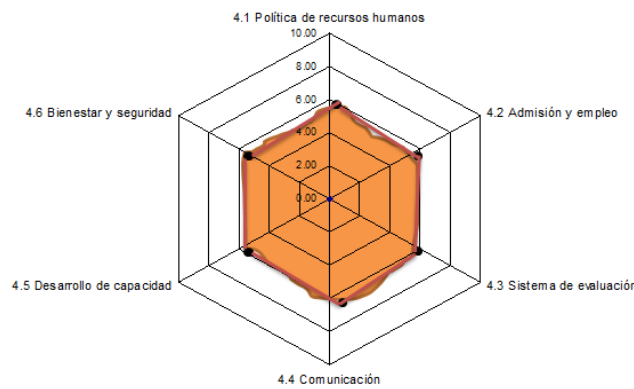


Figura 3. Evaluación por áreas de recursos humanos.

Fuente: los autores

En la gráfica anterior se puede observar que las áreas con más baja puntuación son desarrollo de personal, así como la de bienestar y seguridad.

Plan de asesoría

A través del análisis de los resultados de los diagramas radar que anteriormente se mostraron se encontró que el problema principal es la motivación de los empleados de la empresa, tomando en cuenta este resultado, se encuentra que el efecto que tiene es poco rendimiento, así como fuga de responsabilidades.

Para la estrategia de mejora se hizo uso del ciclo de mejora continua de Edward Deming.

Planear: Hacer un programa de incentivos a los empleados y un análisis de puestos.

Hacer: Generar el programa de incentivos a los empleados, para medir su productividad y crear un documento de análisis de puestos donde se indique responsabilidades de cada uno de los cargos.

Verificar: Analizar a detalle el programa de incentivos para evitar dejar pasar puntos importantes, así como verificar detalladamente el análisis de puestos.

Actuar: Dar a conocer la descripción de cada puesto de trabajo a cada empleado respectivamente y mediante una reunión presentar el plan de incentivos al personal.

Conclusiones

Fue posible realizar el análisis integral a la empresa de servicios de televisión de paga, en la que se encontró al momento de realizar la evaluación que esta presenta problemas en el sector relacionado con los recursos humanos, ya que los empleados no se sienten motivados para ejercer sus funciones, por ello

se dio a la tarea de indagar sobre esta situación; se detectó que la causa que está originando esta problemática es por falta de compromiso de los altos mandos lo cual genera poco rendimiento, así como fuga de responsabilidades.

Se realizó un estudio más detallado del sector recursos humanos y se determinó que los empleados sienten que su desarrollo de capacidad no se está valorando derivado que no se les reconoce su esfuerzo; así como también ellos consideran que su bienestar y seguridad en la empresa está en riesgo.

Por tal motivo se presentó un plan para atacar dichas situaciones y buscar que los empleados estén satisfechos en sus puestos de trabajo de tal manera que cada uno de estos conozca las responsabilidades que se le atribuye a sus puestos así como un programa de incentivos a los trabajadores, con el objetivo de mejorar la situación actual de la empresa de servicios de televisión de paga.

Referencias bibliográficas

- Alarcón, Pavez, Bascuñan & Diethelm (2005). Simpósio Brasileiro de Gestao e Economia de Construcão. Diagnóstico organizacional en empresas constructoras chilenas. pp 1-10 https://www.researchgate.net/profile/Luis_Alarcon2/publication/228371272_Diagnostico_organizacional_en_empresas_constructoras_chilenas/links/02e7e51db431ebfe12000000.pdf
- Ariza & Ramírez. (2007). 6° Jornadas de Innovación y Desarrollo. Herramientas para mejorar la gestión del diseño en PyMEs. Noviembre http://www.inti.gov.ar/prodiseno/pdf/paper_herramientas.pdf
- Franco (2003). Nota científica. Un modelo holístico para la evaluación integral de las empresas. Volumen 11 N° 2 / Julio 2003 pp. 115-130 http://www.proverifica.com/documentos/modelo_holistico.pdf
- Guaipatín, C. (2003). Observatorio Mipyme compilación estadística para 12 países de la región, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington, D. C.
- Instituto Nacional del Emprendedor. (2017). Errores administrativos más comunes del emprendedor <https://www.inadem.gob.mx/errores-administrativos-mas-comunes-del-emprendedor/>
- López (2016). Fracasan en México 75% de emprendimientos. El financiero <https://www.elfinanciero.com.mx/empresas/fracasan-en-mexico-75-de-emprendimientos>
- Navarrete & Sansores (2011). El fracaso de las micro, pequeñas y medianas empresas en Quintana Roo, México: un análisis multivariante. Revista internacional Administracion & Finanzas 4(3).
- Quinquiolo, J. M. (2002). Avaliação da Eficácia de um Sistema de Gerenciamento para Melhorias Implantado na Área de Carroceria de uma Linha de Produção Automotiva. Taubaté/SP: Universidade de Taubaté.

- Saavedra M., Hernández Y. (2008). Caracterización e importancia de las PYMES en Latinoamérica: Un estudio comparativo. *Actualidad Contable* 11(17) 122-134.
- Saavedra M. (2010). Hacia la determinación de la competitividad de la PYME Latinoamericana. XII Asamblea general de ALAFEC, Lima-Perú, 9-12 de noviembre, 29



Estandarización del proceso de auditorías de segunda parte en inocuidad alimentaria caso Global Standards

Standardization of the second part audit project in food safety standards Global Case

Fátima Saldaña-Amaral¹, Celerino de Jesús Mendoza-Azuara², Marco Vinicio Félix-Lerma³

¹ Tecnológico Nacional de México / ITJMMPyH - Campus Mascota, Jalisco, México.

Recibido: 19-11-2019

Aceptado: 12-12-2019

Autor corresponsal: jcelerino87@gmail.com

Resumen

Este artículo describe como se realiza la estandarización del flujo de auditorías de segunda parte en áreas de inocuidad alimentaria en la empresa Global Standars en Guadalajara, Jalisco. La estructura de la investigación parte de la identificación de las necesidades de flujo del proceso de auditorías de segunda parte exclusivo de inocuidad alimentaria mediante un check list, seguidas de las necesidades específicas de cada empresa a la que se le brinda el servicio para posteriormente realizar el diseño de la estandarización de flujo de auditorías guiado de los requisitos de la norma ISO 19011 (2018), como parte final de la investigación se representa la implementación del diseño, evidenciándolo mediante el plan de auditorías y se evalúa mediante el reporte de auditoria, disminuyendo los tiempos de operación generando más auditorias en menos tiempo.

Palabras clave: estandarización, auditorias, inocuidad

Abstract

This article describes how to standardize the flow of second-party audits in food safety areas at the Standards Global company in Guadalajara, Jalisco. The structure of the investigation starts with identifying the flow needs of the exclusive second-part food safety audit process through a check list, followed by the specific needs of each company to which the service to then carry out the design of the audit flow standardization guided by the requirements of ISO 19011 (2018), as the final part of the research is the implementation of the design, evidenced by the audits and is evaluated through the audit report, reducing operating times by generating more audits in less time.

Keywords: standardization, audits, safety

Introducción

La estandarización de un proceso es importante ya que se unifican actividades. De acuerdo con Uquillas et. al. (2018) cuando una organización tiene la oportunidad de verificar que se sigan sus estándares, se está un paso más cerca de alcanzar sus objetivos fundamentales. Mientras se mantiene al día con los requisitos (sector privado) y las necesidades (sector público) de sus clientes. Llanes et. al. (2014) mencionan que la eficiencia del proceso permite evaluar la utilización óptima de los recursos. Arnoletto

(2010) describe que los procesos de trabajo se estandarizan cuando se elaboran y emiten especificaciones o programas de ejecución tales como normas y procedimientos. La aplicación de un proceso o norma por lo general se mide mediante una auditoria. Por su parte Alcívar, Brito & Guerrero (2016) definen a la auditoría como el proceso sistemático de obtener y evaluar los registros patrimoniales de un individuo o empresa, Alatriza (2013) comenta que el procedimiento de la auditoria es un conjunto de pasos del examen a realizarse, planteado y elaborado con anticipación de tal manera que los procedimientos empleados en cada auditoria estén de acuerdo a las circunstancias del examen, Gonzalbes y Medina (2003) segmentan a las auditorias en tres tipos: primera, segunda y tercera parte, donde Cuatrecasas (2010) menciona que las auditorias de primer parte son auditorías internas que se elaboran en su propia empresa a solicitud de la alta dirección. Las auditorias de segunda parte se llevan a cabo por partes que tienen un interés en la organización, tales como clientes o por otras personas en su nombre y las auditorias de tercera parte se llevan a cabo por organizaciones independientes, tales como las que otorgan la certificación/registro de conformidad o agencias gubernamentales tal como se puede constatar en la ISO 19011 (2018).

Las auditorias de segunda parte son de vital importancia para empresas que desean medir a terceros donde indirectamente inciden en su actividad productiva, Fontalvo y Vergara (2010) afirman que la auditoria de segunda parte es la realizada por terceros que poseen interés en la empresa, ya sean clientes u otras personas en su nombre. La norma ISO 22000 proporciona los mecanismos para fortalecer los sistemas de inocuidad en las empresas de la industria alimenticia (Ávila, 2013).

Esta investigación tiene como propósito mostrar el proceso mediante el cual se realizó la estandarización del proceso del flujo de auditorías de segunda parte en áreas de inocuidad alimentaria en la empresa Global Standards Guadalajara, Jalisco. Organismo de certificación y capacitación que realiza auditorias de certificación a proveedores y evaluaciones bajo los requerimientos de diversos estándares internacionales.

Materiales y métodos

Como base principal para el desarrollo de este proyecto se toma como referencia la normativa con la que se trabaja durante el estudio y documentación para la implementación de auditorías de segunda parte en áreas de inocuidad alimentaria. Documentando actividades generadas durante el proceso, definiendo las políticas que establezcan los lineamientos a seguir y el procedimiento a través de diagramas de flujo, proporcionando los documentos electrónicos con procedimientos para la publicación y difusión.

Como actividad inicial se realiza un diagnóstico con las necesidades a mejorar para la estandarización.

Tabla 1. Diagnóstico de oportunidades de mejora.

Actividades	Oportunidad de mejora
Determinar nivel de esquema	Generar un chek list para la determinación de nivel de cada proveedor.
Check list según nivel del proveedor	Generar un chek list específico para auditorias de segunda parte en áreas de inocuidad alimentaria.
Ingreso de proveedores	Diseño de una base para el control de ingreso de proveedores de cada uno de los clientes.
Audidores	Generar perfiles con sus competencias específicas requeridas para auditorias de segunda parte.
Documentación de segunda parte	1. Junta de apertura y cierre 2. Ficha técnica 3. Hoja de resultados (no conformidades y hallazgos) 4. Reporte final de auditoria 5. Carta a proveedores
Plan de auditoria	Generar un plan de auditoria específico para eventos de segunda parte en áreas de inocuidad alimentaria.
Duración de evento y revisión	Especificar días de ejecución de evento, días de revisión y entrega de resultados.
Notificación de NC o hallazgos	Se genera un resultado para cliente y para proveedor notificando lo encontrado en el evento y el tiempo para la solución de sus no conformidades según sea gravedad.
Constancia	Generar constancia de aprobación de auditoria por parte de cliente y casa certificadora

Fuente: Los autores

Posterior al diagnóstico se toma como referencia la metodología para la evaluación de proveedores que es apegada al código de ética de comportamiento conforme a los requerimientos de la norma ISO 19011 (2018) ofreciendo las directrices para conocer la forma correcta de auditar, las referentes a proveedores o de segunda parte.

Tabla 2: Metodología para la evaluación de proveedores.

Metodología general para la evaluación de proveedores	
1	Asignación de ejecutivo de cuenta
2	Programación de auditoria
3	Agenda de auditoria
4	Junta de apertura
5	Desarrollo de auditoria. Apegado al código de ética de comportamiento conforme a los requerimientos de la norma ISO 19011:2018.
6	Conclusiones de auditorías y junta de cierre

Fuente: Los autores

Tabla 3. Parámetros generales de auditoria de segunda parte

Entrada	Desarrollo	Auditoria y seguimiento	Seguimiento final
Solicitud de auditoria	Evaluación	Lista de proveedores	Tracking
Reunión cliente / casa certificadora	Determinación del nivel de hallazgos		Medición
Acuerdo de criterios	Seguimiento de no conformidades		Monitoreo de desempeño
	Lista de verificación		
	Plataforma		
	Calibración de auditores		
	Ejecución de prueba piloto		
	Liberación de prueba		
	Notificación		

Fuente: Los autores

A medida que el proyecto avanza se trabaja con el diseño de un flujo que indicara cada paso explicado de forma detallada sobre lo que se debe seguir para la implementación de las auditorias de segunda parte tomando como referencia la información recolectada durante la aplicación del check list inicial conjuntamente con la determinación de necesidades para así completarlo, estandarizarlo e implementarlo.

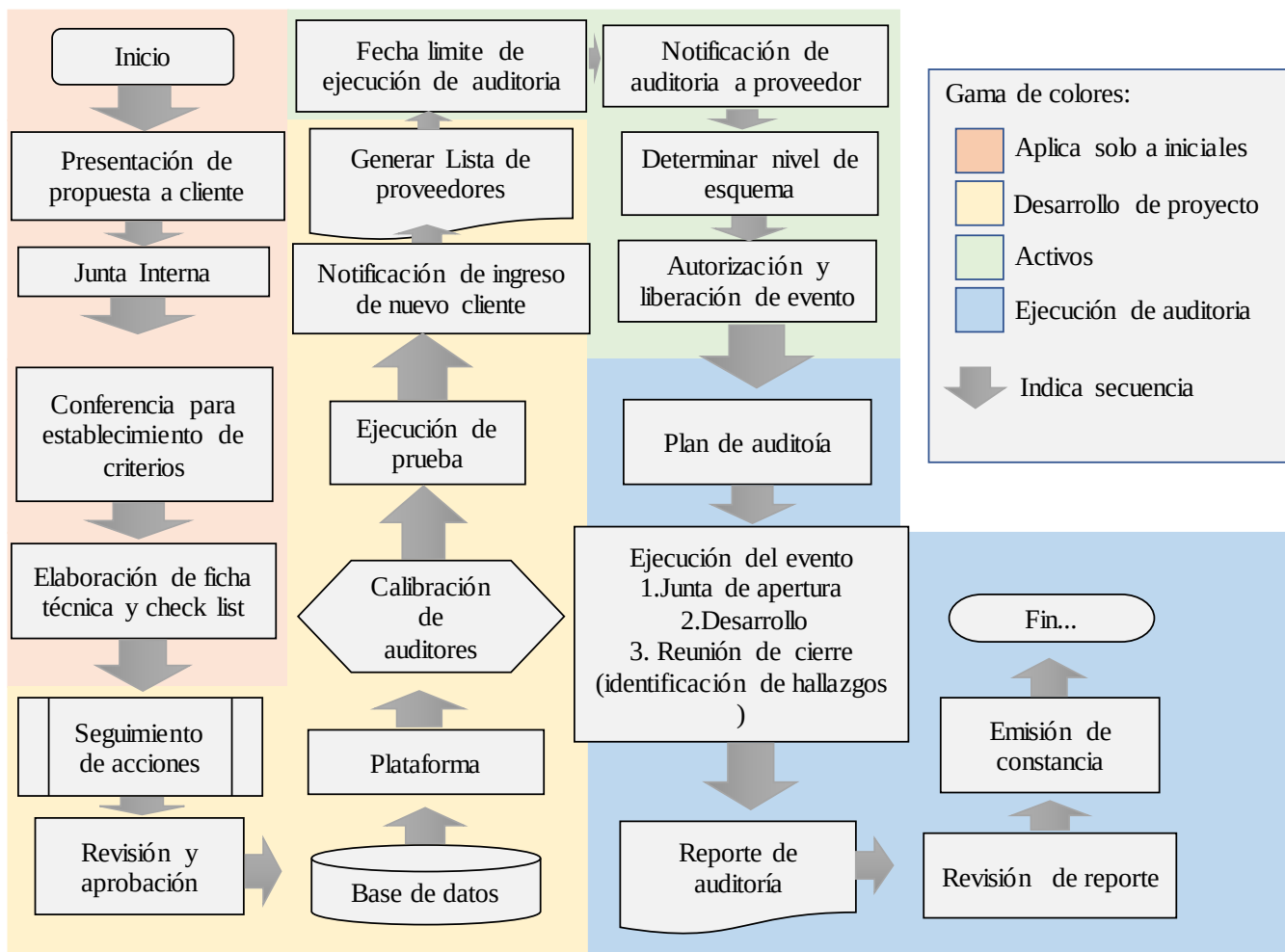


Figura 1: Diagrama del flujo de proceso de auditorías de segunda parte
Fuente: Los autores

Un flujo de proceso estandarizado necesita estar documentado para la correcta aplicación por eso además de un diagrama que valide cada paso se genera una serie de documentos que ayudan a la ejecución de los eventos de segunda parte de forma completa y segura tanto para el cliente como para su proveedor.

Así entonces se genera la documentación faltante para la ejecución de estos eventos;

- Carta general a proveedores
- Ficha técnica
- Hoja de resultados
- Junta de apertura y cierre
- Reporte de auditoria
- Constancia de aprobación

Estos documentos son necesarios para los eventos específicamente de segunda parte en la cadena de suministro de la industria de alimentos, y son diseñados y realizados con bases ya existentes de la industria de alimentos.

Como base se toma de referencia la NORMA Oficial Mexicana NOM-251-SSA1(2009) Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios. Esta Norma se complementa con la siguiente, NOM-127-SSA1 (1994) salud ambiental agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización.

Además, se toma referencia en el sistema de seguridad alimentaria HACCP Apéndice A. Se anexa la Comisión del Codex Alimentarius que se encarga de ejecutar el Programa Conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias, que tiene por objeto proteger la salud de los consumidores y asegurar prácticas equitativas en el comercio de alimentos.

Así como el Sistema de gestión de Calidad ISO 9001 (2015) y las BPM que son un conjunto de directrices establecidas para garantizar un entorno laboral limpio y seguro que al mismo tiempo evita la contaminación del alimento en las distintas etapas de su producción, industrialización y comercialización. Incluye normas de comportamiento del personal en el área de trabajo, uso de agua y desinfectantes, entre otros.

También se toma como guía la Certificación SQF el cual es un programa que proporciona la certificación independiente de que la seguridad de un proveedor de alimentos y el sistema de gestión de la calidad cumple con las normas de seguridad internacionales y nacionales en materia alimentaria.

Incluyendo el Programa SQF que proporciona dos normas basadas en el tipo de proveedor de alimentos: El Código SQF 1000 para los productores primarios y los productores, y el Código SQF (2000) para la fabricación, transformación y sectores de distribución. Ambas se basan en el método y los principios HACCP.

Posteriormente se toma como referencia la FSSC 22000 que es desarrollada por la Fundación para la Certificación de la Inocuidad Alimentaria, FSSC 22000 que representa un nuevo enfoque a la gestión de riesgos de inocuidad alimentaria en toda la cadena de suministro.

FSSC 22000 es aplicable a todos los productos alimenticios, ingredientes alimenticios, y a los fabricantes de materiales de embalaje, independientemente del tamaño, sector, y ubicación geográfica de la organización.

Y por último ISO 22000 Seguridad Alimentaria que es una norma internacional que define los requisitos que debe cumplir un sistema de gestión de seguridad alimentaria para asegurar la inocuidad de los alimentos a lo largo de toda la cadena alimentaria desde la "granja hasta el tenedor".

Ahora bien, es necesario destacar que un flujo estandarizado permite no solo identificar y diagnosticar no conformidades y problemas actuales y potenciales en el proveedor; sino también sugerir acciones para su solución y oportunidades de mejora para incrementar la productividad, facilitando alcanzar el cumplimiento de los objetivos y metas establecidas.

Durante todo el proceso de la metodología se trabajó la aplicación del ciclo Planificar-Hacer-Verificar-Actuar en base a la Norma Internacional ISO 19011 (2018).

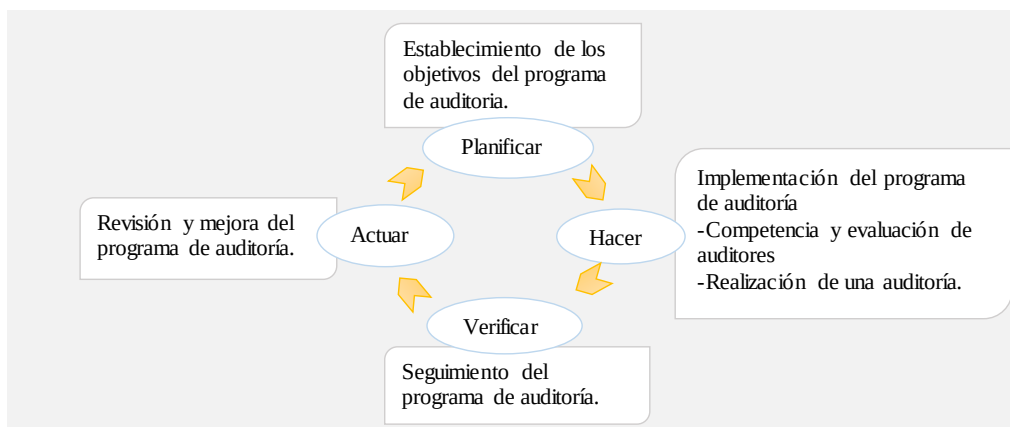


Figura 2: Diagrama para la gestión de un programa de auditoría
Fuente: Tomado la metodología de la norma internacional ISO 19011 (2018)

Una vez generado el diagrama de flujo y la documentación necesaria para la ejecución de eventos se presenta a las empresas que demanden el servicio de auditorías de segunda parte en áreas de inocuidad alimentaria en la empresa Global Standars.

Resultados y discusión

Con la implementación de las herramientas normativas ya mencionadas se logró realizar la estandarización del flujo del proceso de auditorías de segunda parte en áreas de inocuidad alimentaria en la empresa Global Standars, estableciendo cuatro secciones: primera sección que consta de inicio, presentación de propuesta al cliente, junta interna, conferencia para establecimiento de criterios, elaboración de ficha técnica y chek list, seguimiento de acciones y revisión y aprobación. Segunda sección consta de base datos, plataforma, calibración de auditores, ejecución de prueba, notificación de ingreso de nuevo cliente y generar lista de proveedores. Tercer sección fecha límite de ejecución de auditoria, notificación de auditoria a proveedor, determinar nivel de esquema, autorización y liberación de evento. Sección cuatro, plan de auditoria, (ejecución del evento, junta de apertura, desarrollo, reunión de cierre, identificación de hallazgos), reporte de auditoria, revisión de reporte, emisión de constancia, fin del proceso. Obteniendo una guía a seguir para la empresa en la oferta de sus servicios de auditorías a empresas nacionales e internacionales.

Conclusiones

Con la realización de la estandarización del flujo del proceso de auditorías de segunda parte en áreas de inocuidad alimentaria en la empresa Global Standars se concluye que este proceso será utilizado como guía en futuras auditorías, disminuyendo incertidumbres de tiempo y actividades propias de una auditoria para auditores, para las empresas que demanden el servicio tendrán un panorama claro desde el inicio hasta el fin del proceso de auditoría.

Agradecimientos

A la empresa Global Standars Guadalajara, Jalisco

Referencias bibliográficas

Alatrasta, M. A. (2013) Programa de Auditoría. Auditoool. Red de Conocimientos en Auditorías y Control Interno, Auditoool recuperado en <http://www.auditoool.org/travel-mainmenu-32/blogs-mainmenu-55/2028programa-de-auditoria>

- Alcivar- Cedeño, F., & Brito- Ochoa, P., & Guerrero-Carrasco,M., (2016). “Auditoria en las empresas”.
Revista contribuciones a la economía (Julio-Septiembre 2016). Recuperado en
<http://eumed.net/ce/2016/3/auditoria.html>
<http://hdl.handle.net/20.500.11763/CE-3-auditori>
- Arnoletto, E,J. (2010) La gestión organizacional en los gobiernos locales recuperado en
www.eumed.net/libros/2010d/777/
- Àvila Rodríguez,O. F.(2013).Metodología para alinear la ISO 9001:2008 con la ISO 22000:2005: caso
de estudio, Universidad Militar Nueva Granada 2013-11-222015
- Cuatrecasas, L. (2010). Gestión Integral de la Calidad. Implementación, control y certificación. Profit
Editorial.
- FAO/OMS,1995. Comisión de codex alimentarius: manual de procedimiento (novena edición)
FAO,Roma
- Fontalvo-Herrera,T & Vergara-Schmalbach,J. (2010). La gestión de la calidad en los servicios ISO 9001-
2008
- Sistema de gestión de inocuidad alimentaria FSSC 22000
- Gonzalbes, M.; Medina, J. (2003). Auditorias de la Calidad para mejorar su comportamiento. Ediciones
Díaz de Santos, S.A. Madrid. España.
- Análisis de riesgos y puntos críticos de control HACCP apéndice A
- Organización internacional de estandarización ISO 9001 (2015) Sistemas de gestión de la calidad
- Organización internacional de estandarización ISO 9011 (2018) Directrices para la auditoria de los
sistemas de gestión
- Organización internacional de estandarización ISO 22000 Sistemas de gestión de seguridad alimentaria
- Llanes-Font, M., & Godínez, I., & Cira, L., & Moreno-Pino., M, & García-Vidal., G (2014). De la gestión
por procesos a la gestión integrada por procesos. recuperado en
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3604/360433598002>
- NOM-251-SSA1-2009, Practicas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos
alimenticios
- NOM-127-SSA1-1994, Salud ambiental, agua para uso y consumo humano límites permisibles de
calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización
- Seguridad de calidad alimentaria SQF 100
- Seguridad de calidad alimentaria SQF 200

Uquillas-Granizo, G., & Erazo Castillo., & Riera-Riera, B., & Alarcón-Muñoz, N. (2018). Importancia de la auditoria, la gestión de la calidad y productividad en las instituciones públicas y privadas. Revista contribuciones a la economía.



Análisis comparativo de impacto económico y de rentabilidad de un sistema de autonomía de cómputo (ap) vs agricultura tradicional en la producción de papa en el Valle de Guasave, Sinaloa

Comparative analysis of economic impact and profitability of a computer autonomy system (ap) vs traditional agriculture in potato production in the Valley of Guasave, Sinaloa

Andrés Gálvez-Rodríguez^{1,2}, Gilberto Bojórquez-Delgado^{1,2}, Jesús Alejandro Ayala-Aguilar³

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Guasave, Guasave, Sinaloa.

² Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa, Los Mochis, Sinaloa.

³ Universidad Autónoma de Occidente. Guasave, Sinaloa.

Recibido: 13-11-2019

Aceptado: 09-12-2019

Autor correspondal: serdna2002@hotmail.com

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo analizar el impacto económico y la rentabilidad financiera y económica que se tuvo en la siembra de papa mediante la implementación de un sistema de autonomía de cómputo (agricultura de precisión) frente o contra la agricultura tradicional para los productores de la región, en el ciclo agrícola 2018 y 2019 Otoño Invierno (OI) en el valle del municipio de Guasave, Sinaloa. Para el presente estudio se consideraron las condiciones del cultivo en mención en la región del valle agrícola de Guasave, tomando como base la información recabada del cultivo del campo experimental de la agrícola Rabago en el lote denominado “Baja”, con la finalidad de conocer su impacto económico generado en los indicadores de Beneficio/Costo (B/C), el Punto de Equilibrio (PE) y Tasa Interna de Retorno (TIR), mediante la implementación de la agricultura de precisión. En función a este análisis de sensibilidad de estos indicadores y considerando el panorama local, nacional e internacional se llegó a la conclusión de que implementando el sistema de autonomía de cómputo frente o contra la producción en el cultivo tradicional de papa es altamente rentable, ofreciendo una alternativa de negocio para los productores del valle agrícola de Guasave, Sinaloa.

Palabras clave: Papa, Punto de Equilibrio, Beneficio/Costo y Tasa Interna de Retorno

Abstract

The purpose of this study is to analyze the economic impact and the financial and economic profitability of potato sowing through the implementation of a system of computer autonomy (precision agriculture) against or against traditional agriculture for the producers of the region, in the agricultural cycle 2018 and 2019 Fall Winter (OI) in the valley of the municipality of Guasave, Sinaloa. For the present study the conditions of the crop in question in the region of the agricultural valley of Guasave were considered, based on the information gathered from the cultivation of the experimental field of the agricultural Rabago in the lot called “Baja”, in order to know its Economic impact generated in the Profit / Cost (B / C) indicators, the Balance Point (PE) and Internal Rate of Return (IRR), through the implementation of precision agriculture. Based on this sensitivity analysis of these indicators and considering the local, national and international panorama, we conclude that implementing the computer autonomy system against or against production in the traditional potato crop is highly profitable, offering an alternative of business for the producers of the agricultural valley of Guasave, Sinaloa.

Keywords: Potato, Balance Point, Benefit / Cost and Internal Rate of Return

Introducción

La papa o patata (*Solanum tuberosum*) es una planta perteneciente a la familia de las solanáceas originaria de Sudamérica y cultivada por todo el mundo por sus tubérculos comestibles. Su consumo fue creciendo y su cultivo se expandió a todo el mundo hasta convertirse hoy día en uno de los principales alimentos para el ser humano. (Hawkes, 1990).

Según la FAO después del trigo, maíz y arroz, el cultivo de papa tiene una gran importancia para la alimentación mundial (FAO, 2012). China es el que destina la mayor superficie para la producción de papa con 56,472 km²/año mientras que México ocupa el lugar número 44 del ranking mundial con 614.1 km²/año con una producción de 1.679 millones de toneladas métricas por año ubicando al país en el lugar número 35 de producción a nivel mundial, los estados de Sinaloa y Sonora son los principales productores de este cultivo llegando a establecerse en Sinaloa 14 000 ha-1 anualmente, los mexicanos consumen 1.818 millones de toneladas métricas anuales de papa. (22 por ciento de la superficie nacional) (SIAP-SAGAR, 2018).

El municipio de Guasave, Sinaloa es considerado como una zona de alta producción agrícola de México por su gran variedad de microclimas es compatible con una gran diversidad de cultivos. Guasave es una ciudad del estado mexicano de Sinaloa; es la cuarta en orden de importancia en el estado y cabecera del municipio del mismo nombre. Está situada en la llanura costera del Pacífico, a la entrada del golfo de California y en el corazón de una rica región agrícola, es considerada el "Corazón Agrícola de México". Fue fundada hace más de 400 años y es considerada como la frontera norte de Mesoamérica, el cruce entre Mesoamérica y Aridoamérica. (Geografía, Principales resultados por localidad, 2010). El desarrollo y el avance del municipio de Guasave se refleja principalmente en el sector primario, principalmente la agricultura, donde se cuenta con productores con alta tecnología y hasta aquellos de subsistencia.

Agricultura de precisión

Según la reciente definición de National Research Council de los EEUU, la agricultura de precisión es un conjunto de técnicas de cultivo que utiliza tecnologías de la información para ajustar el uso de semillas y agroquímicos considerando la diversidad del medio físico y del medio biológico (NRC, 1997). Esto conlleva una reducción de los costos de producción y una gestión agrícola más respetuosa con el medio este principio tiene, en principio, un atractivo indudable. Pocos se opondrían a una filosofía de manejo que trata de engarzar los insumos aportados con las necesidades exactas. Además, esta filosofía se ajusta perfectamente a los principios científicos de la gestión del suelo, cultivos y plagas.

Ahora en el presente artículo se aborda un comparativo sobre el impacto económico que se generaría en el valle agrícola de Guasave por la implementación de alternativas tecnológicas conocidas como agricultura de precisión con lo que se busca la disminución de los costos de producción y el incremento de la rentabilidad de la papa en el mercado de este producto. Cabe mencionar que La agricultura es uno de los principales motores económicos del medio rural que, con el paso del tiempo y la aparición de mercados competitivos, requiere de innovación y mejora de la producción de sus productos (Martínez-Cebrian, 2012) frente a la que se conoce como agricultura tradicional misma que corresponde a los procesos de cultivos sin la implementación de agricultura de precisión.

Para lo cual se ven a nivel económico, los costos directos de producción de papa (cercano a los 8 millones de pesos por fanegada) corresponden en 50% al uso de agroquímicos, distribuidos en fertilizantes (25%), insecticidas (18%) y fungicidas (7%). Por ello, el uso inadecuado y excesivo de los agroquímicos no solo pone en riesgo la salud de los consumidores, sino también el bolsillo de los productores. (Borráez, 2011).

Materiales y métodos

La presente investigación se realizó dentro del campo agrícola propiedad de la agrícola Rábago, en el lote denominado “Baja” ubicado en carretera Internacional México 15, a la altura de Adolfo Ruiz Cortines en el municipio de Guasave del estado de Sinaloa, sus coordenadas geográficas son 25° 31' 33.47” latitud norte del trópico de cáncer y 108° 22' 47.24" longitud oeste del meridiano de Greenwich. (Figura 1) y durante los ciclos agrícolas otoño-invierno 2017-2018 y 2018-2019 de una superficie de 72.25 hectáreas, La semilla de papa utilizada fue de la variedad Fiana,

Este proceso se consideró para conocer los costos de producción de la cosecha, preparación del terreno, siembra, fertilización, control de plagas y enfermedades biológicas y cosecha, así como el más reciente rendimiento (producción/hectárea) e ingresos obtenidos por venta por tonelada de papa los cuales se establecieron de la siguiente manera como lo muestra la figura 1. Con la información obtenida, se calcularon los indicadores económicos de la producción de papa (*Solanum tuberosum*). Muñante (1997) afirma que existen dos tipos de indicadores económicos, de los cuales el valor actual neto (VAN), relación beneficio-costos (B/C) y tasa interna de retorno consideran el valor del dinero en el tiempo. Estos indicadores se calcularon empleando el rendimiento (producción agrícola/hectárea) y el ingreso por venta de producción; se consideraron disminuciones en ambas variables para analizar el impacto que tendrían en la ganancia. Para procesar los datos se emplearon Excel™ 2010.

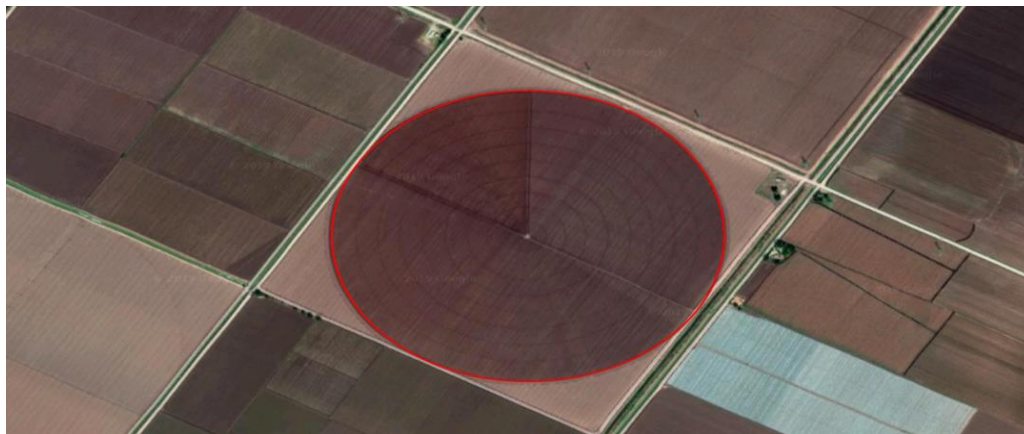


Figura 1. Ubicación geográfica de campo “Bajas” de agrícola Rábago.
Fuente: los Autores (Google maps)

Resultados y discusión

La figura 2 muestra una tasa interna de retorno de la agricultura de tradicional es de 154%, en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum*) y para la agricultura de precisión (AP) es de 218% lo que nos indica que tanto la agricultura de precisión como la agricultura tradicional de este tubérculo en los 4 meses tienen un rendimiento considerable aunque como apreciamos este es mayor en la agricultura de precisión que representa un periodo de producción igual en un periodo de producción. Ahora lo que nos muestra la figura 3 es la relación beneficio/costo (B/C) para cada uno de los cultivos tanto de precisión como tradicional, bajo las condiciones propias de cada cultivo, dándonos como resultados que en el caso del de agricultura tradicional por cada peso que se invierta se obtiene 2 pesos con 43 centavos de ganancia frente al de agricultura de precisión (AP), que por cada peso que se invierta se obtienen 3 pesos con 83 centavos de ganancia.

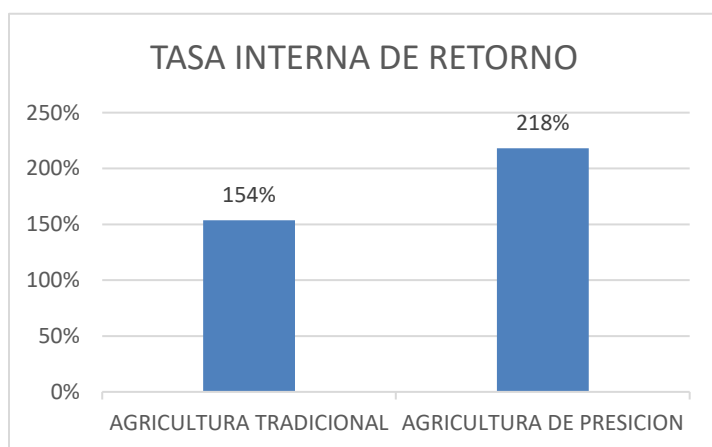


Figura. 2 Tasa interna de retorno
Fuente: Elaboración propia

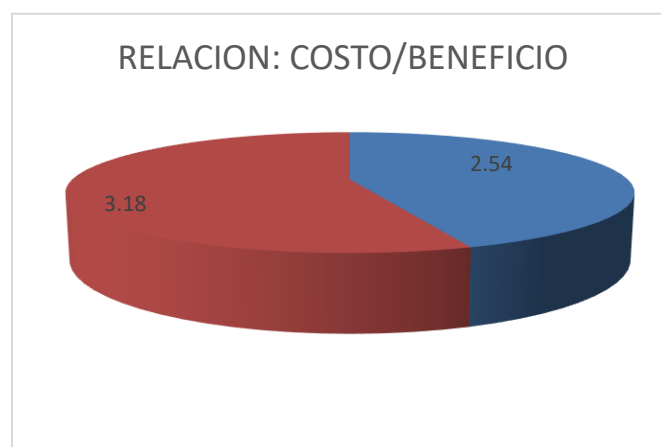


Figura. 3 Relación costo beneficio
Fuente: Elaboración propia

Ahora en la figura 4, en el cultivo de este tubérculo mediante agricultura tradicional nos indica que con \$ 77,854.94 se cubren costos y gastos, con el 33% de la inversión no se pierde ni se gana, para el caso del mismo cultivo pero mediante la agricultura de precisión(AP) son \$75,268.04 con un 28% no se pierde ni se gana.

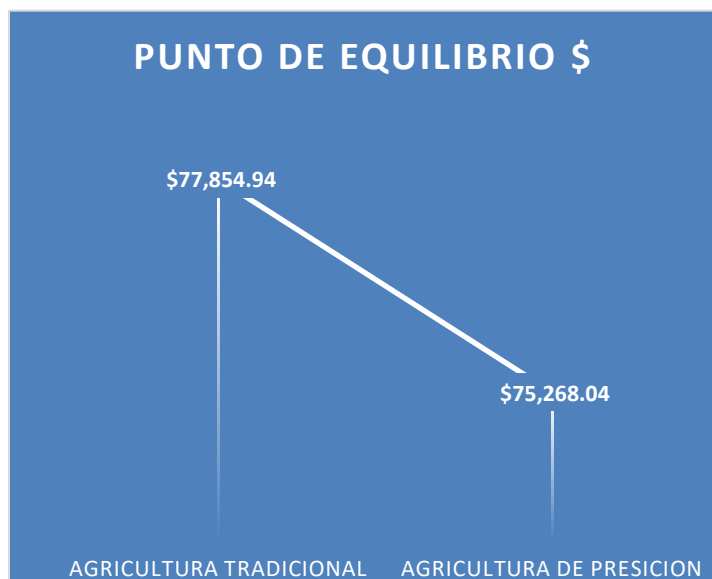


Figura. 4 Punto de equilibrio \$
Fuente: Elaboración propia

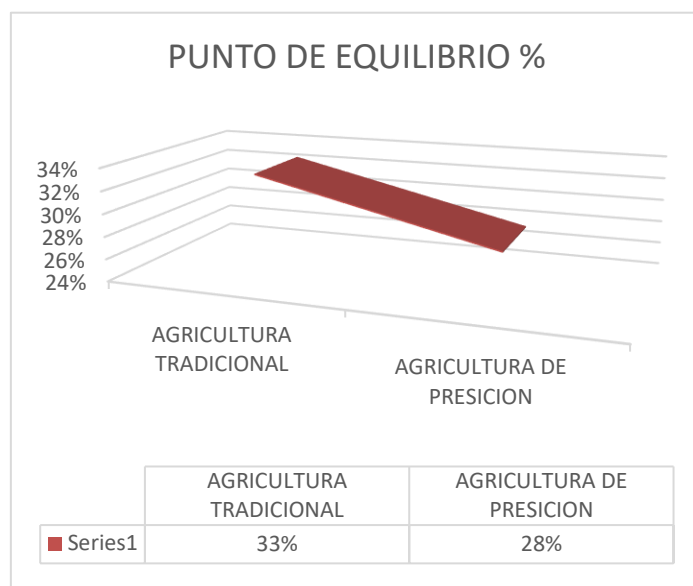


Figura. 5 Punto de equilibrio %
Fuente: Elaboración propia

Para la figura 6 podemos observar en estos cuadros comparativos la inversión, los ingresos y los beneficios de los cultivos en los cuales se visualiza una gran diferencia.

Además de los indicadores antes presentados, se calculó la TIR como una herramienta de apoyo para la toma de decisiones de inversión.

En todo momento, los indicadores de margen de seguridad B/C, TIR y punto de equilibrio mantienen un comportamiento similar; esto es, a mayor margen de seguridad, mayor es la razón B/C es grande, además la TIR se presenta como aceptable sin dejar de mencionar lo correspondiente al punto de equilibrio.

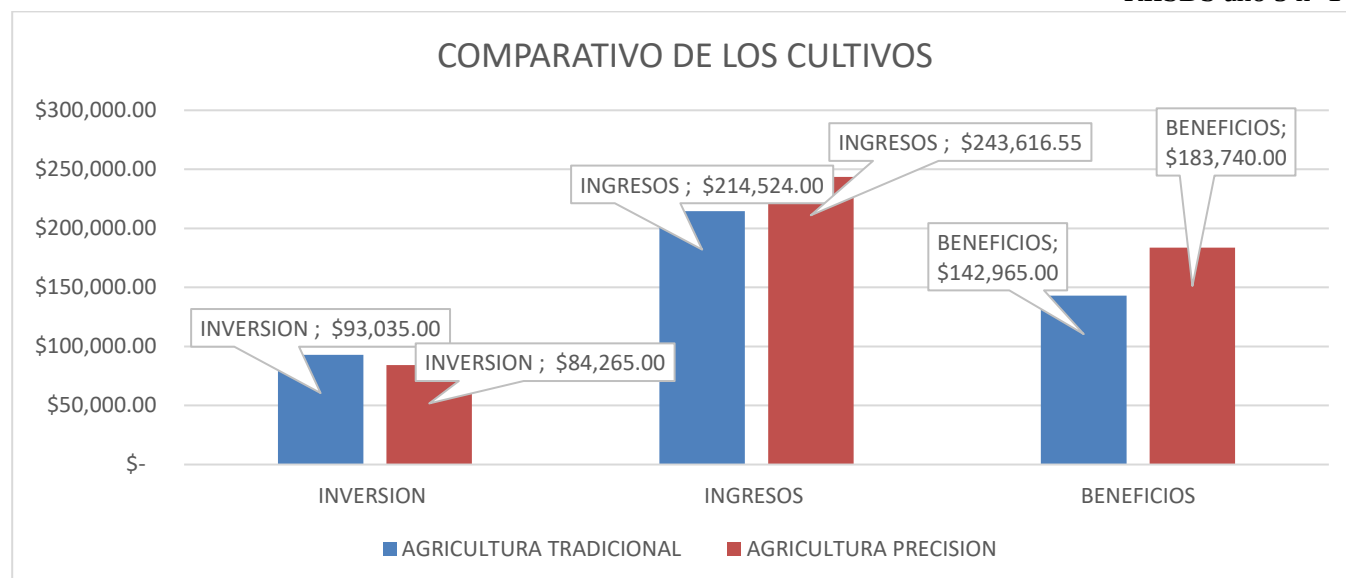


Figura. 6 Comparativo de los cultivos
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con los resultados obtenidos de los dos cultivos de este tubérculo uno mediante agricultura tradicional y el otro mediante agricultura de precisión de los cuales el tradicional presenta los menores indicadores de B/C, Margen de utilidad y de rentabilidad; esto se debe a que el uso de tecnología satelitales, drones al igual que estaciones meteorológicas y los diseños de algoritmos matemáticos en inteligencia artificial representa una ventaja para los productores de papa de la región.

En esta investigación, se consideraron los costos de la preparación del terreno, siembra, fertilización, labores de siembra, riegos, control químico y cosecha de los mismos, sin embargo, es necesario realizar estudios por cada cultivo en el que se contemplen con mayor detalle la diversidad de sus actividades culturales.

Aunque se plantearon algunos cambios que afectan la ganancia de estos cultivos, pueden realizarse futuros trabajos considerando cambios en el precio de venta, el incremento en el rendimiento y el acceso para transferencia tecnológica. Otro aspecto importante a considerar es el ingreso, por lo que es necesario analizar la rentabilidad del cultivo. También es necesario cuantificar el potencial de producción en la zona y cómo podrían desarrollarse a partir del uso de nuevas tecnologías en las cadenas de valor en la región, considerando la ubicación estratégica de la región y las expectativas de crecimiento del mercado de la papa a nivel mundial.

Conclusiones

En este documento se presentó el análisis económico de la producción de papa (*Solanum tuberosum*) de para mediante el proceso de producción tradicional y por el otro lado mediante el uso de tecnología al cual se le conoce como agricultura de precisión lo que durante el periodo que comprende el ciclo agrícola Otoño Invierno (OI) 2017-2018 y 2018-2019 en el valle agrícola de Guasave, Sinaloa., Los indicadores de TIR, B/C Y PE fueron analizados encontrando que varían en función de los factores de cultivo, como lo son la preparación del terreno, siembra, fertilización, labores de siembra, riegos, control químico y cosecha. Además, demuestran que esta actividad es factible y redituable sembrar mediante la agricultura de precisión presentando una mayor rentabilidad del mismo.

La información obtenida se integró de forma que se observen los indicadores económicos en función de las condiciones de siembra y posibles cambios en el rendimiento, la cual puede emplearse para mostrar una alternativa a los productores agrícolas de la región del valle de Guasave además de motivar a la inversión para la mejora de la productividad.

Agradecimientos

A la Agrícola Rabago, al Ingeniero Epolito Ceballo Andrade y Ingeniero Julio Guadalupe Pacheco Ayala por el apoyo prestado para realizar esta investigación y por haber proporcionado la oportunidad de utilizar parte del terreno del campo denominado “Baja”, además de por haber proporcionado la semilla y otros insumos necesarios para poder realizar dicha investigación. Al igual que al Instituto Tecnológico Superior de Guasave y la Universidad Autónoma Indígena de México.

Referencias bibliográficas

Borráez, A. (8 de Oct de 2011). Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de Universidad Nacional de Colombia: <http://www.unperiodico.unal.edu.co/dper/article/detectan-excesode-quimicos-en-cultivos-de-papa.html>

Geografía, I. N. (2010). Principales resultados por localidad.

Hawkes, J. G., 1990. The potato: evolution, biodiversity and genetic resources. Belhaven Press, London, UK

Martínez-Cebrian M.C. Incorporación de tecnologías de información territorial en una explotación agraria de secano ante la práctica de agricultura de precisión. (2012). *Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA)*, p.25-132.

MUÑANTE, P.D., *Formulación y evaluación de proyectos*. México: SEP-SEIT-DGETA, 1997.

NRC (National Research Council). 1997 Precisión agriculture in the 21th Century. National Academy Press. Washington D.C. 149 pp.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 2012. Statistical Yearbook 2012 World Food and Agriculture. Food Agricultural Organization of The United Nations. 366 p.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural (SAGAR). 2018. Disponible en www.gob.mx/siap y www.infosiap.siap.gob.mx



Enfriador de vacunas ganaderas

Cooler of cattle vaccines

Raúl Hernández-Rivera¹, Juan Francisco López-García¹, Leodegario Gonzalo Aguilera-Hernández¹

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz, México.

Recibido: 09-11-2019
Aceptado: 12-12-2019

Autor corresponsal: rulo.tv18@gmail.com

Resumen

En el presente trabajo se describe el diseño y la implementación de un prototipo enfriador de vacunas para ganado (ENVAG), el cual tiene como finalidad monitorear la cadena de frío, el cual consiste en asegurar que las vacunas sean conservadas debidamente dentro de rangos de temperatura establecidos, para que mantengan sus propiedades originales garantizando un producto útil, capaz de proteger contra las enfermedades inmunoprevenibles, desde el fabricante hasta el usuario final. El enfriador consta de una tarjeta de adquisición de datos, un sensor de temperatura, un componente refrigerante, celda Peltier, y la computadora. El sistema mide la temperatura dentro del enfriador a través del sensor y la tarjeta Arduino, esta a su vez manda los datos a la computadora para ser procesados en el software NetBeans, el cual es el encargado de generar la hoja de datos para realizar la gráfica con el historial de la curva de enfriamiento correspondiente durante el proceso de almacenamiento y transporte de las vacunas. Como resultado de evaluar el prototipo se toman 9830 muestras en un periodo de aproximadamente de 42 min, tiempo en el cual el enfriador alcanza la temperatura de entre 2 °C y 8 °C.

Palabras clave: Vacunas, cadena de frío, temperatura, celda Peltier, Arduino.

Abstract

This paper describes the design and implementation of a cattle vaccine prototype cooler (ENVAG), which aims to monitor the cold chain, which is to ensure that vaccines are properly conserved within temperature ranges established, so that they maintain their original properties, guaranteeing a useful product capable of protecting against vaccine-preventable diseases, from the manufacturer to the end user. The cooler consists of a data acquisition card, a temperature sensor, a refrigerant component, Peltier cell, and the computer. The system measures the temperature inside the cooler through the sensor and the Arduino card, this in turn sends the data to the computer to be processed in the NetBeans software, which is responsible for generating the data sheet to make the graph with the history of the corresponding cooling curve during the process of storage and transport of the vaccines. As a result of evaluating the prototype take 9830 samples in a period of approximately 42 min, time in which the cooler reaches the temperature between 2 °C and 8 °C.

Key words: Vaccines, cold chain, temperature, Peltier cell, Arduino.

Introducción

México se encuentra en unos de los primeros 5 lugares con más exportación de ganado y productos derivados de los animales. Es por eso que el cuidado de los animales se debe de realizar con las herramientas necesarias para el manejo de medicamentos especiales que requieren un cierto grado de enfriamiento. La falta de equipamiento para el traslado correcto de los medicamentos y vacunas ganaderas podría causar una pérdida de importantes de ganado para el país.

Cuando hablamos de vacunas y vacunaciones el concepto de Cadena Fría se utiliza comúnmente en la práctica clínica, sin embargo, surgen algunas preguntas como: ¿qué implica? ¿cómo se lleva acabo?

Dado que las vacunas y otros medicamentos, son productos termolábiles, su eficacia depende de las medidas correctas de conservación que se deben aplicar desde la fabricación, el almacenaje y la distribución. Éstas, deben ser metódicas y bien conocidas por todas las personas que están involucradas con todo este proceso (Castro, 2016).

El transporte y el manejo adecuado de las vacunas y/o medicamentos es de total importancia para proteger la sanidad agropecuaria. Se conoce que las vacunas son productos que se deben mantener en un rango de temperatura entre 2° y 8 °C, de no ser así, van perdiendo efectividad hasta llegar al punto de una total inactividad (Patiño Acevedo, Villar Vega, Isaza Escobar, & Matta López, 2016).

En 2016, William Broadway creó una especie de micro-congeladora de vacunas, que posee una mezcla de agua y amoníaco que al mezclarse se obtiene un efecto refrigerador, llamado efecto higroscópico (Broadway, 2016).

La arquitecta en diseño industrial Kassandra Marlen rediseñó la hielera de vacunación convencional en un dispositivo con la función principal de conservar la temperatura idónea, así como, asegurar el correcto traslado hasta las unidades de vacunación, contiene dos apartados con una tapa en cada uno para evitar la fuga de frío y con tres enfriadores internos para la conservación de la temperatura mediante el gel enfriador Controlice AG y además, cuenta con un termómetro digital en la parte superior de la estructura (Otero, 2016).

En la actualidad, el traslado de dichas vacunas se realiza en hieleras de poliestireno de uso común con hielo o bolsas térmicas dependiendo únicamente de estos dispositivos para mantener una temperatura que debe mantenerse en un rango específico acorde al medicamento en cuestión y la degradación de dichos fármacos.

El enfriado de vacunas ENVAG ganaderas es un producto dirigido a las personas especializadas y capacitadas para el uso aplicación de medicamentos y accesible para cualquier zona del país.

Materiales y métodos

El diseño y fabricación del prototipo enfriador de vacunas para ganado (ENVAG) se realizó en el departamento de Ingeniería Mecatrónica, en las instalaciones del Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca. El prototipo cumple con la tarea del monitoreo de la cadena de frío de las vacunas para ganado bovino, desde que sale del almacenamiento en la veterinaria hasta llegar a la aplicación en campo.

El sistema consta de una serie de componentes para cumplir con la función de un sistema compacto y fácil de transportar: Espacio de almacenamiento, suministro de energía, control de temperatura, refrigeración a través de una celda Peltier, adquisición de datos a través de la tarjeta Arduino Nano y la visualización e interpretación de temperatura utilizando plataforma NetBeans, véase Figura 1.

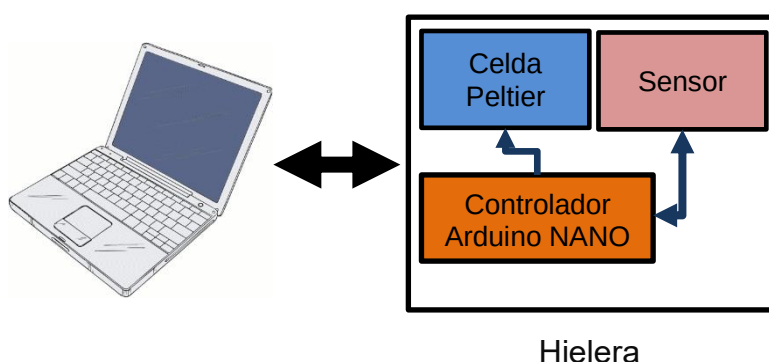


Figura 1. Diagrama a bloques de la enfriadora de vacunas para ganado.
Fuente: Propia.

Sistema de refrigeración: Es un kit de refrigeración termoeléctrica con una celda Peltier de 6 A, la cual requiere 12 V de suministro de energía y con un poder de refrigeración Q_c máx. de 50 a 60 W, El kit cuenta con disipador de calor el cual, está conformado de un radiador de calefacción y un ventilador de alto flujo.

Sistema de adquisición de datos y control: Está integrado por: una tarjeta Arduino Nano, un sensor de temperatura, una celda Peltier y la computadora. Este sistema su función principal es el monitoreo de la cadena de frío en la etapa de distribución, con la finalidad de mantener a una temperatura determinada las vacunas desde que salen de la clínica veterinaria hasta que llegan al usuario final.

Como primer paso se desarrolla un programa en la plataforma Arduino que toma las muestras de temperatura del interior del enfriador de vacunas, Figura 2.



```

ENVAG_CADENA_FRIA$
// Incluimos libreria
#include <DHT.h>

// Definimos el pin digital donde se conecta el sensor
#define DHTPIN 2
// Dependiendo del tipo de sensor
#define DHTTYPE DHT11

// Inicializamos el sensor DHT11
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);

void setup() {
  // Inicializamos comunicacion serie
  Serial.begin(9600);
  // Comenzamos el sensor DHT
  dht.begin();
}

void loop() {
  // Leemos la temperatura en grados centigrados (por defecto)
  float t = dht.readTemperature();
  Serial.println(t);
  delayMicroseconds(30);
}

```

Figura 2. Programa en Arduino para medir la temperatura.
Fuente: Propia.

Una vez tomada la muestra de la temperatura en el interior de la enfriadora de vacunas, se envía a la computadora a través del protocolo USB, para ser almacenada en un archivo .csv para su posterior análisis e interpretación en NetBeans, como lo muestra la Figura 3.

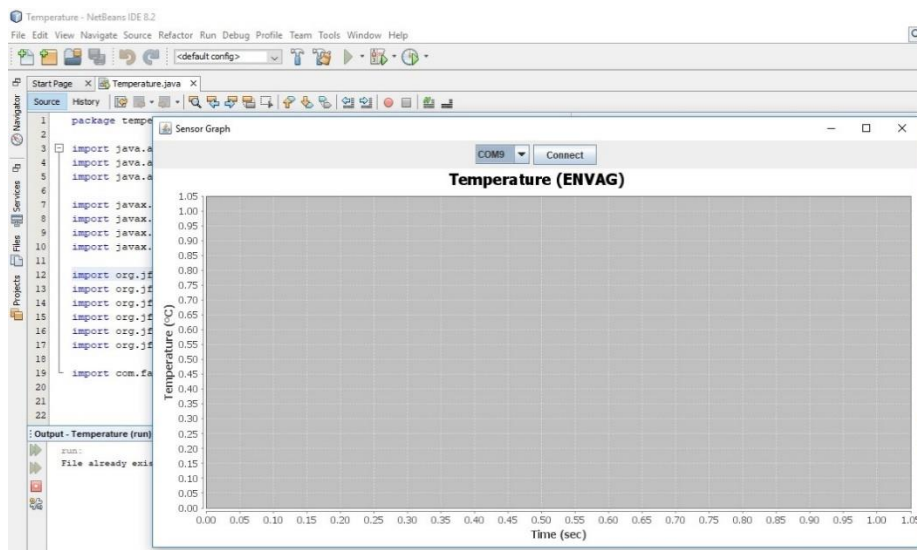


Figura 3. Interfaz en NetBeans para almacenamiento e interpretación de los datos.
Fuente: Propia.

Resultados y discusión

Ya integradas cada una de las partes del prototipo enfriador de vacunas de ganado, se realizan las pruebas de funcionamiento, se toman 9830 muestras de temperatura en un periodo aproximado de 42 minutos el 23 de mayo de 2018, de los cuales se obtienen los datos mostrados en la Tabla 1.

Tabla 1. Monitoreo de la Temperatura dentro de la ENVAG

<i>MEDICIÓN</i>		
<i>miércoles 23.05.18</i>		
<i>Time</i>	<i>Datanumber</i>	<i>Temperature</i>
09:32:39	2	22
09:33:23	182	21
09:38:12	1318	20
09:41:55	2198	19
09:42:21	2302	18
09:42:42	2382	17
09:43:02	2462	16
09:43:20	2534	15
09:43:43	2622	14
09:44:13	2742	13
09:44:48	2878	12
09:45:32	3054	11
09:46:25	3262	10
09:47:14	3454	9
09:48:25	3734	8
09:49:52	4078	7
10:05:59	7886	6
10:09:52	8806	5
10:14:12	9830	4

Fuente: propia.

Una vez que sean descargado la serie de datos y generado el archivo .csv, estos son organizados en una hoja de cálculo, y tomando como variable de la abscisa al tiempo en minutos y la ordena la temperatura, se grafica la prueba de enfriamiento de la ENVAG, como lo muestra la Figura 4.

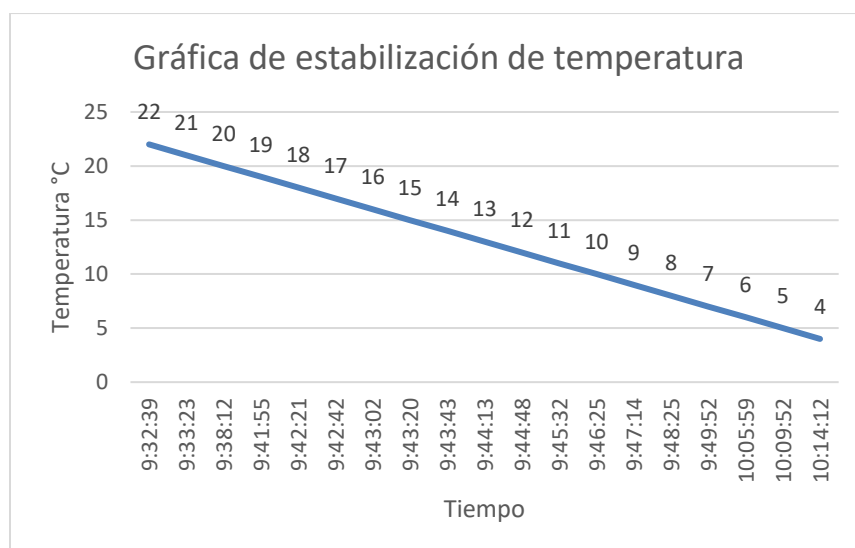


Figura 4: Curva de enfriamiento de la ENVAG (Fuente:propia)

De acuerdo a la gráfica mostrada en la Figura 4, se puede observar la estabilización de la temperatura dentro de enfriador el cual se mantiene en el rango de 4°C – 8°C recomendado para garantizar la integridad y la potencia inmunizante de las vacunas ganaderas, generando efectividad y eficacia en la aplicación.

Con base a encuestas aplicadas a ganaderos de la región con respecto al transporte y aplicación de las vacunas al hato bovino en su mayoría no manejan la cadena de frío según a las NOM Zoosanitarias de la SADER (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural) en concordancia con la normatividad internacional, pues un manejo medianamente cumplido como lo menciona (Pérez, Moreno, & García, 2012), es aquella intervención mínima de las normas en el control de la cadena de frío donde hay desconocimiento por el cual no se cumple al máximo el manejo de dichas normas. Esto se debe en primer lugar a un conocimiento precario de los procesos de conservación de los biológicos mediado por la cadena de frío. Según (Ortega, y otros, 2007), donde nos da a conocer en su estudio las deficiencias importantes en el mantenimiento de la cadena de frío de las vacunas, que ponen en riesgo la efectividad y la eficacia de los programas de inmunización. Por otro lado, (Fernández Fernández, 2008), afirma que la cadena de frío es necesaria para garantizar la integridad y potencia inmunizante de las vacunas desde su fabricación hasta su administración. Es por eso que indica que los programas de vacunación no son suficientes si no se toma en cuenta un correcto manejo de la cadena de frío. Al respecto (Rufino, 2002), refiere que los termos en la cadena de frío son también un sistema de transporte, almacenamiento y distribución de las vacunas en las condiciones térmicas recomendadas, de modo que garantiza el mantenimiento de la potencia inmunizante de las vacunas, así como minimizar sus posibles reacciones adversas, las vacunas deben conservarse en frío (2-8°C) y al abrigo de la luz. Actualmente el traslado de

dichas vacunas se realiza en hieleras de poliestireno de uso común con hielo o bolsas térmicas dependiendo únicamente de estos dispositivos para mantener una temperatura que debe mantenerse en un rango específico acorde al medicamento en cuestión y la degradación de dichos fármacos. Por lo tanto, el enfriador de vacunas ganaderas ENVAG, tiene la ventaja con respecto a las hieleras de polipropileno que mantiene controlada la temperatura interna en un rango de 2 °C a 8 °C, lo cual con asegura que las vacunas sean conservadas debidamente dentro de rangos de temperatura establecidos. El sistema enfriador guarda el historial de las mediciones realizadas durante el traslado de los medicamentos y vacunas, con la finalidad de asegurar que las vacunas mantengan sus propiedades y sean útiles al momento de la aplicación.

Conclusiones

Con respecto a los datos obtenidos del enfriador de vacunas ENVAG, en el cual se muestran el historial del comportamiento dentro del enfriador, se puede observar que la temperatura se encuentra dentro del rango (2°C a 8°C) que marca las NOM Zoosanitarias de la SADER y la normatividad internacional, derivado de este resultado se garantiza la integridad y potencia inmunizante de las vacunas desde su fabricación hasta su administración en los hatos ganaderos de la región.

Referencias bibliográficas

(s.f.).

Broadway, W. (15 de Septiembre de 2016). *BBC*. Recuperado el 2018, de News Mundo: www.bbc.com/mundo/noticias-37373364

Castro, L. C. (2016). Manejo de biológicos: Cadena Fría. *Publicación Trimestral de Actualización Científica y Tecnológica N° 18 por VIRBAC México*, 1-7.

Fernández Fernández, M. V. (2008). *Conservación y aprovisionamiento de vacunas*. España: Gobierno de España.

Ortega, P., Astasio, A., Albaladejo, R., Arrazola, P., Villanueva, O., & Juanes, P. (2007). Mantenimiento de la cadena de frío para las vacunas: una revision sistematica. *Gaceta Sanitaria*, 1.

Otero, K. M. (25 de Mayo de 2016). Dispositivo de transporte para equipo de vacunación en campaña. San Nicolás de los Garza, Nuevo León, Mexico.

- Patiño Acevedo, J. M., Villar Vega, H. F., Isaza Escobar, R. A., & Matta López, S. A. (2016). Aplicación: Nanocompuesto de grafeno para mejora de la cadena de frío en el transporte de vacunas. *Revista EIA*, 59-67.
- Pérez, R., Moreno, & García, V. (2012). *Cadena de frío: distribución de producto de ensayos clínicos*. Obtenido de Centro de Inmunología Molecular (CIM): http://files.sld.cu/revfarmacia/files/2012/10/010_cadena_de_frio_aprobado.pdf
- Rufino, G. J. (2002). Conservación de las vacunas: la cadena de frío. *Grupo de prevención de enfermedades infecciosas del PAPPS*, 10.



Modelo de inventarios para el control de pedidos en una empresa comercializadora de uniformes escolares

Inventory model for order control in a uniform trading Company

Javier Cruz-Cruz¹, Zayda Camargo-Guzmán¹, Norberto Rocha-Cardenas¹, Fabiola Sánchez-Galván¹, Horacio Bautista-Santos¹⁻²

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz, México.

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Chicontepec, Veracruz, México.

Recibido: 10-11-2019

Aceptado: 12-12-2019

Autor corresponsal: jccruz20@hotmail.com

Resumen

Tradicionalmente el modelo EOQ, así como la clasificación ABC, son realizadas en empresas con el objetivo de crear un control de inventarios para todos los productos que pertenezcan a una misma categoría. En el presente trabajo se aplicó el análisis ABC, junto con el modelo de cantidad optima de pedido (EOQ), para conocer el impacto de la demanda de los productos, así como administrar el inventario de forma segura y sugerir mejoras para las actividades futuras con el propósito que la empresa tenga un adecuado control y un buen funcionamiento. Con la aplicación de estos métodos se obtuvieron resultados favorables tanto en la gestión de inventarios como en la cantidad económica de pedido que realiza la empresa.

Palabras clave: Inventarios, clasificación ABC, modelo EOQ,

Abstract

Traditionally, the EOQ model, as well as the ABC classification, are carried out in companies with the objective of creating an inventory control for all products belonging to the same category. In this work, the ABC analysis was applied, together with the optimal order quantity model (EOQ), to know the impact of the demand for the products, as well as manage the inventory safely and suggest improvements for future activities with the purpose that the company has an adequate control and a good operation. With the application of these methods, favorable results were obtained both in the management of inventories and in the economic order quantity that the company must make.

Keywords:

Inventories, ABC classification, EOQ model,

Introducción

Los intercambios de bienes y servicios son una realidad, gracias a la globalización. Por lo que la compra y venta de artículos en la cantidad, calidad y tiempo de entrega deseado son un requisito para las empresas teniendo los inventarios suficientes para satisfacer las demandas de los clientes (Bustos-Flores & Chacón-Parra, 2012).

El modelo ABC, permite que los inventarios tengan mejor fluidez mejorando la gestión de existencia en inventarios dando un orden prioritario a los distintos productos (Viera, Cardona, Torres, & Mera, 2017). Todo pedido realizado al proveedor genera dos costos relacionados a la orden: el costo de pedir y el costo de mantener el inventario, obteniendo el costo total del manejo del inventario. El tamaño económico de lote (EOQ) es sencillamente la suma de los costos de ordenar y de mantener un inventario óptimo. Es un modelo fundamental para cualquier modelo de inventario. Este modelo muestra el equilibrio entre el costo de ordenar y el costo de mantener el inventario, y es la base para el análisis de modelos más complejos (Contreras-juárez, Escalante-herrera, Cortes-maldonado, & Baños-islas, 2019).

Inventariar el material al inicio de la fabricación y al término del producto es de gran importancia para cualquier empresa, el cual conlleva a una buena estrategia y sobre todo a una buena toma de decisión favorable para la misma. Hacer los inventarios en una empresa es una forma de conocer la cantidad total de productos con que cuenta la empresa, esta herramienta es de gran importancia para conocer qué tanto de mercancía necesita para abastecerse y la que necesita para la demanda, teniendo como consecuencia un buen control de los productos.

Para este método las decisiones deben ser muy claras con respecto a la cantidad a pedir y en qué momento hacerlo, conociendo la demanda, los costos de almacenamiento y costos de pedido (Ramirez & Manotas, 2014).

En el siglo XIX, Vilefredo Pareto, en un estudio sobre la distribución de la riqueza en Milán, descubrió que 20% de las personas controlaban 80% de la riqueza. Esta lógica de la minoría con la mayor importancia y la mayoría con la menor importancia se amplió para incluir muchas situaciones y se conoce como el principio de Pareto. Esto sucede en la vida diaria (la mayor parte de las daciones de las personas son relativamente sin importancia, pero unas cuantas dan forma a su futuro) y desde luego se aplica en los sistemas de inventario (donde unas pocas piezas representan la mayor parte de la inversión). Cualquier sistema de inventario debe especificar el momento de pedir una pieza que no resulta practico crear un modelo y dar un tratamiento uniforme a cada una. Para evitar este problema, el esquema de clasificación ABC divide las piezas de un inventario en tres grupos: volumen alto (A), volumen moderado (B) y volumen bajo (C). El volumen en dinero es una medida de la importancia; una pieza de bajo costo, pero de alto volumen puede ser más importante que una pieza cara, pero de bajo volumen (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009, p. 569).

El control y la gestión de los inventarios, son uno de los procesos más importantes y complejos que existe, ya que depende para el correcto funcionamiento de los procesos. La clasificación ABC, es la

forma comúnmente utilizada la cual se realiza de forma independiente para materias primas (o repuestos) y para productos terminados (Castro, Velez, & Castro, 2011).

Uno de los problemas con el inventario tiene que ver con guardar en reserva un producto para satisfacer la demanda. Contar con demasiadas existencias de un artículo aumenta el costo del capital y almacenamiento, y la escasez de existencias interrumpe la producción y/o las ventas. El resultado es buscar un nivel de inventario para las dos situaciones minimizando una función de costo apropiada. El problema se reduce a controlar el nivel del inventario diseñando una política de inventario que responda dos preguntas: ¿Cuánto pedir? y ¿Cuándo pedir? (Taha, 2012).

Las principales causas de mantener inventarios para cualquier organización son los cambios en la demanda y los tiempos de entrega de pedidos. El modelo EOQ ordena el lote económico de pedido cuando el nivel de inventario alcanza el punto de reorden. Este punto se obtiene conociendo el inventario de seguridad y la demanda pronosticada durante el tiempo de entrega. La ventaja del modelo EOQ, es que minimiza la suma de los costos de ordenar y almacenar, y como desventaja tener que revisar constantemente los niveles de inventario. (Osorio, 2013).

El objetivo de un inventario es absorber las diferencias que se presenten entre la oferta y la demanda de un producto, es decir, si una empresa no conoce de manera precisa la demanda de un artículo, las variaciones que tenga serán absorbidas por el inventario, de modo que no exista faltantes (Izar & Méndez, 2013).

Mantener los inventarios con un volumen alto, representa un costo que puede significar capital y este dinero a su vez, teniendo un costo de oportunidad. Por lo cual, es necesario encontrar un balance entre lo que se debe de tener en inventario sin descuidar la producción y las ventas (Jara-Cordero, Sanchez-Partida, & Martinez-Flores, 2017).

Los productos contemplados en el análisis del presente trabajo se clasifican mediante el método ABC, en donde revelan su impacto en la empresa comercializadora de uniformes escolares, donde se expone que tan importantes son, de acuerdo a las ventas, en inventario o en el costo, obteniendo diferentes categorías para su clasificación.

Con el modelo (ABC) realizado, se aplicó el modelo (EOQ) que es, la cantidad económica a ordenar, con el fin de conocer la cantidad optima, de que producto se debe ordenar y cuanto, en cada pedido, reduciendo costos en el inventario, y atendiendo mejor al cliente al momento en que busca sus productos.

Materiales y métodos

Para el desarrollo del presente trabajo se realizó una investigación basado inicialmente en la recolección de información mediante la observación directa relacionada con el inventario, así como entrevistas a los empleados.

La elección de los artículos en los que se hará el inventario deberá estar enmarcada en una categoría mediante herramientas como el análisis de Pareto y la clasificación ABC para conocer la cantidad justa que deberá ser analizada (Olivos & Penagos, 2013)

El método de clasificación de productos ABC permite generar categorías de productos que necesitarán niveles y modos de control distintos (Causado, 2015). En la empresa de uniformes se elaboró la siguiente clasificación:

1. La clase (A) muestra los productos con un valor del 80% de stock con solo el 20 % del total de los artículos.
2. La clase (B) muestra los productos con un valor del 15% de stock con solo el 30 % del total de los artículos.
3. La clase (C) muestra los productos con un valor del 5% de stock, con solo el 60 % del total de los artículos.

Para realizar la clasificación del método ABC para un modelo de inventarios, los productos se deben ordenar de mayor a menor según los porcentajes manejados, obteniendo el valor total acumulado y el porcentaje correspondiente de cada producto (Macias, Leon, & Limon, 2019).

Una vez obtenido el resultado del método (ABC) de los productos, se lleva a cabo el cálculo del modelo (EOQ). En este modelo veremos qué productos son de mayor importancia para la empresa, estos se encuentran clasificados en la clase (A), estos son los productos más vendidos y los que generan la mayor ganancia para la empresa.

Los modelos tradicionales como EOQ que calcula la cantidad óptima a pedir a partir de minimizar el costo total, teniendo en cuenta que pedir es cada vez menos costoso tanto que almacenar tiende a ser cada vez más riesgoso para las organizaciones (Arango, Giraldo, & Castrillón, 2013).

Estas actividades son fundamentales para la empresa, realizando una buena administración, y aplicando un adecuado manejo dependerá de buenos resultados en actividades posteriores (Sánchez & Ramírez, 2018).

Las ventas promedio durante el periodo agosto-diciembre del 2018 sirvieron para calcular la demanda para el análisis del modelo (EOQ), también se tomó en cuenta los costos mensuales de mantener

inventario, la tasa de interés anual de la empresa es de 24%, para obtener el costo anual unitario se multiplica por el costo de cada unidad.

$$h = p * c$$

Una vez obtenido los datos, se procede a calcular el (q^*) optimo, para conocer la cantidad optima de ordenar y poder minimizar los costos de mantener inventario, así como los costos de ordenar, utilizando la siguiente formula:

$$\text{Cantidad optima } q^* = \sqrt{2kdh}$$

$$\text{Costo de ordenar} = k * d / q$$

Para calcular el costo total se hace la sumatoria de los resultados obtenidos de:

$$\text{Costo ordenar} = k * d / q$$

$$\text{Costo de comprar} = c * d$$

$$\text{Costo de inventario} = h * q / 2$$

Para determinar y minimizar el costo se tiene que conocer la demanda del producto y la cantidad optima, mediante la siguiente formula

$$\text{Periodo} = n = d / q$$

Por último, paso se realiza el cálculo del punto reorden, esto se hace con el fin de obtener el tiempo de espera de cada pedido.

$$R = d * L / \text{días que labora la empresa.}$$

Con la información proporcionada por la empresa, es posible desarrollar el modelo ABC, en el cual se calcula partiendo de la Inversión, utilizando la formula demanda * precio unitario, después de proceder a ordenar los productos de forma descendente, en la primera fila está el producto de mayor inversión y en la última el de menor inversión, se calcula el I. acumulado, continuando con el cálculo del % I, acumulado, utilizando la formula I. acumulado / total de la inversión, se clasifican las Zona A la cual representa un gran nivel de utilización o gran aporte de utilidades, la Zona b las cuales son utilidades de valor intermedio y las Zona C representa la mayoría de volumen en inventario pero representan las utilidades de menor valor, por último se define el % de inversión, según la teoría el 80% de la inversión se debe de encontrar en la zona A, el 15% de inversión en la zona B y el 5% de la inversión en la zona C.

Resultados

En la tabla 1 podemos ver los resultados de la aplicación de la clasificación ABC a los productos bajo estudio.

Tabla 1 Clasificación ABC de los productos de la Comercializadora de Uniformes.

Producto	Demanda del periodo Agosto - Diciembre	Demanda mensual	Costo unitario	Inversión	I. Acumulado	% Acumulado	L. Zona	% de inversión
Sudadera deportiva (Secundaria 1)	60	12	\$ 185.00	\$ 11,100.00	\$ 11,100.00	8%	A	
Pants deportivo (Secundaria 1)	60	12	\$ 150.00	\$ 9,000.00	\$ 20,100.00	14%	A	
Playera deportiva (Secundaria 1)	45	9	\$ 135.00	\$ 6,075.00	\$ 26,175.00	18%	A	
Playera unisex (Bachillerato 1)	30	6	\$ 135.00	\$ 4,050.00	\$ 30,225.00	21%	A	
Blusa Blanca (Preescolar 1)	30	6	\$ 135.00	\$ 4,050.00	\$ 34,275.00	24%	A	
Blusa Beige (Preescolar 1)	30	6	\$ 135.00	\$ 4,050.00	\$ 38,325.00	27%	A	
Playera deportiva Unisex (Primaria 1)	30	6	\$ 135.00	\$ 4,050.00	\$ 42,375.00	30%	A	
Sudadera deportiva Unisex (Primaria 2)	20	4	\$ 185.00	\$ 3,700.00	\$ 46,075.00	32%	A	
Playera Unisex (Bachillerato 2)	25	5	\$ 135.00	\$ 3,375.00	\$ 49,450.00	35%	A	
Playera deportiva Unisex (Bachillerato 2)	30	6	\$ 110.00	\$ 3,300.00	\$ 52,750.00	37%	A	
Sudadera deportiva Unisex (Bachillerato 2)	15	3	\$ 220.00	\$ 3,300.00	\$ 56,050.00	39%	A	
Short (Secundaria 1)	40	8	\$ 75.00	\$ 3,000.00	\$ 59,050.00	41%	A	
Pants deportivo Unisex (Primaria 2)	20	4	\$ 150.00	\$ 3,000.00	\$ 62,050.00	43%	A	
Short Falda (Primaria 1)	30	6	\$ 100.00	\$ 3,000.00	\$ 65,050.00	45%	A	
Falda (Secundaria 1)	30	6	\$ 95.00	\$ 2,850.00	\$ 67,900.00	47%	A	
Falda Blanca (Preescolar 1)	30	6	\$ 95.00	\$ 2,850.00	\$ 70,750.00	49%	A	80%
Falda Café (Preescolar 1)	30	6	\$ 95.00	\$ 2,850.00	\$ 73,600.00	51%	A	
Sudadera deportiva Unisex (Primaria 1)	15	3	\$ 185.00	\$ 2,775.00	\$ 76,375.00	53%	A	
Camisa (Secundaria 1)	20	4	\$ 135.00	\$ 2,700.00	\$ 79,075.00	55%	A	
Pantalón escolar (Secundaria 1)	20	4	\$ 135.00	\$ 2,700.00	\$ 81,775.00	57%	A	
Camisa Blanca (Preescolar 1)	20	4	\$ 135.00	\$ 2,700.00	\$ 84,475.00	59%	A	
Camisa Beige (Preescolar 1)	20	4	\$ 135.00	\$ 2,700.00	\$ 87,175.00	61%	A	
Pantalón Blanco (Preescolar 1)	20	4	\$ 135.00	\$ 2,700.00	\$ 89,875.00	63%	A	
Pantalón café (Preescolar 1)	20	4	\$ 135.00	\$ 2,700.00	\$ 92,575.00	65%	A	
Blusa de niña (Preescolar 2)	20	4	\$ 135.00	\$ 2,700.00	\$ 95,275.00	67%	A	
Playera deportiva Unisex (Preescolar 2)	20	4	\$ 135.00	\$ 2,700.00	\$ 97,975.00	68%	A	
Short de niño (Primaria 1)	25	5	\$ 100.00	\$ 2,500.00	\$ 100,475.00	70%	A	
Falda (Bachillerato 2)	20	4	\$ 120.00	\$ 2,400.00	\$ 102,875.00	72%	A	
Falda (Bachillerato 1)	20	4	\$ 120.00	\$ 2,400.00	\$ 105,275.00	74%	A	
Pants deportivo Unisex (Bachillerato 2)	15	3	\$ 150.00	\$ 2,250.00	\$ 107,525.00	75%	A	

			\$ 150.00						
Pants deportivo Unisex (Primaria 1)	15	3		\$	2,250.00	\$	109,775.00	77%	A
Camisa de niño (Preescolar 2)	30	6	\$ 135.00	\$	4,050.00	\$	113,825.00	80%	A
Falda (Primaria 1)	20	4	\$ 95.00	\$	1,900.00	\$	115,725.00	81%	B
Falda Blanca (Preescolar 2)	20	4	\$ 95.00	\$	1,900.00	\$	117,625.00	82%	B
Falda roja (Preescolar 2)	25	5	\$ 95.00	\$	2,375.00	\$	120,000.00	84%	B
Sudadera deportiva Unisex (Preescolar 2)	10	2	\$ 185.00	\$	1,850.00	\$	121,850.00	85%	B
Pants deportivo Unisex (Preescolar 2)	10	2	\$ 150.00	\$	1,500.00	\$	123,350.00	86%	B
			\$ 95.00						
Falda (secundaria 2)	15	3		\$	1,425.00	\$	124,775.00	87%	B
Falda (Primaria 2)	15	3	\$ 95.00	\$	1,425.00	\$	126,200.00	88%	B
			\$ 135.00						15%
Camisa unisex (secundaria 2)	10	2		\$	1,350.00	\$	127,550.00	89%	B
			\$ 135.00						
Pantalón escolar (secundaria 2)	10	2		\$	1,350.00	\$	128,900.00	90%	B
Pantalón escolar (Primaria 2)	10	2	\$ 135.00	\$	1,350.00	\$	130,250.00	91%	B
Pantalón Blanco (Preescolar 2)	10	2	\$ 135.00	\$	1,350.00	\$	131,600.00	92%	B
Pantalón azul (Preescolar 2)	10	2	\$ 135.00	\$	1,350.00	\$	132,950.00	93%	B
Playera Unisex (Primaria 2)	10	2	\$ 120.00	\$	1,200.00	\$	134,150.00	94%	B
Playera deportiva Unisex (Primaria 2)	10	2	\$ 120.00	\$	1,200.00	\$	135,350.00	95%	B
Camisa Unisex (Primaria 1)	10	2	\$ 135.00	\$	1,350.00	\$	136,700.00	95%	C
Pantalón escolar (Primaria 1)	10	2	\$ 135.00	\$	1,350.00	\$	138,050.00	96%	C
Pantalón escolar (Bachillerato 2)	5	1	\$ 175.00	\$	875.00	\$	138,925.00	97%	C
Short Falda (Preescolar 2)	10	2	\$ 100.00	\$	1,000.00	\$	139,925.00	98%	C
Short para niño (Preescolar 2)	10	2	\$ 100.00	\$	1,000.00	\$	140,925.00	98%	C
Short Unisex (Primaria 2)	10	2	\$ 75.00	\$	750.00	\$	141,675.00	99%	C
			\$ 75.00						
Short Unisex (Secundaria técnica 2)	10	2		\$	750.00	\$	142,425.00	99%	C
Playera deportiva Unisex (Secundaria 2)	10	2	\$ 75.00	\$	750.00	\$	143,175.00	100%	C
TOTAL	1115	223		\$	143,175.00				A 100%

Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta que los productos más importantes para la comercializadora de uniformes son los de la clase (A), debido a su valorización, se procede a determinar la cantidad óptima a pedir de estos productos, dado su nivel de importancia y con base en los costos. Tomando como base las últimas ventas, en los meses de estudio, se pronostican las demandas para cada producto clase (A). Se contemplaron 12 productos de la clasificación de tipo (A), para realizar el análisis EOQ, los cuales se muestran en la siguiente tabla: Por último, se conjugan el total de datos calculados y se obtiene el modelo de cantidad económica de pedido de interés para los 12 productos clasificados tipo A en la comercializadora de uniformes (ver tabla 2).

Tabla 1 Modelo de cantidad económica de pedido, EOQ.

Producto	Demanda del periodo Agosto - Diciembre	Demanda mensual	EOQ = Q*	Costo de ordenar	Costo de comprar	Costo de inventario	Costo Total	Número de pedidos que se deben hacer $N = D/Q^*$	T (Tiempo entre pedidos)	Punto de Reorden
Sudadera deportiva (Secundaria 1)	60	12	88.5316	1965.4	11100	1965.4	15030.8	0.71575673	1.39712274	0.65934066
Pants deportivo (Secundaria 1)	60	12	98.3192	1769.75	9000	1769.75	12539.49	0.61025715	1.63865347	0.65934066
Playera deportiva (Secundaria 1)	45	9	89.7527	1453.99	6075	1453.99	8982.99	0.50137741	1.99450548	0.4945055
Playera unisex (Bachillerato 1)	30	6	73.2828	1187.18	4050	1187.18	6424.36	0.40937294	2.44276036	0.32967033
Blusa Blanca (Preescolar 1)	30	6	73.2828	1187.18	4050	1187.18	6424.36	0.40937294	2.44276036	0.32967033
Blusa Beige (Preescolar 1)	30	6	73.2828	1187.18	4050	1187.18	6424.36	0.40937294	2.44276036	0.32967033
Playera deportiva Unisex (Primaria 1)	30	6	73.2828	1187.18	4050	1187.18	6424.36	0.40937294	2.44276036	0.32967033
Sudadera deportiva Unisex (Primaria 2)	20	4	51.1137	1134.72	3700	1134.72	5969.45	0.39128436	2.55568612	0.21978022
Playera Unisex (Bachillerato 2)	25	5	66.8977	1083.74	3375	1083.74	5542.49	0.37370466	2.67590991	0.27472528
Playera deportiva Unisex (Bachillerato 2)	30	6	81.1844	1071.63	3300	1071.63	5443.27	0.36952906	2.70614714	0.32967033
Sudadera deportiva Unisex (Bachillerato 2)	15	3	40.5922	1071.63	3300	1071.63	5443.27	0.36952906	2.70614714	0.16483517
Short (Secundaria 1)	40	8	113.5292	1021.76	3000	1021.76	5043.53	0.35233213	2.83823106	0.43956044

Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

La gestión del inventario en la comercializadora de uniformes, representa un gran nivel de importancia, porque en la implementación se ve reflejado como mejorar los resultados, basados en estudios previos, como ejemplo en este trabajo se implementó el modelo ABC y EOQ. En el contenido del documento se observa, que una herramienta de suma importancia para una empresa es el manejo de inventario, el cual integra diferentes modelos para llevar a cabo su aplicación, tomando como referencia las características y necesidades identificadas previamente.

Otro aspecto a mencionar es el gran campo de aplicación del modelo EOQ, que permite integrar variables, como: demanda por periodo, costo unitario, costo fijo de ordenar/tiempo de ajuste y tasa de costo de mantener inventario, con el objetivo de minimizar los productos almacenados y disminuir los costos por faltantes, el cual hace referencia al costo producido cuando un cliente pide el producto y no se encuentra disponible.

La administración en la empresa, comercializadora de uniformes no es el adecuado en aspectos de control de los inventarios, no hay personal asignado que realicen estas funciones y no cuenta con un sistema que facilite implementar estrategias para generar una mejora continua en el control, por lo cual la empresa debe de implementar estrategias para evitar la resistencia al cambio, adquirir nuevos conocimientos, para seguir aplicando métodos que mejoren su gestión en inventarios.

Después de haber identificado las necesidades de la empresa, se concluye y se recomienda seguir implementando los modelos ABC y EOQ, considerando las ventajas de estos métodos y una adecuada planeación de inventario, refleje un importante beneficio en la obtención de bajo costo a mediano o largo plazo.

Referencias bibliográficas

- Arango, M. J. A., Giraldo, G. J. A., & Castrillón, G. O. D. (2013). Gestión de compras e inventarios a partir de pronósticos Holt-Winters y diferenciación del nivel de servicio por clasificación ABC. *Scientia et Technica*, 18(4), 743–747. Retrieved from <http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/7171/5623>
- Bustos-Flores, C. E., & Chacón-Parra, G. B. (2012). Modelos determinísticos de inventarios para demanda independiente: Un estudio en Venezuela. *Contaduría y Administración*, 57(3), 239–258. <https://doi.org/10.22201/fca.24488410e.2012.405>
- Castro, Z. C. A., Velez, G. M. C., & Castro, U. J. A. (2011). Clasificación ABC Multicriterio : Tipos de Criterios y Efectos en la Asignación de Pesos. *ITECKNE*, 8(2), 163–170. <https://doi.org/10.15332/iteckne.v8i2.35>
- Causado, R. E. (2015). Modelo de inventarios para control económico de pedidos en empresa comercializadora de alimentos. *Ingenierías Universidad de Medellín*, 14(27), 163–177.
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2009). Administración de operaciones producción y cadena de suministros. In *Mc Graw Hill Educacion* (Vol. 12). Mexico.
- Contreras-juárez, A., Escalante-herrera, M., Cortes-maldonado, I., & Baños-islas, F. (2019). Modelo de lote económico de pedido EOQ en el inventario de partes de servicio automotriz Economic order model EOQ in the inventory of automotive service parts. *Ingenio y Conciencia*, 12(12), 90–94. Retrieved from <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/sahagun/issue/archive>
- Izar, J. M., & Méndez, H. (2013). Estudio comparativo de la aplicación de 6 modelos de inventarios para

decidir la cantidad y el punto de reorden de un artículo. *Ciencia y Tecnología*, 217–232.

- Jara-Cordero, S., Sanchez-Partida, D., & Martinez-Flores, J. L. (2017). Analisis para la mejora en el manejo de inventarios de una comercializadora. *Revista de Ingenieria Industrial*, 1(1), 1–18. Retrieved from http://www.ecorfan.org/republicofperu/research_journals/Revista_de_Ingenieria_Industrial/vol1num1/Revista_de_Ingeniería_Industrial_V1_N1_1.pdf
- Macias, A. R., Leon, R. A., & Limon, L. C. ladyra. (2019). Análisis de la cadena de suministro por clasificación ABC : el caso de una empresa mexicana. Supply chain analysis by ABC classification : the case of a Mexican company. *RAN Revista Academica & Negocios*, 4(2), 83–94.
- Olivos, A. S., & Penagos, V. J. W. (2013). *Modelo de Gestión de Inventarios : Conteo Cíclico por Análisis ABC Inventory Management Model : Cyclical Count by ABC Analysis*. (14), 107–111.
- Osorio, G. C. (2013). Modelos para el control de inventarios en las pymes. *PANORAMA*, 2(6). <https://doi.org/10.15765/pnrm.v2i6.241>
- Ramirez, R. G. S., & Manotas, D. D. F. (2014). Modelo de medición del impacto financiero del mantenimiento de inventario de suministros Measurement model of financial impact of stock of supplies. *Scientia et Technica*, 19(3), 251–260.
- Sánchez, P. D. E., & Ramírez, T. N. (2018). Diseño de un modelo para la administración de inventarios en un cultivo de fresa, basado en el modelo de pedido para un solo periodo y las métricas 6 sigma. *Ingeniería y Competitividad*, 105(1), 95–105. <https://doi.org/DOI>: <https://doi.org/10.25100/iyc.v20i1.6097>
- Taha, H. A. (2012). *Investigación de Operaciones* (9th ed.). Pearson Education, Inc, Mexico.
- Viera, M. E., Cardona, M. D. C., Torres, R. R. M., & Mera, G. B. C. (2017). Diagnóstico de los modelos de gestión de inventarios de alimentos en empresas hoteleras. Diagnosis of model food inventory management in hotel companies. *ECOCIENCIA*, 4(3), 28–51.



Uso del QFD para el diseño de un sistema transformador de humedad en agua potable

Use of the QFD for the design of a transforming system of moisture in drinking water

Alfonso Barbosa-Moreno¹, Carlos Eusebio Mar-Orozco¹, Arturo Barbosa-Olivares¹, Ma. Cristina Guerrero-Rodríguez¹, Verónica Castellanos-Díaz¹

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas, México.

Recibido: 19-11-2019

Aceptado: 09-12-2019

Autor correspondal: carlos.mar.orozco@gmail.com

Resumen

El agua es un recurso de vital importancia para la vida de los seres vivos, es tan grande la demanda requerida que en algunas zonas del planeta ha comenzado a escasear o a restringirse el uso y consumo. A pesar de los avances tecnológicos y los procedimientos para hacer llegar dicho líquido se detectan zonas en las que no llega el suministro, por otro lado cada día incrementa la población mundial generando un mayor consumo de la misma. En el presente estudio se hace uso del despliegue de función de calidad mejor conocido como QFD como una forma de escuchar la voz de los usuarios y determinar de forma específica los aspectos que deben ser atendidos para el diseño de un dispositivo captador de humedad, así como también se presenta una estimación de la demanda enfocada a la zona sur de Tamaulipas México con el propósito de conocer el mercado potencial.

Palabras clave: *QFD, captación de humedad, ingeniería de diseño.*

Abstract

Water is a resource of vital importance for the life of living beings, the demand required is so great that in some areas of the planet it has begun to be scarce or to restrict use and consumption. In spite of the technological advances and the procedures to send this liquid, zones are detected in which the supply does not arrive, on the other hand every day the world population increases generating a greater consumption of the same. The present study makes use of the deployment of a quality function better known as QFD as a way of listening to the voice of users and specifically determining the aspects that must be addressed for the design of a moisture sensing device, as well as An estimation of the demand focused on the southern zone of Tamaulipas Mexico is also presented in order to know the potential market.

Key words: *QFD, moisture collection, design engineering.*

Introducción

El agua es un elemento vital para la vida en el planeta Tierra, pues participa en forma decisiva en diversos procesos biológicos, geológicos, meteorológicos, químicos y físicos. (Blanca Jiménez Cisneros, 2010) La principal forma del agua atmosférica es el vapor de agua; cuando se hace referencia a la cantidad del mismo en el aire se denomina “humedad”. Teniendo como fuente de origen el aire, que resulta gratuito e inagotable, y la humedad que posee cantidades muy bajas de sales minerales, permite la obtención de agua de alta calidad. (Jahan, 2015).

En las comunidades rurales de México no se cuenta con el acceso al agua purificada debido a la carencia tecnológica, trayendo consigo consecuencias al bienestar de las personas; el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2015) indica que cada año mueren alrededor de 1.8 millones de niños por diarrea, cólera, fiebre, poliomielitis, hepatitis y otras enfermedades provocadas por la ingesta de agua insalubre y las condiciones deficientes de saneamiento.

El 70% del vapor de agua flota en la atmósfera como consecuencia de la evaporación de los ríos, mares, plantas, seres vivos. La altitud, temperatura, orografía, geografía y masas de agua, son factores importantes que hacen que los niveles de agua en el aire sean muy diferentes a lo largo del planeta. Este vapor puede condensarse de forma natural y artificial y de esta manera es posible transformar el aire en una fuente de agua potable.

Materiales y métodos

El despliegue de la función de calidad (quality function deployment, QFD) es una metodología que traslada los requisitos del cliente en un conjunto de requisitos técnicos, y esto lo hace en cada una de las etapas del diseño y producción de un producto o servicio (Garibay, Gutiérrez & Figueroa, 2010). Con frecuencia QFD es identificada como la metodología para escuchar la voz de los clientes. QFD se considera una herramienta clave para el desarrollo de productos y para mejorar la calidad de los productos, tanto en el área de servicios como en procesos de fabricación (Abu-Assab, 2012).

El despliegue de la función calidad (QFD) se define como: “la conversión de las demandas del consumidor en características de calidad y el desarrollo de una calidad de diseño para el producto terminado, mediante el despliegue sistemático de relaciones entre demandas y características, comenzando con la calidad de cada componente funcional y extendiendo el despliegue de la calidad a cada parte del proceso. (Zapata, 2013)

En la fase de diseño, se hizo uso del despliegue de función de calidad. En primera instancia se realizó la lista de necesidades del cliente, conformada por 25 requisitos que son indispensables para que los consumidores adquieran dicho sistema, entre ellos se encuentran:

Que el equipo capte la suficiente humedad para obtener agua, duradero, el proceso sea visible, fácil de manejar, fácil de usar, económico, color blanco, que no consuma luz, estructura firme, indicador de cantidad de agua, ligero, contenedor portátil, hecho con materiales inoxidables, protección del contenedor, que tenga atractivo visual, fácil de utilizar, fácil mantenimiento, no muy ostentoso, portátil, funcionamiento en cualquier lugar, buena capacidad, de fácil traslado, resistente, no muy voluminosa y finalmente que pueda adaptarse a cualquier medio.

Los requisitos que ocuparon un mayor porcentaje fueron:

- Que capte la suficiente humedad con un 8.5%
- Que sea fácil de utilizar tiene un 8.1%
- Que sea ligero con un 6.5%
- Que sea económico un con 6.2%

Una vez finalizado los requerimientos del cliente, se realizaron las características técnicas y operativas, también llamadas “cómo”, las cuales se muestran a continuación:

Funcionamiento óptimo, desempeño, materiales, almacenamiento, diseño, absorción, peso, protección al contenedor, dureza, control de velocidad, filtrado, visibilidad, tenacidad, conductividad térmica, dilatación, abastecimiento, plegable, durabilidad, estabilidad, tamaño, costo de producción mínimo, firmeza, control de humedad y adhesión de filtros.

Para la construcción del techo se evaluó la correlación entre las características de calidad, en la cual se hizo uso de la siguiente simbología:

++ indica fuerte correlación positiva

+ indica correlación positiva

— indica correlación negativa

▼ indica fuerte correlación negativa

El funcionamiento óptimo tiene una fuerte correlación positiva con los materiales ya que para que el prototipo funcione es necesario utilizar metales preferentemente, otra característica que tiene una correlación positiva fuerte es el tamaño, pues no puede ser ni muy voluminoso ni muy liviano.

El peso tiene una fuerte correlación positiva con el tamaño, y una correlación positiva con la firmeza. El tamaño es otra de las características que tienen una fuerte correlación positiva con la absorción ya que

son necesarias aspas que cuenten con una altura capaz de captar el mayor porcentaje de humedad relativa presente en el ambiente para poderlo transformar en agua purificada.

La absorción tiene una fuerte correlación positiva con el desempeño, debido a que el sistema será más eficiente mientras mayor sea el porcentaje de captación de agua en el ambiente. De igual manera la adhesión de filtros tiene una fuerte correlación positiva con la durabilidad, ya que se pretende el mantenimiento del sistema, con el fin del correcto funcionamiento.

El abastecimiento tiene una fuerte correlación positiva tanto con el control de humedad, como del control de velocidad, debido a que estos dos parámetros son indispensables para el funcionamiento óptimo del prototipo.

Sin embargo, la estabilidad y que el prototipo sea plegable tienen una fuerte correlación negativa, pues no es posible que el prototipo sea plegable y a la vez estable, pero sí puede ser estable y ligero.

La conductividad térmica tiene una fuerte correlación negativa con el abastecimiento, los materiales a emplear con el diseño también tienen una correlación negativa. El hecho de que sea plegable no necesariamente indicara el funcionamiento óptimo, por ello estas dos características tienen una correlación negativa fuerte.

El desempeño y la firmeza tiene una fuerte correlación negativa, sin embargo, la firmeza tiene una relación positiva con el almacenamiento, debido a que el agua que será almacenada en el contenedor deberá mantenerse en su posición original, con el fin de evitar el desbordamiento o la contaminación del agua. Por ello la dureza y el almacenamiento tienen una correlación positiva.

La dureza tiene una fuerte correlación negativa con la visibilidad, mientras que el diseño tiene una fuerte correlación positiva con la visibilidad, se pretende que el proceso sea lo suficientemente visible para detectar cualquier anomalía que pudiera presentarse, además para el cambio del filtrado cuando este sea necesario.

El funcionamiento óptimo tiene una fuerte correlación positiva con la visibilidad, debido a que entre más visible sea el proceso más fácilmente se detectan fallas en el mismo.

La dilatación tiene una fuerte correlación negativa con el control de humedad, mientras que la dilatación tiene una correlación positiva con la durabilidad, cabe señalar que el ambiente en el cual estará operando el sistema, será en un porcentaje de humedad elevada, por ello es importante la elección de materiales capaces de funcionar normalmente bajo estas condiciones.

Para realizar la matriz de correlación entre los requisitos del cliente y las características de calidad se utilizó la siguiente simbología:

⊖ Indica fuerte correlación, cuyo valor es de 9

O Indica correlación moderada, cuyo valor es de 3

▲ Indica correlación deficiente, cuyo valor es de 1

Las columnas que obtuvieron altos valores relativos fueron:

La columna 1 con un valor relativo de 8.8 y la columna 10 con el mismo valor relativo.

Una vez terminado el análisis de la matriz, se realizó la evaluación competitiva el dispositivo tiene 3 competidores fuertes en la actualidad, los cuales se muestran a continuación:

Competidor 1:

Eolewater es una innovación la cual permite producir agua extrayendo la humedad del aire mediante un proceso de condensación. (Parent, 2010) “En primer lugar, se extrae la energía del viento para generar electricidad, y ésta se emplea para hacer funcionar un sistema de aire acondicionado en donde la humedad del aire se condensa para producir agua.” La máquina absorbe el aire para depositarlo en un sistema que enfría una serie de placas sobre las que se condensa la humedad del aire, y así se forma agua que fluye hacia un tanque colector. “Esto no es más que una máquina que produce lluvia” —señaló Parent.

Competidor 2:

Investigadores de la Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTEC) de Lima colaboraron con la agencia publicitaria Mayo Peru DraftFCB desarrollaron un panel que produce agua potable usando como recurso el aire.

El panel está estratégicamente situado en el pueblo de Bujama, una zona casi desértica al sur de Lima, en la que algunos vecinos no tienen acceso a agua potable. Sin embargo, y a pesar de las duras condiciones climatológicas, el aire contiene 98% de humedad, (UTEC, 2013).

El panel cumple su función tradicional de plataforma publicitaria, a la vez que incluye el especial cometido. La pieza se compone internamente de cinco máquinas que convierten la humedad del aire en agua mediante el uso de filtros y un condensador. El agua se almacena en tanques situados en la parte superior de la estructura y, una vez filtrada, fluye por una tubería hasta llegar al grifo, al que todo el mundo tiene acceso News Mundo [2013].

Competidor 3:

Por otra parte, Fresh Water es una tecnología que permite obtener agua de la atmósfera con sólo conectarla a una fuente eléctrica 220V, o bien, a través de su propia batería o fuente solar, sin tener la necesidad de conectarse a una red de agua potable, ni depender de la logística y abastecimiento de botellones o camiones aljibes. Lo que hace este sistema es recuperar el agua suspendida en el aire mediante el fenómeno de la condensación a presión ambiental. Posteriormente y empleando etapas de

filtrado, purificación y esterilización, provee agua purificada con altos estándares de calidad, (CENTER, 2014)

Análisis competitivo:

Al realizar el análisis competitivo se otorgaron valores del 0 al 5 en donde 0 indicaba lo peor y 5 lo mejor. Se evaluaron los requisitos de los clientes y se llegó a la conclusión que el mayor competidor que tiene el sistema es Eolewater, debido a que cumple con la mayoría de los requisitos que el cliente solicita para poder adquirir un sistema capaz de transformar humedad en agua purificada. Sin embargo, este dispositivo no está al alcance del sector estratégico hacia el cual está dirigido.

Para la fase de mercadotecnia, se determinó el tamaño de la muestra, posteriormente se diseñó y aplico una encuesta, con el propósito de conocer la opinión del mercado acerca de un dispositivo capaz de producir agua a través de la humedad, así como el porcentaje de aceptación por parte de los consumidores para así determinar el mercado potencial y en base a esto realizar la proyección de la demanda bajo los tres escenarios. Los sujetos encuestados fueron familias rurales de la ciudad de Altamira Tamaulipas.

Determinación del tamaño de la muestra:

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

Ecuación 1. Cálculo del tamaño muestral

Donde:

n= Tamaño de la muestra

Z= Nivel de confianza (1.96)

p= Probabilidad a favor (0.5)

q= Probabilidad en contra (0.5)

N= Población (4000)

e= Error de estimación (0.05).

Al sustituir se obtuvo:

$$n = \frac{(1.96)^2 (0.5)(0.5)(4000)}{(0.05)^2 (4000 - 1) + (1.96)^2 (0.5)(0.5)} = \frac{3841.6}{10.9579} = 350.5$$

Sustitución del cálculo del tamaño muestral.

Posteriormente se realizó una la estimación de la demanda y se aplicaron encuestas, con el propósito de conocer el porcentaje de aceptación que tendría el producto en cuestión.

Resultados

En la figura 1 se muestra la aplicación del despliegue de la función de calidad del dispositivo captador de humedad ambiental.

Se aprecia que algunos requisitos presentan un mayor impacto los cuales son: que capte la suficiente humedad en un 8.5%, que sea fácil de utilizar en un 8.1%, que sea ligero con un 6.5% y finalmente que sea económico ocupa un 6.2%. Debido a ello las características técnicas y operativas a considerar para el diseño del sistema serán: el funcionamiento óptimo, tamaño, firmeza, peso, adhesión de filtros y estabilidad. Por otro lado, en el análisis de los competidores se puede observar que el dispositivo tiene tres fuertes competidores que cumplen con la mayoría de los requisitos que los clientes solicitan. Sin embargo, la única desventaja son los precios inaccesibles hacia el segmento de mercado al que va dirigido el sistema.

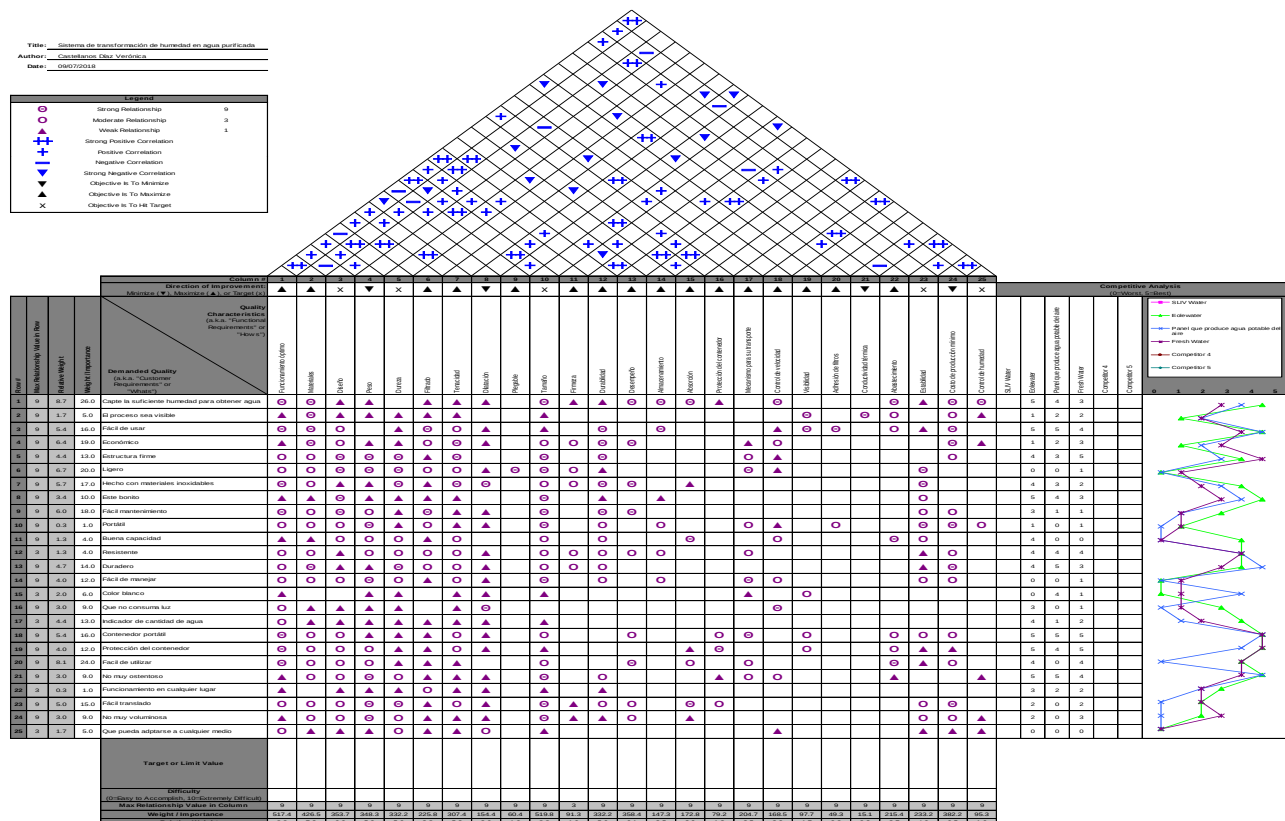


Figura 1. Despliegue de la función de calidad del sistema de transformación de humedad en agua potable

Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado y analizado el despliegue de función de calidad, fue posible llevar a cabo la puesta en marcha del prototipo tomando en cuenta las características del cliente y las técnicas operativas dicho sistema será capaz de coleccionar la humedad presente en el ambiente y transformarla en agua purificada, beneficiando a familias de comunidades rurales, previniendo enfermedades como la poliomielitis,

hepatitis y otras enfermedades provocadas por la ingesta de agua insalubre y las condiciones deficientes de saneamiento.

En la siguiente figura se aprecia el diseño propuesto considerando la información obtenida en el QFD, así como también se presenta la tabla de costos de materia prima.

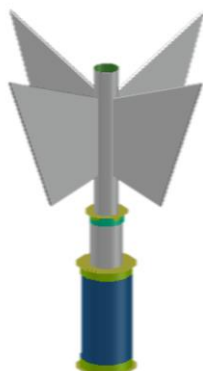


Figura 2. Prototipo del dispositivo
Fuente: los autores

Tabla 1. Lista de materiales para realizar el prototipo

Producto	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Malla sombra	1.50 m	\$118.90	\$178.35
Tubo PVC de 40 mm	6 m	\$10.80	\$64.80
Tubo PVC de 1"	0.5 m	\$17.70	\$8.85
Tubo PVC de 10 mm	1.0 m	\$27.00	\$27.00
Tubo PVC perforado de 3 cm	1	\$14.90	\$14.90
Balero de 3 cm	1	\$77.94	\$77.94
Cople de 3 cm de plástico	1	\$12.00	\$12.00
Filtro	1	\$15.00	\$15.00
Embudo	3	\$16.00	\$48.00
Láminas de acrílico	4	\$74.90	\$299.60
Bisagra de 1X1	2	\$3.00	\$6.00
Costo total			\$752.444

Fuente: los autores

A continuación, se presenta los resultados de las preguntas más relevantes realizadas en la encuesta:

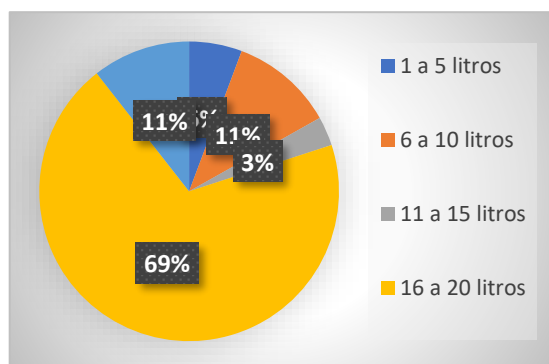


Figura 4. Cantidad de agua purificada consumida.
Fuente: los autores

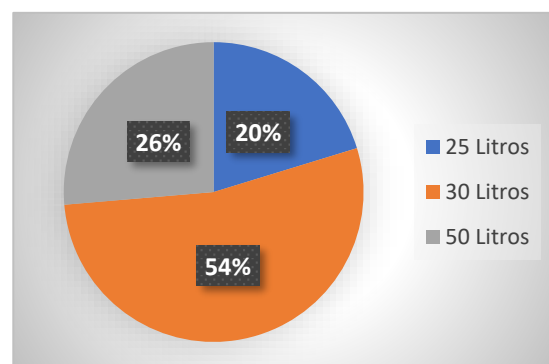


Figura 5. Capacidad de litros que requiere
Fuente: los autores

Estimación y volumen de la demanda.

En la tabla 2 se presenta una proyección de ventas del dispositivo captador de humedad ambiental.

Tabla 2. Estimación de la demanda en la zona conurbada del sur de Tamaulipas

Año	Madero	Tampico	Altamira	Total anual
2018	201,251	240,755	298,936	740,942
2019	201,362	246,515	297,846	745,723
2020	201,426	252,214	296,711	750,351
2021	201,512	257,944	295,598	755,054
2022	201,650	263,612	294,485	759,747
2023	201,732	269,374	293,372	764,478

Fuente: los autores

Con el propósito de conocer los diversos escenarios en los que se puede presentar la demanda se realizaron los siguientes cálculos.

Tabla 3. Escenarios de la demanda

AÑO	Σ	% ACEPTACION	% COBERTURA	Frec. Compra x Sem	PENETRACION	Escenarios		
						OPTIMISTA	REALISTA	PESIMISTA
		0.9	0.35	2	25%	80%	45%	30%
2018	740,942	666,847.80	233,396.73	466,793.46	116,698.37	93,358.69	52,514.26	5,009.51
2019	745,723	671,150.70	234,902.75	469,805.49	117,451.37	93,961.10	52,853.12	35,235.41
2020	750,351	675,315.90	236,360.57	472,721.13	118,180.28	94,544.23	53,181.13	35,454.08
2021	755,054	679,548.60	237,842.01	475,684.02	118,921.01	95,136.80	53,514.45	35,676.30
2022	759,747	683,772.30	239,320.31	478,640.61	119,660.15	95,728.12	53,847.07	35,898.05
2023	764,478	688,030.20	240,810.57	481,621.14	120,405.29	96,324.23	54,182.38	36,121.59

Fuente: los autores

Se aprecia los volúmenes de ventas estimados hasta al año 2023 bajo el enfoque de tres escenarios de la demanda, se puede observar que las ventas proyectadas son atractivas.

Conclusiones

Mediante la aplicación de las herramientas fue posible, aplicar la mercadotecnia para la elaboración del diseño al proyecto mencionado con anterioridad, con el despliegue de la función de calidad además de analizar la expectativa del cliente, permitió el análisis de las características técnicas y operativas que el sistema de transformación de humedad en agua purificada podía ofrecer a las comunidades carentes del

vital líquido, debido a que el costo de producción se reducirá al máximo el precio de venta será mínimo, y como consecuencia más familias del estado de Tamaulipas podrán tener acceso a este dispositivo.

Una vez realizada la segmentación de mercado, la aplicación de las encuestas, el diseño y la fabricación del dispositivo, se probó que es posible producir hasta 12 litros de agua al día, en condiciones óptimas de parámetros tales como porcentaje de humedad relativa y velocidad de los vientos, satisfaciendo a las comunidades rurales del vital líquido.

Cabe señalar que dentro de las características de diseño a considerar se tomó en cuenta que el cliente requiere que capte la suficiente humedad, fácil de utilizar, ligero y económico. En cuanto se refiere al estudio de mercado se encontró que hay una aceptación del 90% y en la proyección de la demanda, realizada bajo tres escenarios se aprecia la viabilidad mercadológica al tener proyecciones con tendencia positiva.

Sí bien ya existen dispositivos capaces de cumplir con esta función suelen ser muy costosos y están fabricados con tecnología sofisticada generando una limitante para la adquisición de los mismos, se pudo apreciar que con \$752.44 es posible adquirir los insumos necesarios para la fabricación del dispositivo.

Agradecimientos

Se agradece al Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Madero por las facilidades para llevar a cabo este trabajo.

Referencias bibliográfica

- Abu-Assab (2012). "Integration of preference analysis methods Into_QFD_for Elderly People". Germany: Springer Gabler.
- Blanca Jiménez Cisneros, M. L. (2010). El agua en México . *CONAGUA*, 702.
- CENTER, C. (2014). FRESH WATER PARA OBTENCION DE AGUA DEL AIRE. *Centro de investigación en ciencias*, 9.
- Garibay, Gutiérrez & Figueroa (2010). Evaluation of a digital library by means of quality function deployment (QFD) and the Kano Model. *The Journal of Academic Librarianship*. Vol. 36, Issue 2, pp. 125-132.
- Jahan, S. (2015). Panorama general; Informe sobre Desarrollo humano. *PNUD*, 48.

Maury, H. (2006). Obtenido de [https://upcommons.upc.edu › bitstream](https://upcommons.upc.edu/bitstream)

Maury, H. (2012). *Ingeniería Concurrente*. Obtenido de <https://lisandroingmec.files.wordpress.com/2013/08/ingenieria-concurrente.pdf>

Ospina, M. J. (2004). Introducción a Mastercam. 192.

Parent, M. (2010). Agua a partir del aire: Una innovación que cambiará nuestras vidas. *Revista de la OMPI*, 13.

Ramirez, H. E. (s.f.). 2009. Obtenido de <https://books.google.com.mx>

SWDWD. (s.f.). Obtenido de WW.GDFF.COM

UTEC. (2013). El milagro de convertir el aire en agua potable. *News mundo*, 7.

Zapata (2013). Efecto de las técnicas de ingeniería de la calidad en el diseño de productos. *Revistas Javeriana*.



Estudio descriptivo de los factores que intervienen en la satisfacción laboral en los asesores de crédito de una empresa

Descriptive study of the factors involved in job satisfaction in a company's credit counselors

Mayra Elizabeth Santiago-Sosa¹, Fabiola Sánchez-Galván¹, Horacio Bautista-Santos¹⁻²,
María Fernanda Robles-Hernández¹, Rogelio García-Rodríguez¹

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz, México.

² Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Chicontepec, Veracruz, México.

Recibido: 10-11-2019

Aceptado: 12-12-2019

Autor corresponsal: mayra.sosa@hotmail.com

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo determinar por los factores que más destacan para lograr la satisfacción laboral en una empresa crediticia. Se aplicó una metodología de tres etapas (1) recolección de datos, (2) análisis de los datos mediante un gráfico radial y (3) análisis del grado de satisfacción laboral de los asesores de crédito. En los resultados se destaca que los sueldos e incentivos y trabajo en equipo, contribuyen a mejorar la proyección de satisfacción laboral. Al mismo tiempo se destaca que las variables de convivencias sociales y eventos con otros miembros de la organización, reflejan una baja satisfacción entre los asesores.

Palabras clave: satisfacción laboral, variables, asesores de crédito.

Abstract

This research aims to determine the factors that stand out to achieve job satisfaction in a credit company. A three-stage methodology was applied (1) data collection, (2) analysis of the data using a radial graph and (3) analysis of the degree of job satisfaction of credit counselors. The results highlight that salaries and incentives and teamwork contribute to improving the projection of job satisfaction. At the same time, it is emphasized that the variables of social coexistence and events with other members of the organization, reflect a low satisfaction among the advisors.

Keywords: work satisfaction, variables, credit counselors.

Introducción

La calidad de vida en el trabajo refleja el conjunto de acciones y factores que fortalecen la vida de los trabajadores, es importante señalar que toda empresa está obligada a desarrollar y mantener un ambiente laboral sano (García, 2005).

La competitividad de las organizaciones conlleva a las empresas a replantear estrategias para la obtención de resultados (Arellano, 2005), es importante medir la satisfacción laboral para mejorar el resultado de las metas, la producción, el ambiente laboral y la rotación de personal (Buboltz, 2004). Las relaciones laborales de jurisdicción local 2017 muestran que los conflictos de trabajo representan un 29.2% y los emplazamientos a huelgas un 3% (INEGI, 2018), por lo que evaluar las condiciones que conllevan a la

medición de la satisfacción laboral contribuye al cumplimiento de los objetivos financieros y del desarrollo personal de los trabajadores (Martínez & et al, 2013).

La satisfacción laboral se relaciona con la salud mental, equilibrio emocional y el desarrollo de la autoeficacia personal de los trabajadores (Caballero, 2002). Los empresarios invierten en el capital humano (conocimiento, habilidades, y valores) para avanzar en los intereses de sus organizaciones (Alama, Castro, & López, 2006) , se debe conocer a las personas que laboran dentro de las mismas lo que implica valorar el capital humano, por ello es importante saber el punto de vista del trabajador y el grado de satisfacción laboral que éste experimenta (Abrajan, Contreras, & Montoya, 2009).

La satisfacción laboral aumenta el cumplimiento de las metas, incrementando la competitividad y la productividad de las empresas (Gamero, 2005), las condiciones físicas y el reconocimiento laboral, influyen en la motivación y compromiso organizacional de los empleados (Herrera-caballero & Sánchez-Guevara, 2012).

El presente trabajo tuvo como objetivo analizar las variables que determinan el grado de satisfacción laboral de los asesores de crédito de una empresa dedicada al otorgamiento de créditos grupales en sectores urbanos a personas que tienen poco acceso a la banca comercial, en los cuales los asesores de crédito realizan trabajo de campo prospectando a personas interesadas en hacer crecer sus pymes, creando grupos de 11 personas, y liquidar el crédito en 4, 5 o 6 meses, de estas actividades depende la productividad y competitividad de la misma.

Materiales y métodos

Metodología:

La metodología utilizada para este trabajo consta de 3 etapas: (1) recolección de datos, (2) análisis de los datos mediante un gráfico radial y (3) análisis del grado de satisfacción laboral de los asesores de crédito.

Recolección de datos: Se elaboró un instrumento (encuesta) que consta de tres secciones: (1) aspectos de vida, (2) aspectos de la empresa, (3) comodidades, con el objetivo de medir el grado de satisfacción de los asesores de una empresa. La encuesta en la primera sección consta de 16 reactivos, incluye aspectos de vida, incluye preguntas acerca de que tan satisfecho se encuentra el asesor con el trabajo actual, situación económica, logros de vida y otras variables importantes, con ello se conforma el perfil de la satisfacción personal, donde 0 es nada satisfecho y el 5 es muy satisfecho. La segunda sección de la encuesta, incluyó preguntas de aspectos laborales, de cómo considera la libertad de expresión, capacitación y aspectos importantes de como es el desarrollo profesional, con ello se conforma el perfil

de la satisfacción laboral, consta de 11 reactivos con cinco opciones de respuesta para evaluar las variables, donde 0 es nada satisfecho y el 5 es muy satisfecho. La tercera sección de la encuesta se conformó por 6 preguntas centradas en obtener información acerca de las comodidades. Las preguntas son: ¿ha viajado en avión alguna vez en su vida?, ¿Usted tiene alguna tarjeta de crédito?, ¿Dispone de servicio de conexión a internet?, ¿Ha obtenido logros con su esfuerzo que lo hacen sentirse bien consigo mismo? Y otros aspectos, la respuesta es sí o no, con estas preguntas se obtiene el perfil de las comodidades con las que cuenta.

Análisis de los datos: Para llevar a cabo un análisis de una forma más clara se creó una hoja de cálculo, para obtener el grado de satisfacción y ser analizados por medio de tablas y gráficas. Para apreciar de una mejor manera la relación existente entre las variables que afectan la satisfacción laboral, se realizó el grafico radial. En base al número de personas que seleccionaron más de dos veces la misma variable, los puntos más cercanos al centro del mapa tienen menor satisfacción para el asesor, por el contrario, aquellas variables que se ubican más lejos del centro tienen mejor satisfacción laboral.

Análisis del grado de satisfacción laboral de los asesores: Se presenta los porcentajes del grado satisfacción de los asesores, evaluando los aspectos de vida, laboral y comodidades.

Caso de estudio:

Se presenta el caso de estudio de una empresa ubicada en la ciudad Poza Rica, Veracruz dedicada al otorgamiento de créditos grupales en sectores urbanos a personas que tienen poco acceso a la banca comercial, en la sucursal laboran 5 asesores de crédito, 2 administrativos, subgerente y gerente. Los asesores de crédito realizan trabajo de campo prospectando a personas interesadas en hacer crecer sus pymes, creando grupos de 11 personas, y liquidar el crédito en 4, 5 o 6 meses, de estas actividades depende la productividad y competitividad de la misma. Se presenta un alto índice de rotación de personal en el área comercial referente a los asesores de crédito, provocando una baja productividad y perdidas por la contratación de baja permanencia en la empresa.

Se muestran los resultados obtenidos en la aplicación de encuestas a asesores de crédito de la sucursal Poza Rica, durante el primer trimestre del 2019. En el consenso respondieron las encuestas, hombres y mujeres con edades de 29 a 41 años, de los que el 80% son hombres y el 20% mujeres.

Resultados y discusión

Con la información recolectada de encuestas, el 29% de los asesores de crédito respondió estar totalmente de acuerdo en que los aspectos de vida influyen directamente en la satisfacción laboral. Su trabajo actual,

vivienda, nivel de educación, vecindario en el que vive, vida familiar, salud, apariencia, vida afectiva, vida social, país donde vive, logros en la vida, seguridad personal, perspectivas a futuro y el centro de trabajo.

El 23% está de acuerdo con su trabajo actual, situación económica, educación, vecindario en el que viven, salud, apariencia, vida afectiva, vida social, seguridad personal y con el centro de trabajo. El 26% dice estar ni de acuerdo ni desacuerdo con la situación económica, su vivienda, educación, colonia donde vive, vida familiar, apariencia, vida afectiva, vida social, país donde vive, tiempo disponible para hacer lo que le gusta, logros en la vida, perspectivas a futuro. El 14% no está de acuerdo con la educación que tiene, vida familiar, salud, apariencia, vida social el país donde vive, tiempo disponible para hacer lo que le gusta y seguridad personal. El 9% está totalmente en desacuerdo con su trabajo actual, la situación económica, vivienda, trabajo actual, país donde vive, perspectivas a futuro y el centro de trabajo.

Las variables en las que los asesores de crédito están totalmente satisfechos son: su trabajo actual, nivel de vivienda, nivel de educación, vida familiar, salud y vida afectiva. La apariencia, seguridad personal, qué tan satisfecho se encuentra usted en su centro de trabajo son variables en las que el asesor dice sentirse de acuerdo con el nivel de satisfacción. El vecindario, país donde vive, logros en la vida y perspectivas que tiene con respecto a su futuro son variables en las que los asesores se encuentran en un índice neutral al no estar de acuerdo ni desacuerdo con estas variables. La situación económica, país donde vive y tiempo disponible para hacer lo que les gusta son variables en las que el asesor se encuentra insatisfecho. En general se puede notar que las convivencias sociales y el ambiente de trabajo son las variables de menor satisfacción como se muestra en la figura 1.

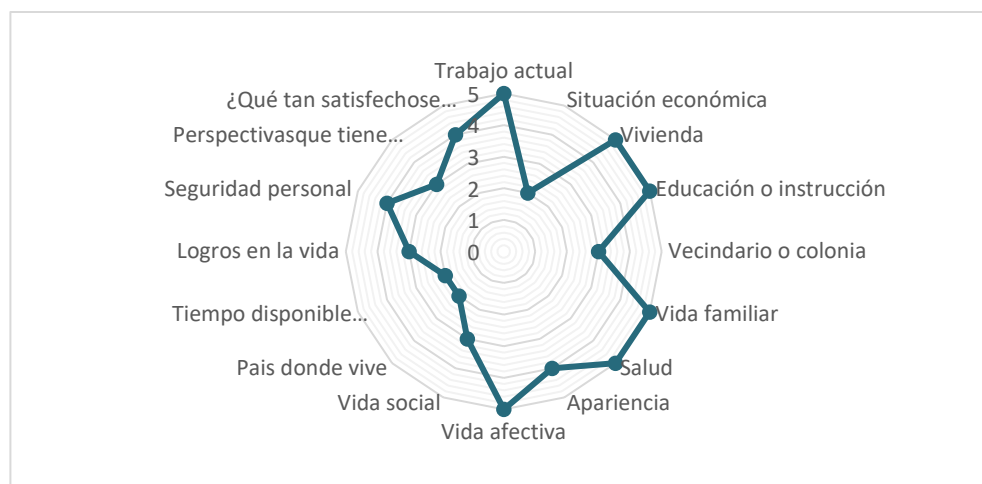


Figura 1. Gráfico radial de la relación de las variables importantes en la satisfacción laboral.
Elaboración: Fuente propia.

Satisfacción Laboral:

Se presenta los resultados con mayor y menor satisfacción en esta sección. Con la información recolectada para el apartado de la satisfacción laboral se encontró que el 30% de los asesores se encuentra totalmente satisfecho en con: ¿Considera que el resultado de sus actividades contribuye a cumplir los objetivos de la empresa?, ¿Su trabajo le es reconocido por su jefe inmediato?, Cuando requiere ayuda u orientación de su jefe inmediato, ¿se la proporciona de manera correcta?, ¿Se siente con la libertad suficiente para expresar sus opiniones y puntos de vista?, ¿Para el desempeño de sus labores el ambiente de trabajo es?, ¿Recibe por parte de la empresa algún cursos de capacitación?, ¿Considera que los cursos de capacitación son suficientes?, Recibe algún premio especial como el empleado del mes, puntualidad, bono etc. ¿Que contribuyan a motivarlo para desempeñar mejor sus funciones?, ¿La empresa organiza convivencias sociales, deportivas y de recreo para ustedes , torneos, posadas, etc?. El nivel de menor satisfacción en esta sección es del 6% en las que resaltas las siguientes variables: ¿Su trabajo le es reconocido por su jefe inmediato?, ¿Considera que el sueldo y/o los incentivos que percibe es adecuado con relación a la labor que realiza?, ¿Para el desempeño de sus labores el ambiente de trabajo es?.

La variable ¿Considera que los resultados de sus actividades contribuyen a cumplir los objetivos de la empresa? el asesor se siente totalmente satisfecho. Las variables con nivel de satisfacción moderado son: ¿Considera que el sueldo y/o los incentivos que percibe son adecuado con relación a la labor que realiza?, ¿En su área de trabajo se fomenta el trabajo en equipo? Estas variables se encontraron en un nivel de satisfacción neutro para los asesores: ¿Para el desempeño de sus labores el ambiente de trabajo es? Los asesores se encuentran en desacuerdo con la siguiente variable: ¿La empresa organiza convivencias sociales, deportivas y de recreo para ustedes, torneos, posadas, etc.?

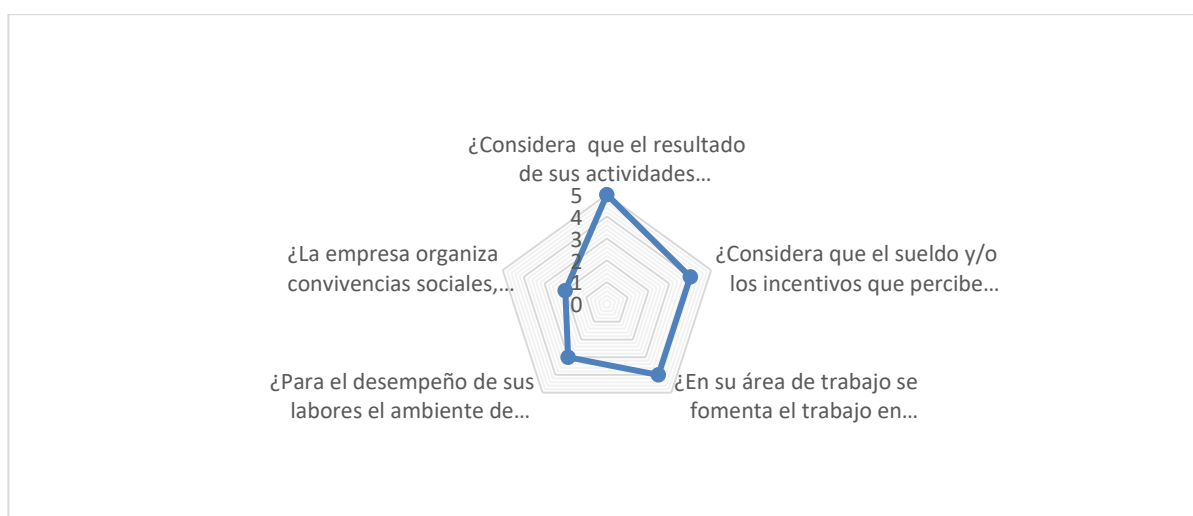


Figura 2. Grafico radial de la relación de las variables importantes en la satisfacción laboral.
Elaboración: Fuente propia.

Comodidades:

Para la tercera sección es importante conocer las comodidades con las que cuentan los asesores, el 40% no ha viajado en avión, se les pregunto si contaban con tarjeta de crédito a lo que la respuesta fue negativa en un 100%, “si contaban con internet en su casa” el 60% respondió de manera positiva, “mejores oportunidades de educación que sus padres” un 80% positivo, a la variable ¿Considera usted que ha tenido logros o que con su esfuerzo ha conseguido algo que les hace sentir bien consigo misma(o)? el 100% del consenso dice estar de acuerdo y al final “mejores oportunidades de patrimonio que sus padres” con un resultado del 80% positivo. Los asesores tienen un 60% de las comodidades evaluadas en esta sección.

Conclusiones

La presente investigación manifiesta que los principales factores de la insatisfacción de los empleados es la falta de días de campo, convivencias familiares, eventos deportivos, reconocimiento a los asesores de crédito, si la empresa incluye estas actividades puede generar un vínculo de lealtad y sentido de pertenencia.

Las variables de sueldos e incentivos y trabajo en equipo contribuyen a mejorar la proyección de satisfacción. Se sugieren generar estrategias de campañas económicas para los asesores, mayores incentivos por medio de bonos, son sugerencias para incrementar la satisfacción, y con estas acciones disminuir el índice de rotación.

El éxito de las empresas radica en lograr el trabajo en equipo para enfocar las habilidades y conocimientos, de modo que los empleados consideren los objetivos empresariales como propios. Se reitera la necesidad de implementar actividades que motiven al asesor de crédito a incrementar la satisfacción laboral y tener empleados felices, el éxito de las empresas radica en la gente motivada para tener una productividad alta lo que ocasiona ganancias para la empresa.

Referencias

Abrajan, M., Contreras, J., & Montoya, S. (2009). GRADO DE SATISFACCIÓN LABORAL Y CONDICIONES. *Consejo Nacional para la Enseñanza en Investigación en Psicología A.C. México*, pp. 105-118.

- Alama, E., Castro, M., & López, P. (2006). Capital intelectual. Una propuesta para clasificarlo y medirlo. *Academia. Revista Latinoamericana de Administración*, núm. 37,, 17.
- Arellano. (2005). Gestión Estratégica para el Sector Publico: Del Pensamiento Estratégico al Cambio Organizacional F.C.E., México.
- Buboltz, W. C. (2004). Job Characteristics and Personality as Predictors af Job Satisfaction”. *International Journal of Organizational Analysis*, Núm. 2, pp. 205-219.
- Caballero, K. (2002). El concepto de “satisfacción en el trabajo” y su proyección en la enseñanza. *Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 10.
- G, A. (2005). Gestión Estratégica para el Sector Publico: Del Pensamiento Estratégico al Cambio Organizacional F.C.E., México.
- Gamero, C. (2005). Análisis Microeconómico de la Satisfacción Laboral. 313. doi:10.13140/RG.2.1.4257.6724
- García, r. (2005). *Estudio del trabajo* (Vol. segunda edición). México: Mc Graw Hill. Recuperado el 27 de octubre de 2019, de www.mcgraw-hill-educacion.com
- Herrera-caballero, J. M., & Sánchez -Guevara, I. (2012). Satisfacción Laboral en los Trabajadores del IPN. Un Analisis Estructural. *Ra Ximhai*, 8, 217-232.
- INEGI. (2018). *CON INFORMACIÓN DE 198 JUNTAS LOCALES DE CONCILIACIÓN Y ARBITRAJE, EL INEGI PRESENTA RESULTADOS DE ESTADÍSTICAS LABORALES*. Mexico.
- Martínez, L., & et al. (2013). Condiciones de trabajo que impactan en la vida laboral. *Universidad del Norte Barranquilla*, 542-560.
- Marvel, M., Rodriguez, C., & Nuñez, M. (2011). La productividad desde una perspectiva humana: Dimensiones y factores Intangible Capital. *Universitat Politècnica de Catalunya*, 37.



Implementación de un área de recuperación de producto no conforme como estrategia para disminuir sus costos

Implementation of a non-compliant product recovery area as strategy to reduce costs

Blanca Nelva Castillo-Bolaños¹, Verónica Hernández-Morales¹, Guillermo Luis Sigrist-Rojano¹, Enedina Álvarez-Cruz¹, Adriana Lizeth Canul-Monsalve¹

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas, México.

Recibido: 09-11-2019
Aceptado: 08-12-2019

Autor correspondal: nelva06@hotmail.com

Resumen

A través de este proyecto se realiza la implementación de un área para la recuperación de producto no conforme, es decir, se quiere recuperar todo el producto posible que ha sido rechazado por el cliente debido a que presenta defectos superficiales como manchas, y con ello, reducir costos, cumplir con la demanda y lograr una mayor satisfacción del cliente. Son utilizadas herramientas de calidad para elevar los niveles de productividad y reducir desperdicios. Para mejorar el proceso de recuperación de material se desarrolla un procedimiento de control que pueda ser entendido y comprendido por cualquier persona de la empresa, principalmente por el personal responsable de ésta área, a quién se le da capacitación para la factibilidad de sus acciones, como la realización de los reportes para medir el índice de producto no conforme y la aplicación de la mejora continua y lograr la disminución del mismo por medio de un área establecida con su respectivo plano y zonificación, creación de estándares de trabajo, de inspección visual y de empaque y capacitación constante del personal operativo. Así mismo se diseña el procedimiento correcto para lograr la mayor recuperación de dicho producto. El desarrollo del proyecto permitió disminuir en promedio el 82% de producto rechazado por el cliente, y recuperado en promedio el 57% de dicho material, lo cual representa una disminución muy importante del costo equivalente a un 92%.

Palabras clave: Producto no conforme, defecto cosmético, mejora continua, productividad, calidad.

Abstract

Through this project the implementation of an area for the recovery of non-conforming product is carried out, that is, it is wanted to recover all the possible product that has been rejected by the client because it presents cosmetic defects, that is, superficial defects such as spots, and with it, reduce costs, comply with demand and achieve greater customer satisfaction. Quality tools are used to raise productivity levels and reduce waste. To improve the product recovery process, a control procedure is developed that can be understood and understood by any person in the company, mainly by the personnel responsible for this area,

who is trained for the feasibility of their actions, such as the realization of the reports to measure the index of nonconforming product and the application of the continuous improvement and to achieve the reduction of the same through an established area with its respective plan and zoning, creation of work standards, visual inspection and packaging and constant training of operational personnel. Likewise, the correct procedure is designed to achieve the greatest recovery of said product. The development of the project allowed to decrease on average 82% of product rejected by the client, and recovered on average 57% of said product, which represents a very important cost reduction equivalent to 92%.

Keywords: Non-conforming product, cosmetic defect, continuous improvement, productivity, quality.

Introducción

La globalización es una gran ventana de oportunidades, como señala Yusuf (2001) ofrece a todos los países el poder tener acceso a mercados en donde colocar sus productos, capital para ser invertido e innovaciones tecnológicas que pueden potenciar el crecimiento económico.

Un gran número de empresas se encuentran en el mercado competitivo. Cada una de ella en un ramo específico, ya sea inyección de plásticos o de vidrio, automotrices, metalúrgicos entre otros.

La empresa debe mantenerse en el mercado como una buena opción y para eso es necesario destacar y mantener la calidad del producto, como menciona Juran (1989) la satisfacción con el producto es un resultado que se obtiene cuando las características del producto responden a las necesidades del cliente.

De acuerdo con Deming (1989) la calidad es “un grado predecible de uniformidad y fiabilidad a bajo costo, adecuado a las necesidades del mercado”. Lograr que la empresa maneje sus procesos con calidad no es una tarea fácil, ya que requiere de un amplio conocimiento, una buena realización de las actividades, constante capacitación y un seguimiento de los estándares. Existen herramientas básicas para mejorar niveles de productividad y reducir desperdicios, como son las herramientas de calidad: Kanban, Poka

Yoke, Control de Proceso Estadístico, 5'S, Kaizen o TPM (Mantenimiento Productivo Total).

Las empresas deben generar utilidades con el fin de mantener finanzas sanas que le permitan seguir operando hoy y en el futuro, del área productiva es donde se generan las utilidades y a su vez los costos de la empresa, tal y como lo menciona Santiesteban (2011) la producción es una de las áreas de mayor importancia en cualquier empresa debido a que es de las actividades que generan más costos. Las deficiencias en los procesos y en las actividades que no agregan valor para el cliente son factores que condicionan el desempeño de las empresas y minimizan las ganancias. Entre los principales factores de ineficiencia se encuentran según Ohno (1988): sobreproducción, tiempo de espera, inventario, transporte, procesos, movimientos innecesarios y producción de defectos en productos.

Una de las ideas principales de Crosby (1987) menciona que la calidad no cuesta, lo que cuesta son las cosas que no tienen calidad. Lograr que la empresa maneje sus procesos con calidad no es una tarea fácil, ya que requiere de un amplio conocimiento, una buena realización de las actividades, constante capacitación y un seguimiento de los estándares.

Para poder llevar mejoras en los procesos se debe conocer la Manufactura Esbelta que propone mejoras en los procesos a través del análisis de la cadena de valor, y la implementación de herramientas de calidad Rueda (2007) y esto dará las ventajas competitivas como: calidad, costo, precio, velocidad y consistencia de entrega, innovación y flexibilidad. Esto es posible a través de la eliminación continua y sistemática de los desperdicios.

Hoy en día es importante la reducción de costos en la empresa ya que reflejan altos índices de material no conforme en las líneas de producción, además de quejas y devoluciones por parte del cliente.

El presente proyecto se desarrolló en una empresa dedicada a la manufactura de productos de iluminación automotriz y tiene como objetivo implementar un área dedicada a recuperar piezas rechazadas por un cliente debido a defectos cosméticos como estrategia para la disminución de su costo.

Metodología

A continuación, se describe la metodología para la implementación del área de recuperación de piezas rechazadas por el cliente al presentar defectos cosméticos.

- 1) De acuerdo al plano de la planta se determinó un lugar específico para llevar a cabo el proyecto y el material que se encontraba almacenado en esa área fue almacenado en la nueva área de expansión.
- 2) Se retiran carros de material para despejar nueva área de proyecto.
- 3) Se toman medidas del área y se hacen varias propuestas para poder obtener el mejor flujo del material.
- 4) Se valida y aprueba el diseño del área asignada.
- 5) Para llevar a cabo la realización de la tarea se crea una instrucción de trabajo donde se estandariza para la correcta y determinada ejecución de la operación.
- 6) Se realizan los estándares de Inspección para llevar a cabo la correcta selección del material definido como conforme o no conforme.
- 7) Se postea el estándar de calidad donde determina de acuerdo al área cuáles son los defectos permitidos por el cliente.
- 8) Se verifica si el estándar de empaque es adecuado o a la medida del producto con el fin de protegerlo al ser almacenado y en su traslado llegue en óptimas condiciones al cliente.
- 9) Se limpia el área asignada anteriormente, se pinta y se zonifica de acuerdo al diseño del plano.
- 10) Una vez que queda establecida la nueva área, las piezas serán trasladadas respetando el flujo de material.
- 11) Se coloca en el área una carpeta con todos los estándares de trabajo, calidad y de empaque antes elaborados y mencionados para poder llevar a cabo la recuperación.
- 12) El operador tiene la actividad de revisar todos los días al inicio del turno los estándares.
- 13) Después el operador tiene que firmar la hoja de notificación que se encuentra en la última hoja del estándar con esa hoja él se compromete a que entendió la operación y que procederá a hacerlo de la forma indicada.
- 14) Se da capacitación al personal sobre las operaciones que realizará.
- 15) Para conocer cuáles son las causas raíces de los diferentes problemas de defectos cosméticos se elabora una matriz de 4M (Máquina, Método, Material y Mano de obra).

- 16) Para reducir el producto no conforme del área de barnizado se realiza un PDCA (Planificar- Hacer – Verificar – Actuar). Los resultados de la implementación de este ciclo permitirán que se vaya mejorando la reducción de éste material o de costos para la empresa.
- 17) Se elabora una auditoría de etiquetas para validar que el material enviado al cliente va correctamente identificado. En la auditoría se consideran el número de parte de la etiqueta master, fecha de elaboración, hora de elaboración, número de parte de pieza individual, nombre y número de nómina del operador que realiza la actividad. De esta forma se garantiza la trazabilidad de lo que se envía y ante cualquier problema de etiquetado se tienen datos para poder retirar el producto y tener medidas de contención ante el cliente.
- 18) Se coloca un pizarrón visual en el área de descarga del lente donde el operador puede tener más claros los defectos de acuerdo a los estándares de Calidad que determinan que es un producto conforme o no conforme.
- 19) Se modifica el programa del robot barniza que para que el aire pase por toda la superficie del lente, ya que se detectó que la pistola del robot no sopletea en todo el lente, solo una parte ioniza.
- 20) Se compran sopladores y se reutiliza una mesa que se coloca dentro del área de barnizado.
- 21) Antes de que los operadores carguen el lente se revisa y si éste tiene demasiados residuos por la parte interior del lente se coloca la pieza en la mesa con los sopladores de aire, esto quitará cualquier residuo de polvo que pudiera tener el lente antes del proceso de barnizado.
- 22) Se instalan pistolas nuevas de aire ya que se encuentra contaminación de partículas en lente.
- 23) Se elabora una auditoría de proceso para barnizado que va a garantizar la estandarización en el proceso.
- 24) Debido a la inconformidad de encontrar máscaras sucias se realiza un formato para entregar y recibir cada turno, con el fin de corregir lo que no estaba en óptimas condiciones antes de que el equipo se retire y el siguiente equipo pueda trabajar en forma correcta sin problemas o pendientes de un grupo anterior.
- 25) Se procede a modificar el estándar de empaque debido a que el cliente reclama ráfaga como defecto cosmético, ya que se encontró como causa raíz y principal del problema el

estándar de empaque, al observar que la pieza al salir de la barnizadora se encuentra en estado conforme, pero al llegar a la planta del cliente se encuentra con defectos. El empaque de cartón es reemplazado por el empaque de plástico para evitar las ráfagas en el material.

26) Finalmente se actualiza el programa de mantenimiento preventivo y se determina que se realizará semanalmente.

Resultados

A continuación, en las figuras 1 y 2 se muestra el área implementada para la recuperación de producto no conforme y el plano de dicha área respectivamente.



Figura 1: Área de recuperación de producto no conforme
Fuente: Los autores

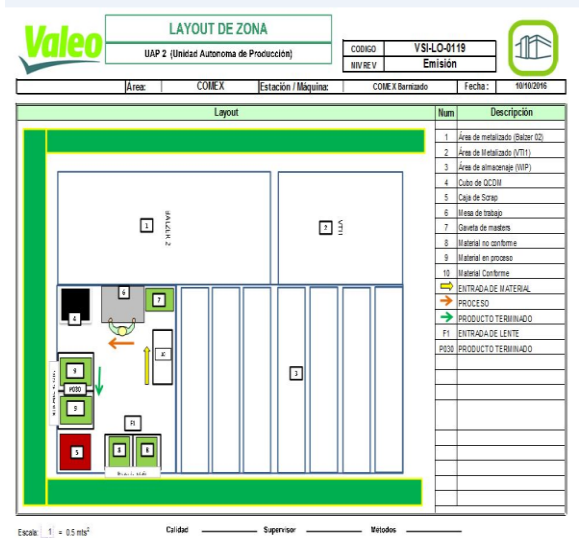


Figura 2: Plano del área de recuperación de producto no conforme
Fuente: Los autores

En la tabla 1 se observa el histórico de demanda del cliente y las piezas rechazadas, así como el costo de ellas. Se nota que el porcentaje de piezas rechazadas es elevado, esto repercute en la empresa como una gran pérdida. La figura 3 indica la tendencia del rechazo del producto.

Tabla 1 *Histórico de demanda y rechazo del cliente*

Mes	Piezas Enviadas	Piezas Rechazadas	Scrap %	Costo scrap \$
Marzo	35126	3095	8.8	6,654.5
Abril	53601	4238	7.9	9,111.70
Mayo	67823	7012	10.3	15,075.80
Junio	65755	5680	8.6	12,212.00
Julio	36720	2100	5.7	4,515.00
Agosto	69325	9780	14.1	21,027.00
Totales	328350	31905	9.3	68,595.75
Costo \$	705,952.5			

Fuente: Los autores

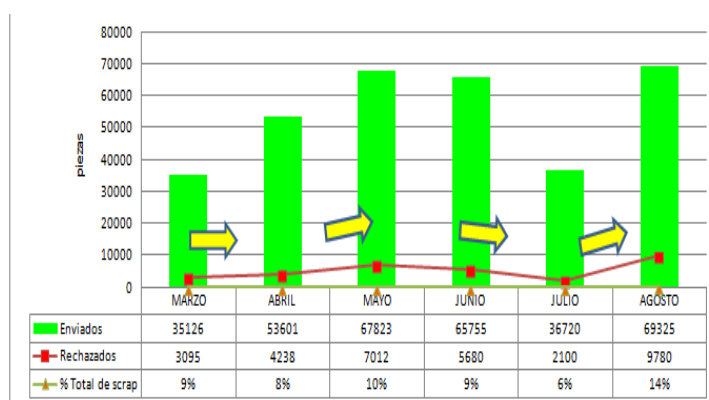


Figura 3: Histórico de demanda y tendencia de rechazo del cliente

Fuente: Los autores

Con la implementación del proyecto las piezas rechazadas por el cliente han disminuido de 9.3% a 1.7%. Y de éstas son recuperadas casi el 57% como lo indica la tabla 2.

Tabla 2 *Histórico de demanda y rechazo del cliente concluido el proyecto*

Mes	Piezas Enviadas	Piezas Rechazadas	Scrap %	Piezas Recuperas	Piezas de scrap	Scrap %
Octubre	37920	960	2.5	800	160	0.00422
Noviembre	55333	1050	1.9	750	300	0.00542
Diciembre	44307	780	1.8	416	364	0.00822
Enero	56398	1200	2.1	685	515	0.00913
Febrero	51672	480	.9	400	80	0.00155
Marzo	63299	920	1.5	100	820	0.01295
Abril	64494	800	1.2	351	449	0.00696
Totales	373423	6190	1.7	3502	2688	0.7
Costos \$	802,859.45	13,308.50			5,779.2	

Fuente: Los autores

Conclusiones

Al implementar el área de recuperación se redujo el porcentaje de producto no recuperado de un 9.3 % a un 0.7%, lo que equivale a un 92% de disminución de su costo; a través de la estandarización, capacitación y el respeto al producto. En primer un lugar, se hizo conciencia en el personal operativo de respetar y aplicar las formas de trabajo que ya están establecidas. Al equipo de producción que no solo se debe cumplir en cantidad si no también con calidad ya que de ello depende la confiabilidad que tendrá el cliente hacia la empresa.

La mejora continua que se da día a día garantiza un producto de calidad dentro de las especificaciones que requiere el cliente.

La atención al cliente es primordial, al recibir un reclamo se debe de actuar y presentar un plan de acción inmediato para no detener la producción, ya que el costo por minuto de paro va desde 1000 a 16000 dólares, se debe tener la habilidad de reaccionar en tiempo y en forma para no generar más contratiempos, además si se tratara de un nuevo defecto cosmético el equipo de calidad tendrá que verificar donde está la causa raíz del problema para eliminarla. Se necesita seguir trabajando para mejorar el proceso, ya que hay condiciones en los que aún se puede mejorar, por último, se realizó un registro de defectos encontrados para poder buscar soluciones óptimas que reduzcan o eliminen el problema.

Se recomienda seguir analizando y monitoreando la barnizadora y su proceso, se debe de mantener alerta el supervisor de producción de que se cumpla el seguimiento de los estándares que se realizaron o se modificaron para mejorar la calidad del lente. El personal

del área de calidad debe garantizar la validación de que tanto los operadores, y todo aquel personal involucrado en la barnizadora respete el producto.

Llevar siempre un registro de los defectos encontrados es indispensable para que de esta manera se encuentren soluciones óptimas.

Asegurando la calidad se asegura la satisfacción del cliente, entrenando y desarrollando al personal se obtiene la satisfacción del empleado y a través de la mejora continua se ganan nuevos clientes para lograr el crecimiento rentable de la empresa.

Referencias Bibliográficas

Crosby, P.B. (1979). *Quality is Free*. McGraw - Hill, New York.

Crosby, P.B. (1987). *Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V.* Primera edición: 1987.

Daniel Audí Piera, *Como Aplicar un Robot Industrial*, Ed. Marcombo, España.

Deming (1989). *Calidad, Productividad Y Competitividad. La Salida De La Crisis*. Díaz de Santos, S.A.

Juran, J.M. (1989). *Juran On Leadership For Quality*. Juran Institute, Inc.

K.S. Fu. R.C. González, C.S.G. Lee, *Robótica (Control, Detección Visión E Inteligencia)*, Ed. Mc. Graw Hill.

D.R. Sule. (2001). *Instalaciones De Manufactura*. (2ª ed.). Ed. Thomson Learning.

Mellado Arteché Martín. (2011). *Robótica*. (1ª ed.). Ed. Limusa.

Meyers Fred E., Slephens Matthew P. *Diseño De Instalaciones De Manufactura Y Manejo De Materiales*. (3ª ed.). Ed. Prentice Hall.

Mikell P. Groover, Mitchell Weiss, Roger N. Nagel y Nicholas G Odrey. (1994). *Robótica Industrial (Tecnología, Programación Y Aplicaciones)*. (1ª ed.). Ed. Mc. Graw Hill.

Ohno, T. (1988). *Toyota Production System 1988 Productivity Press*; 1 edition (March 1, 1988).

Ollero Baturone Aníbal. (2001). *Robótica, Manipuladores Y Robots Móviles*. Ed. Alfaomega.

Rueda, B. (2007). *Aplicación De La Metodología Seis Sigmas Y Lean Manufacturing Para La Reducción De Costos, En La Producción De Jeringas Hipodérmicas Desechables*. (Tesis Licenciatura, Instituto Politécnico Nacional).

Santiesteban (2011). *Marketing, Relaciones Públicas, Gerencia Y Ntics A Las Puertas Del Siglo XXI*. México, Editorial Eae.

Yusuf, S (2001). *Globalization and Challenge for Developing Countries*, Washington, D.C.



El Estándar Operativo: estudio de caso empresa de cerámica

The Operating Standard: case study of ceramic company

Lesly Gómez-García¹, César David Rivera-Toscano¹

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz, México.

Recibido: 11-11-2019
Aceptado: 04-12-2019

Autor corresponsal: gomezlessly0816@gmail.com

Resumen

El estándar operativo forma una parte esencial de la empresa de cerámicos, ya que es un conjunto de herramientas, métodos y técnicas establecidas por la empresa, para la optimización de cualquier departamento o área, el cual se le denomina Sistema KOS (Kohler Operation System). En esta investigación se presenta el uso del estándar en el área de vaciado a presión con el fin de solucionar problemas de defectos que se registran diariamente, derivado del manejo y la manipulación del producto. Realizando un análisis de las herramientas y técnicas que propone y sustenta el estándar operativo de la empresa, se implementa el diagrama de Ishikawa, normatividad ISO, programas de capacitación y cuadro básico de Equipo de Protección Personal, teniendo como resultado un porcentaje de desperdicio menor al pronosticado.

Palabras clave: Estándar operativo, Vaciado a Presión, Desperdicio en Verde, Pronósticos.

Abstract

The operational standard is an essential part of the ceramics company, this standard is a set of tools, methods and techniques, available and suggested by the company itself, so that any department/area can solve or improve its activities and problems that arise in its process, it is called KOS System (Kohler Operation System). In this investigation, the use of the operational standard in the pressure casting area is presented in order to solve problems of defects that are recorded daily, derived from the handling and manipulation of the product. An analysis of the tools and techniques proposed and supported by the company's operating standard (KOS System) is carried out, implementing the Ishikawa diagram, ISO standards, training programs and basic Personal Protection Equipment chart, resulting in a lower than predicted percentage of waste.

Keywords: *Operating standard, KOS system, Pressure emptying, waste in green, Forecasts.*

Introducción

México es un país líder en la producción mundial de muebles sanitarios y azulejos cerámicos, tiene presencia en once estados de la república (Luzán y López, 2017). En los años de 2009 a 2013, la tasa media de crecimiento anual de México en este segmento fue del 5,3% (Lourenco, 2015). Debido al

crecimiento que ha tenido la industria de cerámica en México, resulta importante cuidar los procesos, productos y servicios de este sector, ya que representa un gran comercio a nivel nacional e internacional. El uso de herramientas, técnicas y metodologías para la solución de problemas en las industrias, organizaciones, instituciones, negocios de cualquier magnitud forma parte fundamental para conseguir que los bienes y servicios que se oferten a los mercados sean de calidad. En la presente investigación se abordan temas relacionados con problemas de calidad que afectan a productos de la empresa de cerámicos, para ello se utiliza el estándar operativo que predispone la compañía con herramientas, técnicas y metodologías que permiten reducir, eliminar y mejorar la producción del área donde se implementen. Chávez, Cruz y Toro (2018) realizan un diagnóstico operativo de la empresa Corporación Cerámica S. A. con la finalidad de revelar opciones de mejoras usando herramientas de Calidad. En la investigación toman como análisis a 120 trabajadores de cada turno y los procesos y tecnologías como variables intervinientes, dando como resultado que las actividades claves deben ser revisadas y evaluadas respecto a la planificación de la proyección en ventas, además, en los procesos de mejoras se considera automatizar la homogenización del pulido y barnizado con una inversión de 35,000 soles, y una mejora en la producción del 58% aproximadamente.

Racchumí y Ramos (2018) realizan una planificación y control de la producción para mejorar la productividad en la empresa Cerámicos Lambayeque S. A. C. debido a que su línea de producción está siendo afectada por la gran cantidad de mermas que se ocasiona al momento de realizar la carga y descarga del producto en proceso. Con la implementación de un diagnóstico inicial, la evaluación de herramientas para la solución de problemas, la implementación de un modelo de pronósticos y planes agregados lograron determinar los productos que generan más rentabilidad, se estableció el modelo de pronósticos con mayor ajuste a la realiza y se determinó un plan agregado de producción con el menor costo.

Barrientos (2017) implementa las 5's, el diagrama de Ishikawa y el diagrama de Pareto para mejorar la productividad en área de horno de la empresa Cerámica San Lorenzo S.A.C. en Lima, consiguiendo mejorar la productividad de un 0.7686 a 0.8572, además se logró mejorar la eficiencia de 0.8314 a 0.8784 en función de las horas efectivas empleadas.

Galindo (2015) utiliza la matriz FODA, diagrama de análisis de procesos, diagrama de Pareto y el ciclo PDCA para identificar el impacto de la mejora de calidad del proceso de colaje en la productividad y competitividad en la empresa VITRESA, observando que el uso de las metodologías afirma que al mejorar la calidad en el proceso de colaje se incrementa la productividad, ya que en el estudio la productividad se mejoró en un 605.84 %.

Cabe mencionar que en los procesos de cerámica se utiliza la alúmina, un compuesto que cubre el molde de la tapa, cuando es tiempo de entrar al horno le permite no adherirse al tanque y pueda ser levantada con facilidad, en la investigación de (Khalil & Algama, 2019) y de (Abyzov, 2019) se profundizan en los residuos de cerámica para reciclarlos, donde la alúmina es su principal fuente de estudio.

Desde que empezó el arranque de producción en la empresa, se crearon tanques y tapas en el área de vaciado a presión, lo que conllevó a dicha instalación no contar los detalles más importantes, por ello al realizar un estándar en el departamento mencionado se permitirá que la calidad de los productos, así como el conocimiento de los operarios mejore ocasionando que estos detalles; la falta de congruencia entre las instrucciones de trabajo y operaciones, la mala organización de las herramientas y la seguridad sea tomada en cuenta por medio de estas prácticas seleccionadas y con la actualización de la norma ISO 9001:2008 a 2015 en los procedimientos de las instrucciones de trabajo, se pretende alcanzar su máximo rendimiento, disminuyendo los defectivos que más se presentan por parte de los operarios a la falta del conocimiento.

Materiales y métodos

Para comenzar con el desarrollo del estándar primordialmente se examinó el desempeño del trabajador al realizar sus actividades diarias en el área de vaciado a presión, para localizar aquellos errores y problemas que se presentan como defectivos en los tanques y tapas de tazas. Una de las causas de los defectos a simple vista es porque el operario es de nuevo ingreso y está en proceso de aprendizaje del área. En la Figura 1 se observa el diagrama de flujo de proceso de la empresa. En el área de Pressure Cast Shop (Vaciado a presión) se remediarán los problemas del desperdicio, limpieza etc.

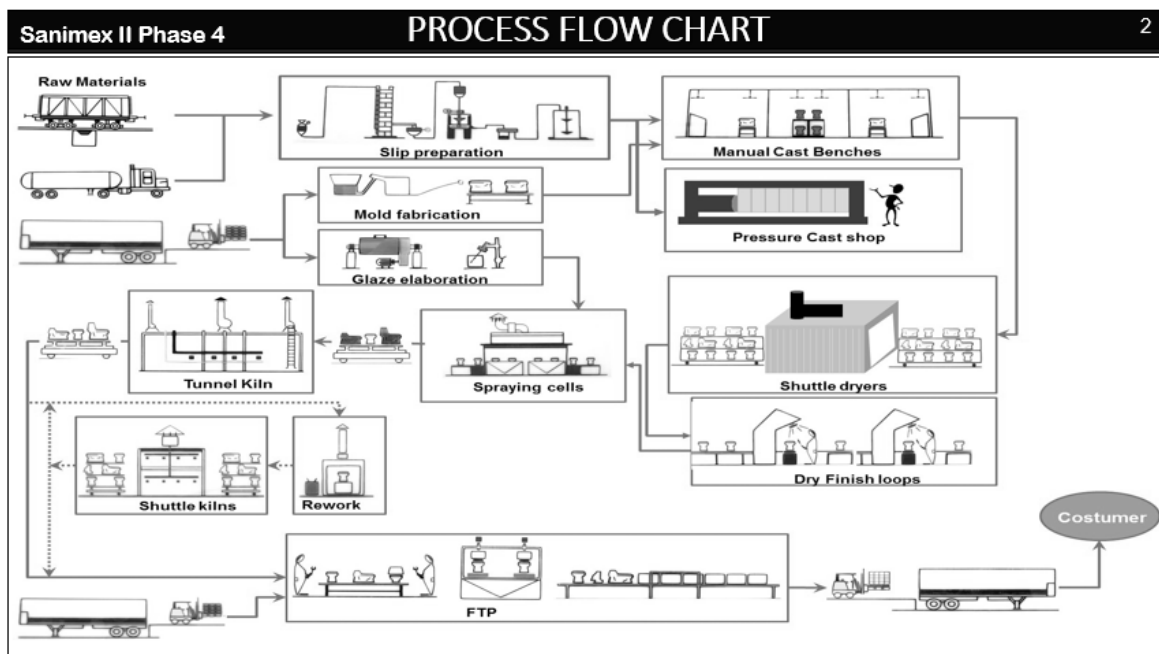


Figura 1. Diagrama de flujo de proceso de tanques y tapas.
Fuente: Tomado de Empresa de estudio.

La metodología a seguir para la investigación es la siguiente:

1. Se analiza mediante un diagrama de Ishikawa todas las causas principales y secundarias que originan la problemática general. Este es un método gráfico mediante el cual se representa y analiza la relación entre un efecto (problema) y sus posibles causas (Pulido, 2010).
2. Se aplican diversas técnicas de pronóstico para predecir el mes de diciembre, utilizando el promedio móvil, el móvil ponderado, suavizamiento exponencial y las proyecciones de tendencia, las cuales permitirán conocer las posibilidades de que la calidad aumente o disminuya. Para finalizar se obtendrá de cada uno la desviación absoluta media para comprobar el mejor pronóstico aplicable, el cual muestre un error mínimo.

De acuerdo con (Krajewski, Ritzman & Malhotra, 2008) para elaborar un pronóstico útil a partir de la información disponible, se debe aplicar la técnica que resulte apropiada para los diferentes patrones de demanda.

3. La normatividad ISO se utiliza para actualizar todos los procedimientos del área de vaciado a presión de ISO 9001:2008 a ISO 9001:2015. Al finalizar los procedimientos, se realizan entrevistas para evaluar el entendimiento de los formatos. Estos estándares están diseñados para que las compañías documenten que mantienen un sistema de calidad eficiente. (B. Chase, F. Robert, & Nicholas J., 2009)
4. Se crean programas de capacitación para los trabajadores de nuevo ingreso.

5. Se desarrolla el cuadro básico de Equipo de Protección Personal (EPP) para medidas de Riesgos, Aspectos ambientales y recomendaciones que deben realizarse y señalarse para evitar accidentes en las estaciones de trabajo.
6. Implementar Auditorias escalonadas para evaluar a los operadores sobre la ejecución de las 5's y los procedimientos realizados de acuerdo a las instrucciones de trabajo actualizadas, con las que se obtendrá una serie de resultados, los cuales serán analizados e identificados, logrando conseguir que se direccionen las partes débiles y/o vulnerables que quedaron en los trabajadores para retroalimentar y canalizar los problemas. Las auditorias es la verificación en el sitio de trabajo de la correcta ejecución de los estándares operacionales por el sistema de calidad (Modelo de Gestión para la Competitividad, 2008).
7. Al final se implementan las 5'S, como se sabe es un método que requiere el compromiso personal y duradero en temas como la limpieza, la organización, la seguridad y la higiene. (Pulido, 2010)
8. Realizar un diagrama de Pareto para mostrar las deficiencias y vulnerabilidades de la implementación de las metodologías, y así de esta forma ajustar y promover que las metodologías e instrucciones de trabajo se realicen de acuerdo a lo establecido.

Resultados y discusión

Con el diagrama de Ishikawa se detectaron las causas esenciales del problema, en la tabla 1 se muestran esas causas que se originan para cada ramificación del diagrama, así como su solución.

La actualización de los procedimientos fue la que repercutió más en el área de vaciado a presión, ya que con las entrevistas que se les realizó a los operarios se detectó que muchos de los defectivos eran por la mala operación de las máquinas, la falta de formatos, de ayudas visuales y la congruencia en las indicaciones.

Tabla 1. Factores, problemas y soluciones del diagrama de Ishikawa

Factor	Problema	Solución
Materiales	-Falta de escalón para poder tapar el tanque del tercer nivel del carro. -Mala colocación de la tapa.	-Creación de un escalón para la colocación de la tapa en el tanque.
Medición	-Espesores de paredes del tanque. -Bajos espesores.	-Creación de un nuevo documento en donde se explica el proceso de como nivelar los moldes para controlar el espesor de las paredes del tanque.
Medio Ambiente	-Condiciones de la pasta. -Contaminación de pasta.	-Se realiza una notificación al departamento de pastas para la solución.
Método	-Variaciones de temperatura en el área. -Falta de actualización de los procedimientos. -Aprendizaje erróneo.	-Creación de un formato para el control de los niveles de temperatura.
Mano de obra	-Incongruencia en las actividades -Confunden el procedimiento por falta de actualización. -Mal manipulación de las piezas.	-Actualización de los procedimientos correspondientes, diseñar ayudas visuales para el área.
Maquinaria	-Incongruencia en la maquina señalada en los procedimientos. -Marcas y modelos de máquinas distintos. -Errores de operación. -Manipuladores fuera de servicio. -Mal diseño.	-Se realiza una notificación al departamento de mantenimiento para la solución.

Fuente: Los autores.

El desarrollo y la aplicación del sistema KOS, es decir, el pizarrón de información, establecer los letreros en cada área de acuerdo a las actividades, además de las pláticas al inicio de turno, donde se informa sobre la seguridad en cada área de trabajo y fábricas visuales. Ayudaron en la minimización del desperdicio en verde o Green Cull, reflejados en los pronósticos, de acuerdo al cálculo de la desviación absoluta media de cada uno, se registró como el mejor pronóstico aplicable el de suavizamiento exponencial teniendo un error de 0.56% como se muestra en la figura 2.

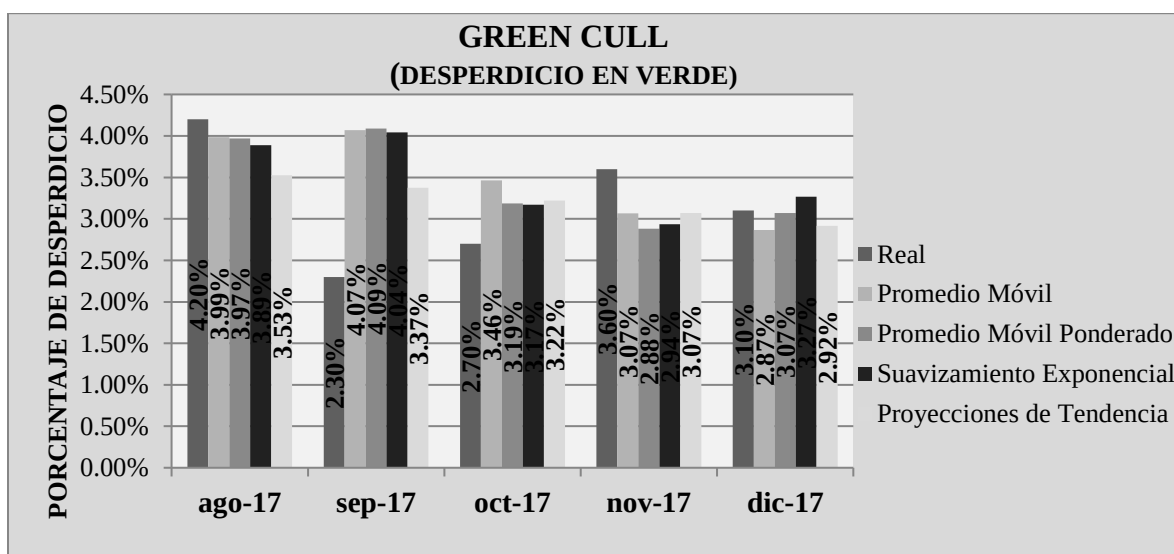


Figura 2. Comparación de los modelos de pronósticos.

Fuente: Los autores.

Con base a la tabla número 2 se observa la cantidad producida de tanques por día, mes y año, con el desperdicio y las pérdidas monetarias que representan, en donde cabe señalar que el pronóstico calculado de suavizamiento exponencial (seleccionado como el más óptimo de acuerdo a su desviación absoluta media) se esperaba un porcentaje de desperdicio del 3.27% el cual ocasionaría un total de 2,141 piezas desperdiciadas al mes, repercutiendo en un total de \$535,233.60 pesos, pero en comparación con lo real, el porcentaje de desperdicio fue de 3.10% originando un total de 2,030 piezas desperdiciadas con un total de \$507,408.00 pesos, menor a la pronosticada.

Tabla 2. Pronóstico y porcentaje real en el mes de diciembre con Green Cull y pérdidas.

Mes de diciembre	Unidad	Producción	Piezas desperdiciadas	Costo del producto (pza)	Pérdidas (\$)
Pronóstico	Día	2112	69.0624		\$ 17,265.00
	Mes	65472	2140.9344	\$250.00	\$ 535,233.60
	Año	785664	25691.2128		\$6,422,803.20
Peal	Día	2112	65.472		\$ 16,368.00
	Mes	65472	2029.632	\$250.00	\$ 507,408.00
	Año	785664	24355.584		\$6,088,896.00

Fuente: Los autores.

Conclusiones

Se alcanzaron resultados favorables para el área, puesto que el pronóstico de suavizamiento exponencial dio un porcentaje de desperdicio de 3.27% para el área de vaciado presión, el cual sería minimizado con la implementación de las metodologías del sistema KOS (5's, IT, seguridad, auditorias escalonadas), dando como resultado real de Green Cull un 3.1% menor al pronosticado.

Se registraron mejorías en el departamento ya que en el área se tienen datos históricos, de las calidades, al obtener un promedio del desperdicio en verde histórico desde el mes de enero a julio, fue del 3.89% y con la ejecución de las metodologías se obtuvo un promedio de agosto a diciembre del 3.18%.

Agradecimientos

A mi Familia, por siempre estar en todo momento que los he necesitado.

Referencias bibliográficas

- Abyzov, A. M. (2019). ALUMINUM OXIDE AND ALUMINA CERAMICS (REVIEW). PART 3. RUSSIAN MANUFACTURERS OF ALUMINA CERAMICS. *Refractories and Industrial Ceramics*, 60(2), 183-191. doi:<https://doi.org/10.1007/s11148-019-00333-x>
- B. Chase, R., F. Robert, J., & Nicholas J., A. (2009). Administración de Operaciones Producción y Cadena de Sumistros. México, D.F.: McGraw Hill.
- Barrientos Quispe, H. F. (2016). Implementación de metodología 5 s' para mejorar la productividad en área de horno de la empresa Cerámica San Lorenzo s.a.c. Lima. Tesis de grado licenciatura, Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Lima, Perú.
- Chávez Azurín, P. A., Cruz Timaná, L. A., & Toro Pérez, J. L. (2018). Diagnóstico Operativo de la Corporación Cerámica S. A. Tesis de grado maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú, Santiago de Surco.
- Galindo Alarcón, R. A. (2015). Incremento de la productividad en la empresa VITRESA del sector cerámico mediante la mejora del proceso de colaje. Tesis de grado licenciatura, Universidad ESAN, Facultad de Ingeniería Industrial y Comercial, Lima, Perú.

- Khalil, N. M., & Algama, Y. (2019). Recycling of Ceramic Wastes for the Production of High Performance Mullite Refractories. *Springer Nature*. doi:<https://doi.org/10.1007/s12633-019-00248-9>
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2008). Administración de Operaciones Procesos y cadenas de valor (Octava Edición ed.). (M. d. Villarreal, Trad.) México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Lourenco, S. (10 de Febrero de 2015). El Mercado de Productos para Baño en México. Obtenido de <https://news.in-cosmetics.com/es/2015/02/10/el-mercado-de-productos-para-bano-en-mexico/>
- Luzán Cervantes, M., & López Zamora, R. D. (Agosto de 2017). Factores de localización y especialización en la industria de la cerámica en México. el caso de la fabricación de azulejos cerámicos y muebles de baño. *Observatorio de la economía latinoamericana*, 1 - 17. Obtenido de <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/2017/industria-ceramica-mexico.html>
- Modelo de Gestión para la Competitividad. (2008). *Auditorias Escalonadas*. Presentación.
- Pulido, H. G. (2010). *Calidad Total y Productividad* (Tercera ed.). México: McGrawHill.
- Racchumi Villegas, J. M., & Ramos Montenegro, T. A. (2018). Planificación y control de la producción para mejorar la productividad en la empresa Cerámicos Lambayeque S. A. C. Chiclayo. Tesis de grado licenciatura, Universidad Señor de Sipán, Facultad de Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo, Pimentel, Perú.



Sistema de monitoreo en tiempo real del factor de potencia

Real-time power factor monitoring system

José Arturo Barbosa-Moreno¹, Roberto Aníbal Flores-Guerrero¹, Jorge Alberto González-Sánchez¹, Hermenegildo Cisneros-Villegas¹, Vanessa Yadira Reyes-Gerónimo²

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, Tamaulipas, México.

Recibido: 20-11-2019
Aceptado: 12-12-2019

Autor correspondal: barbosa_arturo@hotmail.com

Resumen

El sistema de monitoreo predictivo del factor de potencia, está diseñado para monitorear en tiempo real las variaciones de voltaje y corriente eléctrica en los sistemas eléctricos, el rango de valores del factor de potencia oscilan entre 0 y 1, donde el valor unitario determina un sistema eléctrico ideal, en el que toda la energía se convierte en trabajo, la problemática se presenta en el momento en que se produce una anomalía en el sistema eléctrico la cual ocasiona una reducción en el factor de potencia del sistema y esta pasa desapercibida normalmente hasta que la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.) te aplica sanciones monetarias debido a un bajo factor de potencia, otras consecuencias como puede ser el aumento de consumo de corriente eléctrica y temperatura fuera de la nominal lo cual puede degradar la vida útil de los aislamientos.

Palabras clave: Factor de Potencia, medición, potencia reactiva, diseño.

Abstract

The predictive power factor monitoring system is designed to monitor in real time the variations of voltage and electric current in electrical systems, the range of values of the oscillating power factor between 0 and 1, where the unit value determines a system ideal electrical, in which all the energy is converted into work, the problem arises at the moment when an anomaly occurs in the electrical system which causes a reduction in the power factor of the system and this goes unnoticed normally until the Comisión Federal de Electricidad (CFE) enforce the monetary applications due to a low power factor, other consequences such as the increase in the consumption of electric current and the temperature outside the nominal which can degrade the useful life of the insulation.

Key words: Power Factor, measurement, reactive power, design.

Introducción

Uno de los principales servicios que aporta al desarrollo de la vida cotidiana en las sociedades modernas es sin duda el suministro de la energía eléctrica. Gracias a los alcances actuales de la sociedad en general, cómo la información, se ha ido creando conciencia de la necesidad de contar con un suministro eléctrico de calidad. De acuerdo a Jiménez & Cerero (s.f.) “La calidad del servicio de suministro de energía eléctrica soporta y apunala la vitalidad comercial, industrial y social de los países”, es decir, hablar de un país con miras al desarrollo, debe tener la capacidad de sostener la calidad de la energía de acuerdo a las recomendaciones y regulaciones vigentes en materia de PQ. El circuito de interconexión denominado “red eléctrica” está comprendido por una gran cantidad de cargas eléctricas.

Según SectorElectricidad, (2015) “Cuando la corriente que atraviesa una carga tiene la misma forma de tensión, se denomina lineal, por hecho contrario, cuando la forma de la corriente no se corresponde con la forma de la tensión, la carga se denomina no lineal”. Anteriormente un sistema eléctrico no se veía tan afectado por las cargas no lineales, pero con los avances tecnológicos que han surgido en las últimas décadas han traído como consecuencia la creación de equipos eléctricos con componentes electrónicos, los cuales, presentan cargas no lineales que causan bajo factor de potencia en el suministro de energía eléctrica. Algunas otras causas que dan lugar a un bajo factor de potencia son la existencia de un volumen considerable de motores, contar con equipo de aire acondicionado y refrigeración, saturación de carga instalada en alimentadores que sobrepasan su capacidad o un fallo físico en el sistema de red eléctrica. (Energía, 2016)

La Comisión Federal de Electricidad determina que sus usuarios deben de tener un factor de potencia de un 90%, si se llegase a presentar un factor de potencia por debajo del 0.9, el usuario puede ser acreedor a una multa de hasta 120% de su consumo, caso contrario si llegase a tener un factor de potencia arriba del 0.9 se le puede bonificar hasta un 2.5% de su consumo. (ISSUU, 2015)

De acuerdo a la CFE (2019), la fórmula de recargo es:

- Porcentaje de Recargo = $\frac{3}{5} \left[\left(\frac{90}{F.P.} \right) - 1 \right] \times 100$, menor que 90%
- Porcentaje de Bonificación = $\frac{1}{4} \left[1 - \left(\frac{90}{F.P.} \right) \right] \times 100$, FP mayor o igual a 90%

Donde FP es el Factor de Potencia expresado en por ciento.

Los valores resultantes para la aplicación de las fórmulas se redondearán a un solo decimal, según sea o no menor que 5 (cinco) el segundo decimal. En ningún caso se aplicarán porcentajes de recargo superiores a 120% (ciento veinte por ciento), ni porcentajes de bonificación superiores a 2.5% (dos punto cinco por ciento).

La conferencia técnica “Calidad de Energía en una Red de Baja Tensión” de la Asociación Mexicana del Edificio Inteligente y Sustentable (IMEI), de acuerdo a Building (2018): “que fue patrocinada por ABB e impartida por el ingeniero Danny Salazar, gerente de producto de la multinacional, abordó el tema de la calidad de la energía, enfocada en el factor de potencia y la distorsión armónica en una red de baja tensión. Lo anterior a fin de lograr un aprovechamiento más eficiente y sin distorsiones de la electricidad”.

De igual manera es importante mencionar que en una red eléctrica, los motores para la operación de elevadores, bombas y sistemas de aire acondicionado pueden generar una separación entre el voltaje y la corriente. Esto genera que el factor de potencia disminuya, lo que a su vez provoca más calor en los transformadores, mayor desgaste y merma en su vida útil. Por ello, el factor de potencia influye directamente en la eficiencia energética de la instalación, pues éste indica qué tanto se está aprovechando la electricidad que se está pagando al convertirla en trabajo.

La revista Petroquímex (2014) (en su apartado industria energética) publicó un artículo denominado Corrección del factor de potencia de corrientes armónicas: “Al participar en la Expo Eléctrica Internacional 2014, Viveros Dominguez (2014), representante de Fervisa Ingeniería, sostuvo que para corregir el factor de potencia los capacitores son una buena opción, los cuales son equipos eléctricos capaces de entregar energía reactiva. Entonces, los capacitores en vez de consumir este tipo de energía la producen, lo cual permite compensar el Factor de Potencia Resultante en el sistema eléctrico. De igual forma comento que el factor de potencia se define como el cociente de la relación de la potencia activa entre la potencia aparente; es decir la relación entre la potencia consumida (KW) y la potencia total requerida (KVA)”. Se hizo hincapié que en el sector industrial pretende operar con un factor de potencia que sobre pase al 0.9 debido a las grandes penalizaciones por parte de la compañía suministradora de electricidad, instalando bancos de capacitores en su red eléctrica para

buscar un factor de potencia similar al de 0.95 provocando resonancias paralelas en el rango de ciertas armónicas.

Materiales y método

De acuerdo a Monge Redondo (2018), “el factor de potencia se define como la relación entre la potencia activa y la potencia aparente dándonos el desfase (coseno del ángulo) que existe, en grados, entre la intensidad de la corriente eléctrica y la tensión o voltaje en un circuito de corriente alterna”. Como ya se mencionó previamente, éste se genera debido a la conexión de cargas no lineales al suministro de energía y va empeorando con el incremento de las mismas. Para obtener el ángulo de desfase entre voltaje y corriente eléctrica es necesario un muestro en tiempo real de los mismos en el circuito.

Para el muestreo de la tensión no existe complicación alguna, ya que éste se realiza directamente de la línea, la primera complicación se presenta para el muestreo de la corriente eléctrica, se analizaron varios métodos para llevar acabo dicho proceso y se optó, por su linealidad y bajo costo, el empleo de una resistencia shunt, para ver si la caída de tensión en ésta se encuentra en fase con la corriente eléctrica.



Figura 1. Resistencia Shunt.
Fuente: Elaboración propia

Otra forma de obtener el muestreo de la corriente en sistemas que manejan altos valores de potencia es la pinza amperimétrica, ya que la conexión de ésta, no altera la carga del sistema y tendríamos la ventaja de medir incluso hasta valores de 500 amperes.



Figura 2. Pinza Amperimétrica
Fuente: Elaboración propia

En caso particular de requerir una medición mayor, se puede usar una variante de pinza amperimétrica, la cual es mostrada en la figura 3, ésta última con capacidad de medición de hasta 6000 A. Las pinzas amperimétricas tienen la particularidad de entregar una señal de voltaje alterno a su salida, esta señal va a fase con la corriente que la genera.



Figura 3. Variante de Pinza Amperimétricas
Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenidas dichas curvas se compararán con la fase para obtener el ángulo de desfaseamiento y así obtener el factor de potencia.

De acuerdo a Palacio Fierro (1994) de la Facultad de Ingeniería Eléctrica de la Escuela Politécnica Nacional de Quilo, Ecuador, en su trabajo de tesis denominado: Medidor de Factor de Potencia para Ondas Distorsionadas, realiza un prototipo de medición utilizando resistencias y una punta de corriente de Efecto Hall como sensores la medición del voltaje y corriente en la fase y utiliza el microprocesador 8050AH para la manipulación del sistema. Se propone implementar un sistema que monitoree de manera continua las señales de voltaje y corriente de un sistema eléctrico, que calcule su ángulo de desfaseamiento y entregue de manera visual, en un display de cristal líquido (LCD), un valor de factor de potencia en

tiempo real. Es importante considerar que un bajo factor de potencia provoca un mayor consumo de corriente, aumenta de las pérdidas en conductores, desgaste prematuro de los conductores, sobrecarga de transformadores y líneas de distribución, incrementos de caídas de voltaje, incremento en la temperatura, lo cual puede degradar la vida útil de los equipos y de los aislamientos.

Actualmente existen dispositivos de medición de factor de potencia, pero éstos se manejan a nivel industrial, no son de fácil adquisición para cualquier tipo de usuario, sin contar sus excesivos costos. Por tal motivo la adquisición estos equipos no resultan factibles para la mayoría de las empresas, agregando que se requiere de cierto nivel de conocimiento para la conexión de los mismos.

Debido a las situaciones actuales respecto a la calidad de la energía, la CFE se ve en la necesidad de penalizar con hasta un 125% de su consumo a aquellos usuarios que generen un bajo factor de potencia. Esto nos da pie a un nuevo mercado, se pretende diseñar un dispositivo eficiente y de bajo costo que cubra las necesidades de los usuarios en lo referente al monitoreo del factor de potencia.

Un bajo factor de potencia este se traduce en una baja eficiencia del sistema eléctrico, lo cual trae consigo un aumento en el consumo de energía. Para el monitoreo del factor de potencia se toman muestras del voltaje y corriente eléctrica del sistema eléctrico, a continuación, se muestra una imagen del monitoreo de dichas variables en un motor eléctrico de prueba.

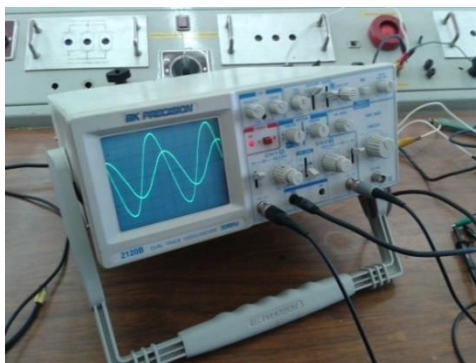


Figura 4. Desfasamiento voltaje-corriente
Fuente: Elaboración propia

En este caso utilizamos una pinza amperimétrica para medir la fase de la corriente.

El siguiente paso es la implementación de un detector de cruce por cero, se realizaron varias pruebas con diferentes tipos de detectores de cruce por cero, el que mejor funciono fue el siguiente.

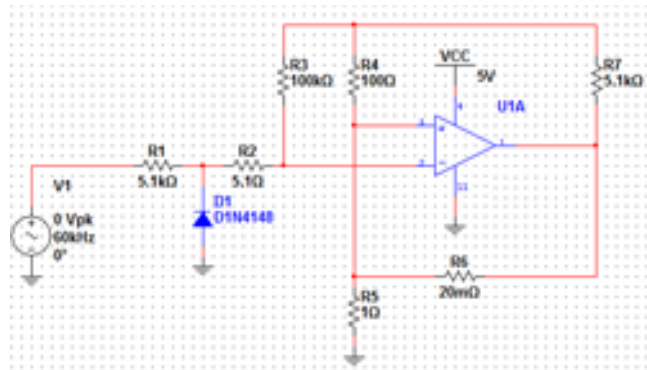


Figura 5. Diagrama de detector de Cruce por cero
Fuente: Elaboración propia

El circuito utilizado es un LM339. El Diodo D1 se usó para asegurar que la terminal de inversión de entrada de la comparación nunca baje de -100mV .

Como la terminal de entrada es negativa, D1 tendrá la misma dirección que el voltaje de control, haciendo un puente entre R1 y R2 a aproximadamente 700mV . Esto crea un divisor de voltaje con R2 y R3 previniendo que V2 vaya por debajo de tierra. El límite máximo de la entrada negativa está restringido por la corriente de sostenimiento de D1. El divisor de voltaje entre R4 y R5 establece una referencia de voltaje V1, en la entrada positiva. Al hacer las resistencias en serie, R1 más R2 igual a R5, la condición de cambio, $V_1 = V_2$, será satisfecha cuando $V_{IN} = 0$. El resistor de retroalimentación R6, está hecho (fabricado) de un valor mucho más grande con respecto a R5 ($R_6 = 2000 R_5$).

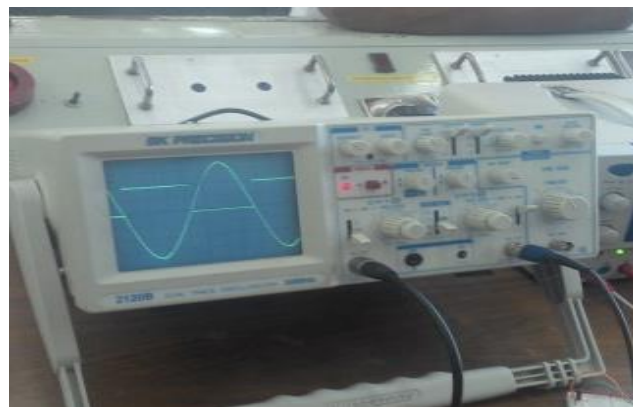


Figura 6. Gráfica de salida del detector de cruce por cero
Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenidas las señales provenientes del detector de cruce por cero, estas se harán llegar a las terminales de interrupción del microcontrolador, la idea es calcular el tiempo de desfase entre ellas. Para de ahí realizar la obtención del factor de potencia. El cual será mostrado en un display de cristal líquido de 16 caracteres por dos renglones.



Figura 7. Display de Cristal Líquido de 16x2
Fuente: Elaboración propia

Para llevar a cabo la manipulación de este proceso se utiliza un microcontrolador de la familia AVR. Los equipos en entornos industriales se vuelven más avanzados y la tecnología de automatización se está desarrollando a un ritmo acelerado. Para cumplir las funciones de comunicación y de información requeridas en el piso de la planta y más allá.

Resultados y discusión

Se propusieron dos métodos eficientes para el muestreo de la corriente eléctrica, a través de una resistencia shunt y una pinza amperimétrica, el primero de ellos no obtuvo buenos resultados en su funcionamiento, sin embargo la segunda propuesta mostro una alta eficiencia, pero como se mencionó, depende de la potencia eléctrica que se maneje en el sistema, esto significa que se obtiene un muestreo correcto de la señal de corriente eléctrica, brindándonos la información necesaria para que se cumplan los objetivos de un monitoreo coincidiendo con Palacio Fierro (1994) en la selección de los sensores con una pequeña variación en modelos y tipos.

Se pudo implementar sin problema un detector de cruce por cero utilizando el circuito LM339, esto significa que se logró obtener una precisión adecuada para cumplir con el

cálculo del ángulo de desfase entre las señales de voltaje y corriente del circuito. El microcontrolador ATMEGA 48 fue lo suficientemente capaz de realizar los diversos procesos matemáticos y de adquisición de datos del proyecto. Cumpliendo con las características solicitadas de eficiencia y bajo costo.

Se encontró también que para la certera medición del factor de potencia es necesario considerar la distorsión armónica total (THD) del sistema eléctrico de potencia. Se localizaron algunos trabajos respecto a dicho tema y se encontró que la THD puede afectar en gran medida los valores del factor de potencia, una ecuación que relaciona puede ser la mostrada a continuación:

$$FP_{real} \leq FP_{defasado} = \frac{1}{\sqrt{1 + (THD/100)^2}}$$

Se coincide con lo establecido en la conferencia técnica “Calidad de Energía en una Red de Baja Tensión” de la Asociación Mexicana del Edificio Inteligente y Sustentable (IMEI) (2018) y con Viveros Domínguez (2014), en lo referente a la influencia de la THD para la correcta medición del factor de potencia.

La THD afecta en gran medida el factor de potencia de un sistema eléctrico. En la tabla 1, se muestran algunos ejemplos:

Tabla 1. Límite deseado de THD versus Límite FP

Límite deseado de TDH (%)	Límite correspondiente en FP_{real}
20	0.981
50	0.894
100	0.707

Fuente: Elaboración propia

Se localizó un circuito que entrega un porcentaje de la THD de la señal de entrada y se está trabajando en un prototipo para incluir la medición del factor de potencia considerando la THD, se pudo observar que son conceptos que van de la mano.

Conclusiones

Una vez realizado este estudio se pudo concluir que es posible realizar una correcta medición del desfase existente entre las señales de voltaje y corriente en un sistema eléctrico de

potencia, mediante el uso de un dispositivo basado en la plataforma Arduino, el cual, cumpla con los requerimientos necesarios para realizar dicha medición de manera eficiente. Esta medición de desfase angular se pudo realizar con un dispositivo portátil y de bajo costo, a diferencia de los dispositivos actuales, los cuales, son demasiado sofisticados y de un costo mucho muy elevado, superior a 80 veces el valor del producto realizado en esta investigación, aunque algunos de ellos realizan otro tipo de mediciones además de ésta.

Se concluye satisfactoriamente que no es necesario un sistema altamente sofisticado y costoso para poder obtener la medición del factor de potencia. Con esto podemos garantizar un aporte a la calidad de la energía, tomando en consideración que es de suma importancia éste aspecto en el desarrollo de los países de acuerdo a Jiménez & Cerero (s.f.), y no sólo esto a nivel global, sino que también ayuda a la economía de los usuarios y las empresas al poder corregir a tiempo el factor de potencia, evitando multas grandes, y sobre todo, tener la posibilidad de obtener descuentos en el pago de su recibo por consumo a la compañía suministradora de energía.

Bibliografía

Boylestad, N. (s.f.). *Electrónica: teoría de circuitos y dispositivos electrónicos*. Prentice Hall.

Building, S. (15 de junio de 2018). *Calidad de energía en una red de baja tensión*. Recuperado el 27 de octubre de 2019, de <https://smartbuilding.mx/calidad-de-energia-en-una-red-de-baja-tension/>

CFE. (2019). *Comisión Federal de Electricidad*. Recuperado el 26 de octubre de 2019, de <https://www.cfe.mx/Pages/Index.aspx>

Energía, C. N. (03 de mayo de 2016). *Herramienta para el ajuste del factor de potencia*. Recuperado el 25 de octubre de 2019, de <https://www.gob.mx/conuee/acciones-y-programas/herramienta-para-el-ajuste-del-factor-de-potencia?state=published>

ISSUU. (23 de marzo de 2015). *Factor de Potencia CFE*. Recuperado el 25 de octubre de 2019, de https://issuu.com/summaaenergia/docs/factor_de_potencia_cfe

- Jiménez, R., & Cerero, J. (s.f.). *CENAM*. Recuperado el 20 de octubre de 2019, de <https://www.cenam.mx/dme/pdf/PRE-Perspectiva%20de%20calidad%20de%20la%20energ%C3%ADa%20el%C3%A9ctrica%20y%20su%20importancia%20en%20M%C3%A9xico.pdf>
- Mack , G., & Gilleskie, R. (s.f.). *Harmonics and how they relate to power factor*. Recuperado el 30 de octubre de 2019, de <http://users.ece.utexas.edu/~grady/POWERFAC.pdf>
- Monge Redondo, M. Á. (31 de julio de 2018). *El coseno de phi o factor de potencia*. Recuperado el 28 de octubre de 2019, de iagua: <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/coseno-phi-y-factor-potencia>
- Muhammad, R. (s.f.). *Electrónica de Potencia*. Prentice Hall.
- Palacio Fierro, J. E. (diciembre de 1994). *EPN*. Recuperado el 30 de octubre de 2019, de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/10804/1/T120pt.1.pdf>
- Petroquimex. (18 de julio de 2014). *Corrección del Factor de Potencia en Presencia de Corrientes Armónicas*. Recuperado el 28 de octubre de 2019, de <https://petroquimex.com/correccion-del-factor-de-potencia-en-presencia-de-corrientes-armonicas/>
- SectorElectricidad. (01 de octubre de 2015). *Sector Electricidad*. Recuperado el 22 de octubre de 2019, de ¿Qué son los armónicos y cómo nos afectan?: <http://www.sectorelectricidad.com/13810/armonicos-que-son-y-como-nos-afectan/>
- Storey, N. (s.f.). *Electrónica de los Sistemas a los Componentes*. Addison Wesley Iberoamericana.



Repositorio de Objetos de Aprendizaje para la Construcción de Materiales Educativos

Repository of Learning Objects for the Construction of Educational Materials

Lluvia Erendira PonceMartinez¹, Edgar Guillermo Medellín-Orta¹

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz, México.

Recibido: 10-11-2019

Aceptado: 06-12-2019

Autor corresponsal: rain_ponce_170981@hotmail.com

Resumen

El presente artículo muestra la importancia y ventajas del paradigma de objetos de aprendizaje para la creación de nuevos recursos a partir de los ya existentes, muestra algunas de las metodologías que pueden implementarse para su construcción, así como la muestra de algunos repositorios a nivel mundial que servirán como objetos de caso de estudio. Este proyecto busca proponer la creación de un repositorio para publicar, localizar y acceder de forma controlada a objetos de aprendizaje estandarizados a través de un modelo centralizado. Siguiendo con el desarrollo e implementación del modelo se pretende que el proyecto se apoye en el paradigma de agentes, a través de la elección de una plataforma que se adapte a todos los requerimientos mínimos establecidos para ser llevado a cabo.

Palabras clave: Objetos de Aprendizaje, Metodologías, Diseño Instruccional, Repositorios de Objetos de Aprendizaje.

Abstract

This article shows the importance and advantages of the paradigm of learning objects for the creation of new resources from existing ones, shows some of the methodologies that can be implemented for its construction, as well as the sample of some repositories worldwide that they will serve as case study objects. This project seeks to propose the creation of a repository to publish, locate and access in a controlled way standardized learning objects through a centralized model. Continuing with the development and implementation of the model, the project is intended to rely on the agents paradigm, through the choice of a platform that adapts to all the minimum requirements established to be carried out.

Keywords: Learning Objects, Methodologies, Instructional Design, Repositories of Learning Objects.

Introducción

Hoy en día, donde los avances tecnológicos cambian inmensurablemente, donde la competitividad en el mundo laboral es cada día más fuerte, es necesario que la sociedad adquiera conocimientos en el menor tiempo posible, lo anterior trae consigo la necesidad de utilizar nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje en cualquier área de estudio. Actualmente la educación está dejando atrás los métodos de enseñanza tradicionales para dar paso a nuevos sistemas de aprendizaje, surgiendo así nuevos conceptos,

como educación a distancia, entorno de aprendizaje virtual, entre otros. Se da el nombre de educación a distancia a través de Internet ó e-Learning al proceso educativo que tiene lugar a través de mecanismos apoyados por la tecnología de Internet, mediante la transmisión de audio, video, texto y gráficas (Marcus, 2000). La incorporación de estos nuevos conceptos y la implementación de tecnologías emergentes dan origen a nuevas formas para impartir el conocimiento, los docentes e investigadores generan miles de cursos que se combinan entre sí para producir estructuras de contenido más enriquecedoras, utilizando para ello desde páginas web, hasta plataformas e-Learning.

Sin embargo existe una problemática inminente, debida a que los cursos en línea son producidos como sistemas monolíticos generando contenidos no reutilizables; carecen de interoperabilidad, y por tanto, no se adaptan a diferentes plataformas, lo que trae como consecuencia que no puedan ser visualizados y tratados en las mismas condiciones, con las mismas funciones y con el mismo aspecto en cualquier ordenador; y por si fuera poco, la producción de cursos en línea es lenta e ineficiente. La solución a estos problemas se encuentra en el paradigma de objetos de aprendizaje, “entidades digitales o no digitales, que pueden ser usados, reusados o referenciados durante el aprendizaje soportado por la tecnología” (IEEE 1484.12.1), tales como textos, videos, documentos, etc., y al tener consigo características como accesibilidad, reusabilidad, adaptabilidad e interoperabilidad, nos permiten evitar redescubrir soluciones descubiertas antes, y construir materiales de primera calidad con menos esfuerzo.

Materiales y métodos

Objetos de Aprendizaje

Los Objetos de Aprendizaje (OA) han permitido plantear una nueva forma de pensar la estructura del aprendizaje, es decir, la forma de pensar en el diseño que permitirá dar flexibilidad en el desarrollo de contenidos, disminución de costos y flexibilidad para contar con un material actualizado.

Según (Morales, García, Barrón, Berlanga, & López, 2005) definen los OA como una unidad con un objetivo de aprendizaje, caracterizada por ser digital, independiente, con una o pocas ideas relacionadas y accesible a través de metadatos con la finalidad de ser reutilizadas en diferentes contextos y plataformas.

Un OA según el estándar Draft Standard for Learning Object Metadata v6.1 se define como cualquier entidad, digital o no digital, que pueda usarse para el aprendizaje, la educación o la capacitación (IEEE Learning Technology Standards Committee, 2001).

(LOM, 2000) citado por (Wiley, 2002) en su libro *The Instructional Use of Learning Objects*, define a un objeto de aprendizaje como: cualquier entidad, digital o no digital, que se puede usar, reutilizar o

hacer referencia durante el aprendizaje con soporte tecnológico. Los ejemplos de aprendizaje con soporte tecnológico incluyen sistemas de capacitación basados en computadora, entornos de aprendizaje interactivo, sistemas inteligentes de instrucción asistida por computadora, sistemas de aprendizaje a distancia y entornos de aprendizaje colaborativo. Ejemplos de objetos de aprendizaje incluyen contenido multimedia, contenido instruccional, objetivos de aprendizaje, software instruccional y herramientas de software, y personas, organizaciones o eventos a los que se hace referencia durante el aprendizaje con soporte tecnológico.

Entonces decimos que los OA pueden verse como unidades de construcción que pueden agruparse de diversas formas o maneras para producir distintos materiales que satisfagan diferentes necesidades de aprendizaje.

Es importante destacar que los objetos de aprendizaje poseen características tales como la flexibilidad, personalización, modularidad, adaptabilidad, reutilización, durabilidad, entre otras (Callejas Cuervo, Hernández Niño, & Pinzón Villamil, 2011); podemos decir entonces, que el diseño e implementación de cursos on-line es una de las etapas más complejas en la construcción de un programa académico en línea.

Creación de Objetos de Aprendizaje

La construcción de materiales educativos demanda asegurar la adquisición del aprendizaje, para ello es indispensable tomar en cuenta aspectos pedagógicos para su creación. Para garantizar la construcción de un objeto de aprendizaje de calidad estos deben de contener una serie de criterios, (Marqués Graells, 2000) clasifica los criterios de calidad generales en aspectos funcionales, aspectos técnicos-estéticos y aspectos psicológicos dentro de los cuales describe: la facilidad de uso, accesibilidad, calidad del entorno audiovisual, calidad y cantidad de los elementos multimedia, calidad en los contenidos, interacción, entre otros. Por lo tanto, si un OA no cumple con los criterios de calidad y pedagógicos necesarios para su creación puede resultar en una adquisición de aprendizaje inapropiado.

Metodologías para la Creación de Objetos de Aprendizaje

Llevar a cabo la construcción de materiales educativos es un proceso que requiere la colaboración de profesores especialistas en diversas áreas, mismos que no siempre cuentan con los conocimientos técnicos necesarios para poder crear un OA, derivado de ello, se requiere una colaboración muy cercana con equipos multidisciplinarios conformados según el área a la que pertenecerá el objeto de aprendizaje a construir.

Llevar a cabo la creación de OA no es un trabajo fácil y sin la implementación de algún modelo o metodología adecuada podría propiciar la obtención de un OA que no sea adecuado, es decir, que no cumple con los criterios mínimos necesarios de calidad.

Existen diferentes perspectivas a la hora de crear un OA, metodologías enfocadas al ámbito pedagógico, metodologías centradas en el desarrollo del programa y metodologías que conjugan la parte técnica y la parte instruccional. La presente sección describe algunas metodologías de desarrollo que se adaptan al proceso de creación de un OA.

Metodologías de desarrollo de software

Rational Unified Process (RUP): El Proceso Unificado de Desarrollo por sus siglas en inglés (RUP) y el Lenguaje Unificado de Modelado (UML) conforman una metodología para el desarrollo de software, la cual se encuentra basada en componentes que se interconectan entre sí a través de interfaces bien definidas. Permite que pueda ser adecuado y extendido de acuerdo a las necesidades organizacionales. Es sabido que un factor de preocupación por parte de las empresas u organizaciones durante el desarrollo de un proyecto son los tiempos y presupuestos programados, RUP busca satisfacer todos los requerimientos de los usuarios, asegurando que obtendrán un producto con gran calidad de acuerdo a la calendarización y presupuestos establecidos al inicio del proyecto.

(Massa, 2012) cita a (Rumbaugh, Booch, & Jacobson, 2000) quienes especifican que las características distintivas del RUP se resumen en: dirigido por casos de uso, centrado en la arquitectura, iterativo e incremental, además mencionan que en RUP los Casos de Uso no son sólo una herramienta para especificar los requisitos del sistema, sino que también guían su diseño, implementación y prueba.

RUP esquematiza sus dimensiones de proceso a través de dos ejes x y y. En el eje x se tiene el tiempo y ciclo de vida, clasificado por las etapas de inicio, elaboración, construcción y transición. Por su parte el eje y representa el flujo de trabajo clasificado por la planeación, el análisis, arquitectura, diseño, implementación, integración y pruebas.

Modelo de prototipos evolutivos con refinamientos sucesivos

Cada material educativo a desarrollar requiere de acuerdo a sus características y requerimientos la incorporación de teorías educativas y se deben adaptar a algunos de los paradigmas del ciclo de vida, excluyendo en cada etapa las actividades a realizar con la documentación, las técnicas y herramientas a utilizar. De acuerdo al tipo de proyecto, se deberán realizar estimaciones en cuestiones de tiempo, recurso humano de desarrollo y los costos a generar.

El modelo de prototipos evolutivos permite ir entregando prototipos con funcionalidades en forma incremental, para que se les pueda ir probando durante un período de tiempo a convenir, a fin de disminuir las expectativas del cliente. El cliente rápidamente podrá hacer las sugerencias de cambios en etapas lo más tempranas posibles del ciclo de vida. El ciclo de vida elegido es pertinente cuando se desea que el usuario sepa cuanto antes si el producto tal como se lo interpretó está de acuerdo a sus necesidades y consideraciones. Cada prototipo realizado permite efectuar una revisión de los requerimientos y un refinamiento de los mismos, a fin de aproximarse al producto final con un acercamiento del que el usuario tiene en mente (Cataldi, 2006).

Metodologías enfocadas al ámbito pedagógico

Contar con modelos o metodologías que indiquen el proceso a seguir para diseñar y desarrollar cursos de calidad aporta un valor invaluable al creador del material de aprendizaje. El Diseño Instruccional (DI: Instructional Design) establece precisamente las fases y criterios para efectuar el proceso del diseño instruccional.

Según (Branch, 2009) el diseño instruccional es un proceso sistemático que se emplea para desarrollar programas de educación y capacitación de manera consistente y confiable.

(Moallem, 2001) citado por (Almomen, y otros, 2016) define al diseño instruccional como un método sistemático de desarrollo de programas de educación y capacitación para mejorar el rendimiento del alumno.

Metodología ADDIE

La metodología ADDIE es un proceso de diseño instruccional interactivo, donde los resultados de la evaluación formativa de cada fase pueden trasladar al diseñador a cualquiera de las fases previas. Cada siguiente fase a iniciar depende del resultado obtenido en la fase anterior.

De acuerdo con (Centeno Alayón, 2017) los pasos propuestos por la metodología instruccional ADDIE facilita la creación de materiales didácticos. Esta metodología sugiere la realización de cinco pasos ordenados partiendo del análisis (A) de una situación determinada para la cual se sugiere un diseño (D) acorde con los objetivos trazados, el tercer paso consiste en desarrollar (D) el diseño propuesto que será implantado (I), la metodología concluye con la evaluación del proyecto(E).

Existen muchos modelos propuestos utilizados en el DI, tales como: Modelo de Jonassen, Modelo de Dick y Carey, Modelo ASSURE de Heinich, Molenda, Russell y Smaldino, Modelo de Gagné, entre otros.

Repositorios de Objetos de Aprendizaje

Los repositorios permiten almacenar, buscar, consultar y descargar objetos de aprendizaje de diferentes áreas del conocimiento. El éxito de un repositorio depende de la calidad de los objetos que contendrá, ya que como se mencionó en secciones anteriores estos deben de cumplir con ciertos criterios para su creación, pero adicionalmente deben estar correctamente etiquetados para su identificación, como cualquier acervo bibliográfico. Así pues, cada OA debe contener una etiqueta creada a través de un archivo asociado (metadato) el cual debe ser escrito en un Lenguaje de Marcado Extensible, por sus siglas en inglés (XML). Posteriormente se debe generar su archivo manifiesto que permite integrarlos en forma comprimida, siendo este el que se albergará en el repositorio. El intercambio y gestión de OA en diferentes repositorios parte de la creación de un OA siguiendo ciertos criterios para su estandarización. A nivel mundial podemos encontrar numerosos repositorios que contienen cientos de objetos clasificados por áreas y bajo distintos criterios:

MERLOT (Multimedia Education Resource for Learning and Online Teaching), es una comunidad internacional conformada por instituciones de educación superior, socios de la industria, organizaciones profesionales y particulares. Pone a disposición de profesores y estudiantes de educación superior recursos de aprendizaje en línea existentes en una variedad de disciplinas académicas para uso. <https://www.merlot.org/merlot/>

CAREO (Campus Alberta Repository of Educational Objects), es un proyecto apoyado por Alberta Learning y CANARIE (Canadian Network for the Advancement of Research in Industry and Education). Tiene como objetivo principal la creación de colecciones de materiales de enseñanza multidisciplinarios en línea, con capacidad de búsqueda para profesores. CAREO está siendo llevado a cabo por universidades de Alberta, Calgary y Athabasca University en cooperación con BELLE (Broadband Enabled Lifelong Learning Environment), CANARIE y como parte de la iniciativa de Campus Alberta. <http://www.careo.org/>

ELENA/Edutella: Smart Spaces for Learning, proyecto que crea un espacio inteligente para el aprendizaje, propone mediadores de servicios educativos, permitiendo el consumo de servicios de aprendizaje heterogéneos a través de repositorios educativos, herramientas de evaluación, tutorías, sistemas de videoconferencia entre otros. <http://www.elena-project.org/>

eduSourceCanada, proyecto para crear una red de ROA en Canadá, reuniendo a los principales repositorios canadienses de repositorios de objetos de aprendizaje (LOR) con una infraestructura abierta para vincular LOR interoperables. <http://www.edusource.ca/>

ROAR (Registry of Open Access Repositories), creado por EPrints en la Universidad de Southampton, Reino Unido. Es una base de datos internacional que indexa la ubicación de repositorios institucionales de acceso abierto. Su objetivo es promover el desarrollo del acceso abierto proporcionando información pertinente sobre el estado de los repositorios en todo el mundo. El acceso abierto al conocimiento contribuye a generar un impacto en la investigación, haciendo que esta sea más productiva y efectiva. <http://roar.eprints.org/>

OpenDOAR (Directory of Open Access Repositories), es considerado como uno de los directorios web de acceso abierto líderes a nivel mundial, el proyecto está dirigido a facilitar el acceso universal a contenidos científicos. Los repositorios académicos son de acceso abierto y proporciona búsquedas por contenidos, idioma, país, temática, software, tipo de contenido, entre otras. <http://www.opendoar.org/>

Resultados y discusión

La aplicación de una metodología idónea y la implementación de estándares para la creación de objetos de aprendizaje con contenido formativo, permiten ofrecer a los creadores de materiales educativos la posibilidad de obtener un recurso digital confiable y de gran calidad. En base a lo anterior, es necesario contar con repositorios de OA que cumplan con los criterios mínimos establecidos para su gestión por parte de los clientes. Actualmente las instituciones educativas necesitan evolucionar a la par de las nuevas tecnologías, emprender nuevos caminos para transmitir el conocimiento hacia sus estudiantes.

En México, instituciones de nivel superior se abren camino en la creación de metodologías, propuestas para la generación y gestión de objetos de aprendizaje, negociación de OA, creación de repositorios, entre otros. Instituciones como la Universidad Autónoma del Estado de México con proyectos como: Entorno didáctico interactivo computacional con objetos de aprendizaje para ciencias básicas en nivel superior (Soberanes Martín, Castillo Mendoza, & Martínez Reyes, 2015) desarrolla e integra OA del área de ciencias básicas, generando un entorno práctico e interactivo para el estudiante. La Universidad Nacional Autónoma de México en conjunto con la Universidad de Salamanca (López Guzmán, García Peñalvo, & Pernías Peco, 2005) contribuyen en el desarrollo de repositorios de objetos de aprendizaje a través de la reutilización de los metadatos de una colección digital. La Universidad de Guadalajara, la Universidad Autónoma de Aguascalientes, la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, por

mencionar algunas, son instituciones que se encuentran trabajando en el desarrollo de proyectos e investigaciones que incorporan nuevas estrategias de enseñanza-aprendizaje a través del desarrollo e implementación de OA.

Los nuevos sistemas de aprendizaje como educación a distancia, entornos de aprendizaje virtual y todas aquellas tendencias que están adoptando las instituciones de enseñanza en conjunto con todos los materiales educativos que se encuentran disponibles en repositorios de acceso abierto y privados apuntan a una revolucionaria forma de empoderamiento por parte de los alumnos, ya que se les ofrece la capacidad de poder elegir entre una variedad de conocimientos de acuerdo a sus necesidades.

Propuesta de Repositorio de Objetos de Aprendizaje

Uno de los grandes objetivos del uso de objetos de aprendizaje sin duda alguna es la reutilización de contenidos digitales, lo que permite crear nuevos recursos a partir de los ya existentes, se han expuesto las ventajas de los OA, las metodologías que pueden implementarse para su construcción, así como la muestra de algunos repositorios a nivel mundial que servirán como objetos de caso de estudio. Este proyecto busca proponer la creación de un repositorio para publicar, localizar y acceder de forma controlada a objetos de aprendizaje estandarizados, el enfoque a seguir para el desarrollo del proyecto es un modelo centralizado.

El modelo del repositorio incluye a docentes proveedores que pondrán poner a disposición de los diseñadores de contenidos sus materiales digitales; los diseñadores de cursos podrán tener facilidades para localizar y acceder sobre dichos objetos.

Siguiendo con el desarrollo e implementación del modelo se pretende que el proyecto se apoye en el paradigma de agentes. Por lo tanto es necesario establecer todas aquellas características generales del problema, desarrollar un modelo con el apoyo de agentes inteligentes los cuales tendrán asignadas metas y tareas a cumplir, a través de la elección de una plataforma que se adapte a todos los requerimientos mínimos establecidos para llevar a cabo su implementación.

Conclusiones

Actualmente la educación está dejando atrás los métodos de enseñanza tradicionales para dar paso a nuevos sistemas de aprendizaje, surgiendo así nuevos conceptos, como la educación a distancia. La modalidad educativa en la que el estudiante decida incursionar no depende de cuánto aprendizaje pueda

adquirir, sino más bien, obedece a la calidad de los contenidos temáticos presentados de acuerdo a sus necesidades.

En este sentido y dada su importancia, los objetos de aprendizaje permiten desarrollar herramientas de aprendizaje acordes al estilo de aprendizaje de los estudiantes, tal como se presentó y citó en cada una de las referencias contenidas en este artículo.

Al incursionar en el desarrollo del presente proyecto para contar con un repositorio de objetos de aprendizaje para la construcción de materiales educativos, se espera poder contribuir en la producción y consulta de materiales estandarizados dirigidos primordialmente a docentes y alumnos de nivel superior. Los nuevos paradigmas del proceso enseñanza-aprendizaje en conjunto con los modelos de diseño instruccional y las metodologías de desarrollo de software, permiten crecer en el desarrollo de propuestas de repositorios educativos, que permitan integrar recursos diseñados bajo ciertos criterios y estándares e-learning. Cada día la incursión hacia programas de aprendizaje on-line está siendo notoria, lo que permite abrir nuevos horizontes para investigaciones y trabajos relacionados con el diseño y creación de contenidos que puedan integrarse a cualquier plataforma digital.

Referencias bibliográficas

- Almomen, R. K., Kaufman, D., Alotaibi, H., Al-Rowais, N. A., Albeik, M., & Albattal, S. M. (2016). Applying the ADDIE—Analysis, Design, Development, Implementation and Evaluation—Instructional Design Model to Continuing Professional Development for Primary Care Physicians in Saudi Arabia. *International Journal of Clinical Medicine*.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer Science & Business Media.
- Callejas Cuervo, M., Hernández Niño, E. J., & Pinzón Villamil, J. N. (2011). Objetos de aprendizaje, un estado del arte. *Revista Entramado vol. 7 no. 1*.
- Cataldi, Z. (2006). El ciclo de vida y la matriz de actividades como base para el diseño y desarrollo metodológico de software educativo. *Revista Ingeniería Informática, edición 13*.
- Centeno Alayón, P. (2017). Una experiencia de estandarización utilizando el modelo ADDIE en la elaboración de guías temáticas. *e-Ciencias de la Información*.
- IEEE 1484.12.1. (s.f.). Learning Technology Standards Committee, Learning Object Metadata Standard.

- IEEE Learning Technology Standards Committee. (2001). *Draft Standard for Learning Object Metadata Version 6.1*. Obtenido de <http://ltsc.ieee.org/doc/>
- LOM. (2000). *LOM working draft v4.1 [online]*. Obtenido de <http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOMv4.1.htm>
- López Guzmán, C., García Peñalvo, F., & Pernías Peco, P. (2005). Desarrollo de repositorios de objetos de aprendizaje a través de la reutilización de los metadatos de una colección digital: de Dublin Core a IMS. *Revista de Educación a Distancia*.
- Marcus, A. (2000). Caracterización de los servicios de la educación a distancia desde la óptica de una plataforma distribuida orientada a objetos. *Tesis de Maestría en Ciencias en Tecnología Informática, ITESM, Monterrey, México*.
- Marqués Graells, P. (2000). *Criterios de calidad para los espacios web de interés educativo. Departamento de Pedagogía Aplicada, Facultad de Educación*. Obtenido de <http://peremarques.pangea.org/caliweb.htm>
- Martínez, M. (2005). Diseño de un Prototipo de Entorno Computacional para el Aprendizaje y Enseñanza de las Matemáticas para un Curso de Cálculo Diferencial a Nivel Superior. Tesis Doctoral. DME, CINVESTAV IPN, México, Unidad Distrito Federal.
- Massa, S. M. (2012). *Objetos de Aprendizaje: Metodología de Desarrollo y Evaluación de la Calidad*. La Plata, Buenos Aires, Argentina .
- Moallem, M. (2001). Applying Constructivist and Objectivist Learning Theories in the Design of A Web-Based Course: Implications for Practice. *Educational Technology & Society*. 4.
- Morales, E., García, F. J., Barrón, Á., Berlanga, A. J., & López, C. (2005). Propuesta de Evaluación de Objetos de Aprendizaje. en *Actas del II Simposio Pluridisciplinar sobre Diseño, Evaluación y Descripción de Contenidos Educativos Reutilizables, SPDECE'05 (Barcelona, 19, 20 y 21 de Octubre de 2005)*.
- Rumbaugh, J., Booch, ., & Jacobson , I. (2000). *El proceso unificado de desarrollo de software*. España: Addison-Wesley Iberoamericana.

- Soberanes Martín, A., Castillo Mendoza, J. L., & Martínez Reyes, M. (2015). Entorno didáctico interactivo computacional con objetos de aprendizaje para ciencias básicas en nivel superior. *Pistas Educativas, No. 114*.
- Wiley, D. A. (2002). *Connecting Learning Objects to Instructional Design Theory: A Definition, a Metaphor, and a Taxonomy. The Instructional Use of Learning Objects*. Bloomington: Agency for Instructional Technology.



Optimización en el proceso de cambio de la llanta delantera de motocicleta, mediante la implementación de herramientas de ingeniería industrial

Optimization in the Motorcycle Front Tire Change Process, through the Implementation of Industrial Engineering Tools

Ilse Alejandra Estévez-Gutiérrez¹, César David Rivera-Toscano¹, Guadalupe Aranzazú Estévez-Gutiérrez¹

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz, México.

Recibido: 11-11-2019

Aceptado: 11-12-2019

Autor corresponsal: ilse.estevez.gutierrez@gmail.com

Resumen

La optimización de los procesos en la industria es de vital importancia esto se debe a la alta competitividad que existe en el mercado, tratando de buscar siempre la mejora continua en sus procesos y principalmente ser empresas líderes en la industria. Actualmente el sector industrial requiere de una gran cantidad de ingenieros industriales capacitados que colaboren en la ejecución de proyectos que permitan el control, la optimización y la mejora de cada uno de sus procesos, departamentos y sistemas administrativos, tanto en empresas de bienes como de servicios, considerando que actualmente México es uno de los países con la mejor mano de obra (manufactura), Es por ello, por lo que es de vital y suma importancia capacitar a los alumnos con las herramientas y métodos idóneos para afrontarse a los nuevos sistemas de producción competitivos, a través de casos prácticos que permitan forjar nuevos conocimientos y buscar soluciones a diferentes problemáticas. Esto es con la finalidad de que a través del lean manufacturing o manufactura esbelta se logre optimizar los procesos para la minimización de las MUDAS (desperdicios) que existen en sus procesos, dichas herramientas pueden ser el SMED, Poka Yoke, Kanban, Kaizen, etc.

Palabras clave: Optimización, Justo A Tiempo, Poka Yoke, Manufactura Esbelta.

Abstract

The optimization of processes in the industry is of vital importance because of the high competitiveness that exists in the market, always trying to seek continuous improvement in their processes and mainly to be leading companies in the industry. Currently the industrial sector requires a large number of trained industrial engineers to collaborate in the execution of projects that allow the control, optimization and improvement of each of its processes, departments and administrative systems, both in goods and services companies , considering that Mexico is currently one of the countries with the best workforce (manufacturing), which is why it is vital and important to train students with the right tools and methods to face the new systems of competitive production, through practical cases that allow forging new knowledge and finding solutions to different problems. This is in order that through lean manufacturing or lean manufacturing it is possible to optimize the processes of SMEs, for the minimization of MUDAS (waste) that exist in their processes, these tools can be the SMED, Poka Yoke, Kanban , Kaizen, etc,

Keywords: Optimization, Just In Time, Poka Yoke, Lean Manufacturing.

Introducción

Una de las ventajas competitivas en el sector industrial es tener conocimientos en la optimización de los procesos aunado a la constante evolución de los sistemas de producción que se viven en estos días, el impacto de la industria 4.0 en los sectores industriales, exige mayor conocimiento e ingenieros industriales altamente capacitados.

Para llevar a cabo la presente investigación, se aborda a raíz de una situación o circunstancia que lleve al alumno al desarrollo e implementación de métodos para la optimización en el proceso de cambio de una llanta delantera de una motocicleta y detectar los factores que dificultan o no agregan valor a este proceso, tomando en consideración los principios del lean manufacturing y los diferentes métodos que conllevan a la minimización de desperdicios. Ya que de acuerdo con (Perez Rojas, 2018) en la actualidad la industria moderna es globalizada y competitiva, las empresas buscan la constante necesidad de mejorar los procesos productivos, para lo cual se implementan estrategias que contribuyan a una alta productividad y garanticen la calidad en los productos y servicios que ofrecen. La filosofía de manufactura esbelta (lean manufacturing) como elemento de valor agregado garantiza una mejor competitividad.

Materiales y métodos

Para la ejecución de la presente investigación se les planteo a los alumnos la problemática que ocasiona el cambio de una llanta delantera de una motocicleta, considerando que en los talleres mecánicos de la región carecen de métodos para agilizar el proceso de cambio, así de la resistencia al cambio en la innovación o mejora de sus procesos tradicionalistas, en el análisis de esta situación se requiere de la integración de herramientas del lean manufacturing para efectuar el cambio de la llanta en el menor tiempo posible. Dando como resultado lo siguiente:

Diagrama Causa y efecto: (Gutiérrez Pulido, 2010) dice que el diagrama de causa-efecto o de Ishikawa es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que posiblemente lo generan. La importancia de este diagrama radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de buscar de manera directa las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas. El uso del diagrama de Ishikawa (DI), es determinar los factores que repercuten en el tiempo que se invierte en el cambio de la llanta delantera de la motocicleta (Ver Ilustración 1).

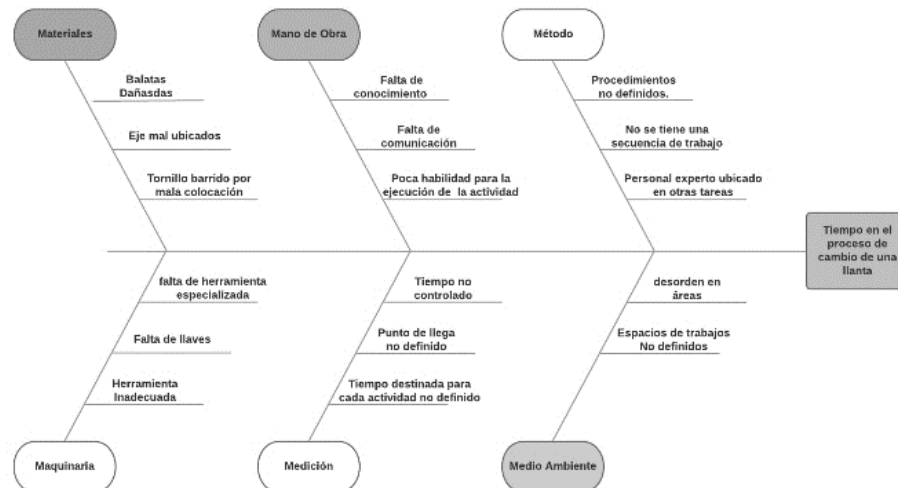


Ilustración 1. Diagrama de Ishikawa para el cambio de la llanta delantera de la motocicleta Italika.

Fuente: Los autores.

De acuerdo con las múltiples ejecuciones efectuadas en el cambio de la llanta delantera de la motocicleta se pudo dictaminar factores importantes que permitirán que repercuten el tiempo en que se lleva efectuar el cambio de una llanta tales como;

1. No se tiene una secuencia de trabajo.
2. No existe una distribución correcta de las áreas de trabajo.
3. No se tiene una carga balanceada de actividades, es decir un operario quiere efectuar múltiples actividades, por lo que no se tiene un rol definido.
4. Operarios con conocimiento en mecánica se tienen efectuando otras actividades.
5. Para efectuar el cambio de la llanta se tiene que hacer el cambio en

De acorde a lo anterior se procedió a analizar cada uno de los factores que alteran o impiden cumplir con el objetivo efectuando lo siguiente:

Layout de la estación para el cambio de la llanta: de acuerdo con (Platas García & Cervntes Valencia, 2014) el layout se puede interpretar como disposición o plan para plasmar y representar en un plano las diferentes áreas que conforman una planta o negocio, ya sea recepción de materia prima, almacén, operación, control e inspección de calidad, patios de maniobras, estacionamientos y otros.

Por lo que se procederá a integrar una estación o área de trabajo que considere lo siguiente:

1. **Integración Total:** integrar todos los elementos que conforman a las actividades que se ejecutaran para el cambio de la llanta.
 - a. Área donde se ubicará la llanta delantera.
 - b. Área quitar y colocar birlos de llanta de la moto.

- c. Área para sujetar, liberar eje y balatas de la llanta.
 - d. Área de sujeción de la parte trasera de la moto.
 - e. Área para montar y desmontar la llanta.
2. **Mínimo Recorrido:** con el fin de reducir los tiempos de operación, el recorrido del proceso debe de tener el mínimo recorrido posible por lo que se llega a la conclusión de crear áreas de trabajos fijas y destinar la mayor cantidad de operación que contribuyan a la estabilización de la moto, y otros operarios que se encarguen del cambio de la llanta.
3. **Optimo Flujo:** con el fin de que el flujo del proceso de cambio sea constante y evitar errores en el cambio de la llanta y con ello aumentar el tiempo de cambio (Ver Ilustración 2) se considerara lo siguiente;
- a. Área donde se ubicará la llanta delantera; estará constituida por una línea limite en donde se ubicará a un operario (a) para la colocación y retirar el mecanismo que permitirá elevar la parte delantera la moto.
 - b. Área para retirar, colocar birlo y eje de la llanta de la moto. Estará conformada por 2 operarios (b1 y b2)
 - c. Área para sujetar, liberar eje y balatas de la llanta. Conformada por 2 operarios (c1 y c2).
 - d. Área de sujeción de la parte trasera. De la moto. Conformada por 3 operarios (d1, d2 y d3) estos se ubicarán una vez que la moto se encuentre en la posición a.
 - e. Área para montar y desmontar la llanta. Conformada por 1 operario (e1) una vez colocado el dispositivo.
4. **Seguridad y Satisfacción:** el área de trabajo contara con señalamientos para indicar la llegada de la motocicleta al área, indicadores de trabajo en proceso e indicadores para área de salida.

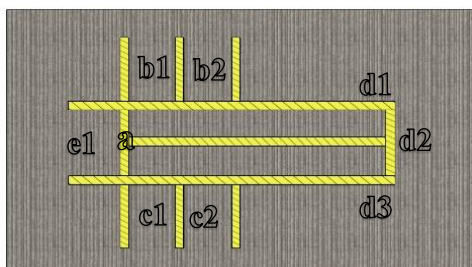


Ilustración 2. Distribución y delimitación del área de trabajo (Layout considerando cada uno de los principios.). Fuente: De los autores.

Secuencia de las actividades: una vez efectuada la distribución (layout) las actividades que se van a ejecutar son las siguientes (ver ilustración 3).

- Área donde se ubicará la llanta delantera; el operario (a) se encargará de colocar el Poka Yoke para levantar la parte delantera de la moto, una vez colocado se colocará a un lado esperando a que cambien la llanta para después retirar el Poka Yoke.
- Área para retirar, colocar birlo y eje de la llanta de la moto; el operario b1 se encargará de quitar el birlo con un taladro eléctrico y le pasará el taladro y birlo al operario b2, para después sacar el eje, esperar a que quiten y pongan la llanta nueva y colocar el eje de nueva cuenta y solicitará el taladro con el birlo al operario b2 para atornillar y asegurar la llanta.
- Área para sujetar, liberar eje y balatas de la llanta; el operario c1 pasará sujetara el eje, mientras que el operario c2 libera las balatas, el operario c1 libera el eje, espera a que cambie la llanta y esperará a que coloquen el eje asegura el eje con las pinzas y el operario c2 colocará las balatas a la nueva llanta.
- Área de sujeción de la parte trasera; los operarios d1, d2 y d3 esperaran a que llegue la moto a posición, para posteriormente colocarse d1 en el lado lateral derecho, el operario d2 en la parte posterior de la moto y el operario 3 en el lateral izquierdo de la moto, en lo que efectúan el cambio de la llanta.
- Área para montar y desmontar la llanta. el operario d1 se encargará de retirar la llanta y colocar la nueva, cabe mencionar quede de estar alerta en cuando quitan birlo y eje para poder retirar la llanta y posteriormente dejar en posición

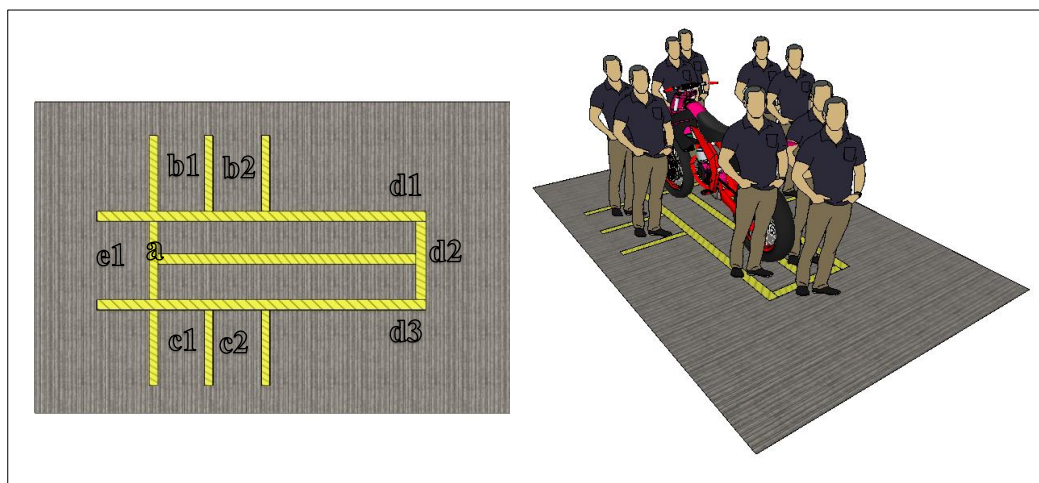


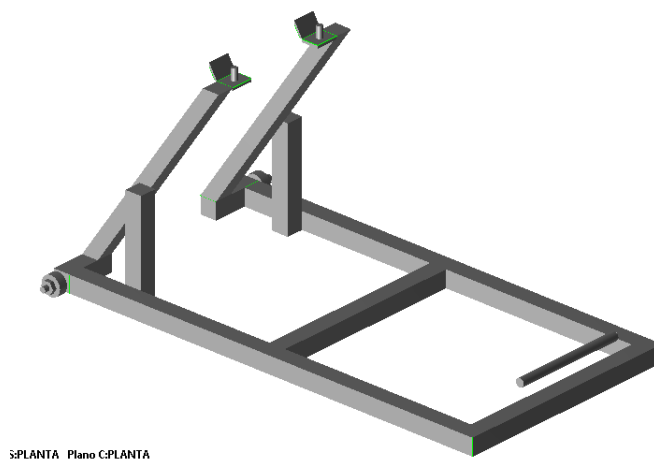
Ilustración 3. Distribución del área y el equipo de trabajo para el cambio de la llanta.

Fuente: Del autor.

Dispositivo Poka Yoke; Es una técnica que ayuda a conseguir los cero defectos, mejorando la calidad del producto y del proceso. Generalmente, son mecanismos o dispositivos que una vez instalados, evitan los defectos al 100% aunque se cometan errores (Rajadell & Sánchez, 2010).

La idea fundamental de implementar un mecanismo o Dispositivo Poka Yoke se debe fundamentalmente a que si no se tiene una estabilidad de la llanta o el manubrio de la moto provoca movimientos que dificultan liberar el eje que sostiene la llanta al marco, derivado a esta acción provoca que el proceso de cambio de la llanta sea más tardar generando retrabajo y retraso en el cambio. Por lo que se llegó a una alternativa de efectuar un prototipo que mantenga estable a la llanta, además de llevarla a una altura considerada facilitando la liberación del eje y el cambio de refacción (Ver ilustración 4).

Este servirá como soporte para elevar la llanta delantera de la motocicleta y que le brinde estabilidad al manubrio permitiendo efectuar el cambio, es decir permite liberar el eje de la llanta, causando mayor estabilidad y soporte, este mecanismo mas la distribución de las áreas optimiza el proceso de cambio



3DPLANTA Plano C-PLANTA

Ilustración 4. Imagen del prototipo Poka Yoke para el cambio de la llanta.

Fuente: diseño de los alumnos de 7 semestres 2019

Resultados y discusión

Una vez analizado cada una de los elementos y actividades que se deben de ejecutar en el proceso del cambio de la llanta delantera de la motocicleta se obtuvo lo siguiente:

Delimitación de áreas de acorde al diseño layout: El acto de delimitar un área o actividad quiere decir que en dicha área o actividad se encuentran agentes que pueden poner en peligro nuestra integridad con solo ingresar dentro de su rango de efecto, por lo que se debe mantener cierta distancia. Una actividad sin señalizar es algo tan grave como tener una herramienta sin guarda de seguridad, ya que en ambos

casos la actividad o la herramienta no tiene su protección frente a la intervención de personas ajenas a la labor

Las herramientas que se usan para delimitar una actividad o área son:

1. Cinta delimitadora.
2. Malla de seguridad.
3. Barras retráctiles amarillo-negras.

En este caso se utilizó la cinta delimitadora. El propósito del delimitante negro y amarillo (ver ilustración 5) es indicar que se debe tener especial precaución cuando se ingrese al área de trabajo.



Ilustración 5. Delimitación del área de trabajo y los operarios que intervienen en el cambio de la llanta ubicados en posición.
Fuente: de los autores.

Implementación del Justo a Tiempo: una estrategia o sistema para planear en forma óptima los requerimientos de materiales de producción para un proceso (Rajadell & Sánchez, 2010).

Implementación: Es por ello que se realizaron los siguientes puntos:

- Se implementaron cargas de trabajo en las estaciones de forma uniforme y equilibrada.
- Estandarizar componentes y métodos de trabajo: Se diseñó un método de trabajo estandarizado, a través de instrucciones para los operadores, reduciendo las fallas, de esta manera se mejoró los tiempos de ensamblado.
- Se utilizó una fuerza de trabajo flexible: en esta etapa de la planeación, fue indispensable tener bien claro, con cuanto recurso humano se contaba para saber quién estaría en cada lugar del ensamblaje.

Tabla 1. Requerimientos utilizados para el cambio de la llanta.

Herramienta	FUNCIÓN
Base para levantar (POKAYOKE)	Se utilizo para elevar la motocicleta en una posición cómoda.
Martillo	Se hizo útil para golpear el tornillo del eje para una salida más rápida.
Taladro eléctrico	Su función es aflojar el tornillo al momento de quitar la tuerca
Pinza de presión	Se utilizo para sujetar la tuerca al momento de quitar el tornillo
Banderas	Inicio/ fin de la operación
Alarma	Medio por el cual se le informa a la comunidad para que sigan instrucciones específicas de emergencia debido a la presencia real o inminente de una amenaza
Prohibido el teléfono celular	Prohibido hacer función del teléfono durante la operación.
Prohibido el paso	Señalamiento que prohíbe el paso de personas que no son requeridas durante la operación.
Cinta de precaución	Se utilizo para delimitar las áreas del proceso

Fuente: de los alumnos de 7 semestre.

Aplicación de POKA-YOKE. Durante la realización en análisis de las actividades que ejecutaban para el cambio de la llanta se efectuaron varios procedimientos para determinar la forma óptima de estabilizar la llanta, dando como resultado la un Poka Yoke, el cual tenía como función reducir el tiempo y los movimientos de los operarios. El mecanismo tiene como función levantar la parte frontal de la moto ubicándose en los amortiguadores como sujetadores para que la moto quede en una posición fija. La herramienta cuenta con un molde para los amortiguadores (Ver ilustración 6), cabe describir que la forma en que se levanta es manual se tiene que aplicar una pequeña fuerza para levantar y ejecutar la acción por la cual fue diseñado el mecanismo.



Ilustración 6. Imágenes del Poka Yoke y de la implementación de este.

Fuente: de los autores.

Con la aplicación de cada uno de los análisis, diagnósticos, así como el Poka Yoke, sistema justo tiempo y principalmente el trabajo en equipo, llevando a cabo cada una de las actividades designadas a cada operario se logro ejecutar el cambio de la llanta delantera en 20 segundos, en comparación con el otro equipo que tardo 16 segundos más.



Ilustración 7. Resultados de la investigación.
Fuente: de los autores.

El tipo total de cambio considerable, ya que el método anterior de trabajo efectuaba un tiempo de cambio de 16 minutos, con el mecanismo permite efectuar el cambio de la llanta de 16 minutos a cambiarlo a segundos. permitiendo un mejor control de las operaciones llevadas a cabo

Conclusiones

De acuerdo con la investigación podemos decir que el objetivo fundamental se logró, ya que los alumnos buscaron los medios, técnicas y métodos para llevar a cabo la actividad, podemos decir que la integración de sistemas prácticos en donde se le formulen escenarios a los alumnos para la solución de problemas contribuye a su formación como profesionistas, ya que en la actualidad los sistemas de producción de grandes, medianas o pequeñas empresas requieren de la completa administración de su capital.

Creando estos escenarios fomentamos en los alumnos la capacidad de análisis que le permitan tener una mayor habilidad en detectar los errores dentro de un proceso o producción, no solo a bienes si no también al sector servicios.

Referencias bibliográficas

Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. Mexico: McGRAW-HILL.

Medina, A. (2017). México podría convertirse potencia en manufactura en 2018. *Forbes México* .

Platas García, J. A., & Cervntes Valencia, M. I. (2014). *Planeación Diseño y Layout de Instalaciones*. México: Grupo Editorial Patria.

Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing La Evidencia de Una Necesidad* . Madrid : Diaz Santos .



Trámite de devolución de impuesto al valor agregado: Caso de éxito en el sector de autotransporte

Value added tax refund procedure: Success case

Norma Delia Reyes-Muñoz¹, Sandra Elba Delgado-Soto¹, Ernesto Lince-Olguin¹

¹ Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca, Veracruz, México.

Recibido: 14-11-2019

Aceptado: 12-12-2019

Autor correspondal: ernesto_lince@hotmail.com

Resumen

El presente trabajo surge de la necesidad de recuperar saldos a favor ante la secretaría de Hacienda y Crédito Público de los periodos 2015-2018 en una empresa de autotransportes. La problemática de las devoluciones se detectó en el momento en que se realizó el cambio de administración, cuando se dieron a conocer los detalles que venía presentando la administración pasada. El desarrollo del presente proyecto está fundamentado tanto en las leyes fiscales, como el Código Fiscal de la Federación, en sus artículos 18 , 19 y en el artículo 22 y sus derivados, que contempla el procedimiento que se debe seguir para las devoluciones de saldos a favor . El resultado de la investigación es recuperar los saldos a favor para el crecimiento importante de la compañía concluyendo que la empresa debe realizar los trámites mes a mes cuando se detecten saldos a favor.

Palabras clave: Devolución de impuestos, valor agregado, análisis financiero.

Abstract

This work arises from the need to recover balances in favor before the Secretaría de Hacienda y Crédito Público as it name in Spanish, of the periods 2015-2018 in a motor transport company. The problem of returns was detected at the time the administration change was made when the details that the past administration was presenting were disclosed. The development of this project is based on both tax laws, such as the Fiscal Code of the Federation, in its articles 18 and 19 and in article 22 and its derivatives, which contemplates the procedure that must be followed for returns. The result of the investigation that is intended to be obtained is to recover the balances in favor of the company's significant growth, concluding that the company must carry out the procedures month after month when the balance in favor is detected.

Keywords: Tax refunds, added value, financial analysis.

Introducción

En la actualidad las empresas en México requieren de flujos de efectivo para la realización de sus planes estratégicos, existen formas de conseguirlos a través de préstamos a entidades financieras, aportaciones de capital de los inversionistas y hoy en día también las devoluciones de impuestos de saldos a favor de

la entidad es una forma de conseguir dicho flujo , siendo además dinero propio , y lo que se tiene que hacer es acreditar los montos solicitados ante el fisco los cuales se deben de presentar dentro de los cinco años siguientes a la fecha que se tenga la obligaciones de presentar la declaración correspondiente o se haya realizado el pago. Según el Servicio de Administración Tributaria (SAT) (2018), el monto de las devoluciones por saldos favor del impuesto al valor agregado (IVA) disminuyó, cifras del SAT indican se reembolsaron 393,849 millones de pesos a contribuyentes, 7.8% menos que los 426,964 millones de pesos registrados en 2017 esto debido al proceso que tienen que llevar las empresas para solicitar dicha devolución.

En un trabajo realizado por Gallagher, Gopalan Grinstein-Weiss y Sabat (2019), se utilizaron datos sobre más de 57,000 contribuyentes de bajos ingresos, estimamos el efecto del acceso a una programa médico sobre la propensión de los hogares a ahorrar o pagar la deuda de sus reembolsos de impuestos.

Tener baja liquidez y una alta propensión marginal al consumo son aspectos que se encuentran estrictamente vinculados; en un trabajo realizado en base a la teoría de la gestión racional del efectivo con incertidumbre se encontró una relación entre la iliquidez y la propensión marginal al consumo, que explica el hallazgo de que; esta teoría es apoyada a partir de una correlación positiva entre el tamaño del impuesto reembolso y la propensión marginal al consumo (Gelman, Kariv, Shapiro y Silverman, 2019). Los ingresos tributarios tales como el impuesto al valor agregado y el impuesto a la renta, generan un impacto en la devolución del Impuesto al valor agregado el nivel de recaudación tributaria en una investigación de los años 2007 a 2012 en un enfoque retrospectivo, se analizaron datos estadísticos tomados del total de la población objeto de estudio, los resultados obtenidos evidenciaron que la devolución del Impuesto al valor agregado de las personas naturales aumentó considerablemente haciendo que los sujetos pasivos cuentan con un marco tributario más justo y equitativo, permitiendo que el Gobierno cierre cada vez más la brecha de evasión y elusión (Rugel Torres y Solórzano Soto, 2017). En un estudio realizado a una empresa en Venezuela se analizó que la empresa no aplica actualmente estrategias que le permitan prepararse y tomar medidas sobre el impacto que representa la carga tributaria en la gestión de la organización (Montero, 2015).

La Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) en su portal (2019) menciona el procedimiento para obtener la devolución de saldo a favor derivado del Impuesto Sobre la Renta (ISR); con este trámite se puede ejercer tu derecho como contribuyente a percibir del Servicio de Administración Tributaria (SAT) las cantidades que deriven a favor.

El Servicio de Administración Tributaria (SAT) es un órgano desconcentrado de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, que tiene la responsabilidad de aplicar la legislación fiscal y aduanera, con

el fin de que las personas físicas y morales contribuyan proporcional y equitativamente al gasto público (SAT, 2018).

La problemática que se presentó en la empresa de autotransportes fue que desde el año 2015 no se realizaba el trámite de devoluciones de todos los saldos a favor del (IVA del ente, en cuanto a impuestos se refiere, y con el nuevo cambio en la dirección de la empresa, se le solicitó al departamento de Fiscal la recuperación de dichos saldos que vienen desde 2015 a la fecha, pero con ello también con esa nueva orden se detectó que el departamento no contaba con el suficiente personal para poder llevar dicha actividad, por lo cual se conformó un equipo especializado y se desarrolló lo más pronto posible el proyecto designado como “Tramites de Devoluciones de Valor Agregado ante la Secretaria de Hacienda”.

Materiales y métodos

El estudio desarrollado para este trabajo es de tipo cualitativo, ya que se determinó el procedimiento para la gestión de saldos a favor para la empresa de autotransportes que funge como caso de estudio; el diseño es transversal, pues los datos e informaciones se recolectaron en un mismo momento.

Esta empresa se encuentra ubicada en el estado de Nuevo León; es una empresa que se dedica a los Servicios de Transportes de carga Nacional e Internacional, por lo cual las tasas de IVA que le aplican son 16% para fletes nacionales y 0% para fletes de exportación, esto genera que el IVA causado por la compañía sea menor que el IVA acreditable, generando saldos a favor de este impuesto.

Para dar cumplimiento al primer objetivo de este proyecto, el cual es recabar información para la creación de base de datos, se realizó el siguiente proceso para la verificación de la información del contribuyente, como se muestra en la figura 1:

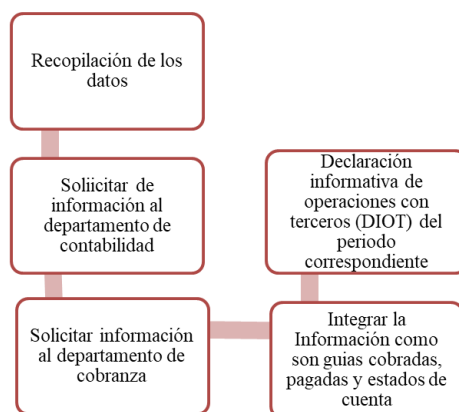


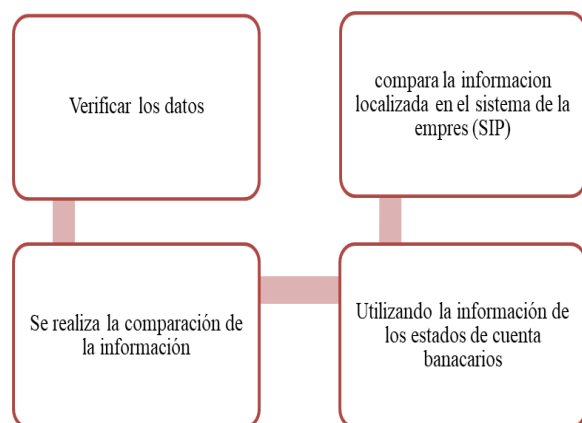
Figura 1. Verificación de Información
Fuente: Los autores

Posteriormente a la verificación de la información, se recurrió al procesamiento y análisis de la información, para lo cual se hizo uso del método de Análisis Cualitativo, dando como resultado la siguiente metodología

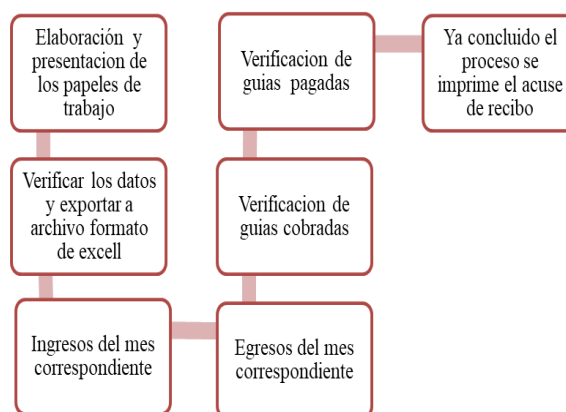
- Recolección de datos.
- Revisión de datos.
- Organización de la información.
- Descubrir unidades de análisis.
- Codificar las unidades.

La secuencia anterior muestra básicamente en forma general como se trabajó con la información que proporcionó la empresa para el trámite de devoluciones de saldos a favor.

El segundo objetivo de esta investigación es constatar que la información obtenida sea verídica y no contenga errores, esto se logró mediante el siguiente procedimiento que se muestran en la figura 2 y 3:



Figuras 2. Verificación de Información
Fuente: Los autores



Figuras 3. Verificación de Información
Fuente: Los autores

Posteriormente a la verificación de la información, se realizaron las bases de datos que solicita el SAT para hacer efectiva la devolución.

Cabe mencionar que de la información que se recolecto, se capturo y guardó en archivos utilizando para ello el Excel, en donde se presentaron los Ingresos y Egresos de la empresa por mes, así como los estados de cuenta bancarios correspondientes.

Para realizar el procesamiento de los ingresos, se requirió la siguiente información:

- Estados de cuenta del mes correspondiente de todas las cuentas de la empresa.

- Archivo de guías cobradas, que es el archivo de la empresa en donde se encuentran los registros de facturas de todas sus ventas de servicios.
- Así mismo se recurrió al sistema general de la empresa (SIP) con la finalidad de detectar alguna discrepancia entre el estado de cuenta bancario y los archivos de la empresa.
- En seguida se continuó anexando todos esos datos en un archivo Excel, llamado IVA CAUSADO 1 de 2. En donde se integran los depósitos del banco y los ingresos por día de la empresa, a esto se le conoce como depuración de bancos.
- Finalizando este proceso, lo que aparece en el estado de cuenta en sus respectivos bancos debe de cuadrar con todas las operaciones que realizó la empresa en ese mes, en cuanto a ingresos se trata.
- Para continuar se efectuó un resumen de bancos, en ese mismo archivo IVA CAUSADO 1 de 2 para corroborar el total de depósitos que tuvo la empresa en ese mes.
- Para finalizar la parte de comprobación de ingresos del mes, se creó otro archivo, llamado IVA CAUSADO 2 DE 2, en donde se incorporaron todos los datos de facturas cobradas de la empresa correspondientes, por fecha y por cliente, incluyendo su RFC y folios fiscales, origen y destino del servicio de flete, etc. tal cual lo pide la autoridad.

Por consiguiente, se prosiguió a realizar el archivo de egresos, de la siguiente manera:

- Se solicitó al departamento de contabilidad el archivo Facturas Pagadas, el cual contiene El cruce ajustado, la DIOT presentada del mes correspondiente, otros gastos, descuentos sobre compra, notas de crédito, balanza y balanza con cambios, IVA de la balanza, el tipo de cambio tanto como sus diferencias.
- Acceder al sistema general de la empresa (SIP) y extraer el archivo del mes correspondiente (REP PAGADAS).
- Además, se solicitaron los estados de cuenta de los diferentes Bancos.
- Se plasmó en el archivo IVA ACREDITABLE la información obtenida del archivo facturas pagadas.
- Posteriormente se dispuso a comparar la información del archivo IVA ACREDITABLE con la DIOT. (Esto se realizó para encontrar las posibles diferencias de información entre un archivo y otro y realizar los ajustes correspondientes al archivo de IVA ACREDITABLE, y en su caso presentar una Declaración complementaria).

Se detalló la información de tal manera, que cuando el SAT la revise, no tenga ningún inconveniente en cuanto a discrepancias de la información, y el proceso se torne en el tiempo que se tiene

establecido.

Resultados y discusión

Una vez realizados los procedimientos mencionados en la metodología, se optó por iniciar los trámites de devoluciones ante la Secretaria De Hacienda y Crédito Público para la recuperación de los saldos a favor de la empresa objeto de estudio, ya que la cantidad a favor de los últimos tres años es considerable misma que se encuentra en proceso de pago. Debido a esta situación, se propuso al Corporativo que las devoluciones, en caso de que se tuvieran, se realicen mes a mes, esto con el fin de que no se acumulen saldos, y se reduzca tiempo e inversión económica, en contratar y capacitar personal nuevo para que realice trabajo atrasado.

Para la recuperación de los saldos se sugiere el siguiente procedimiento:

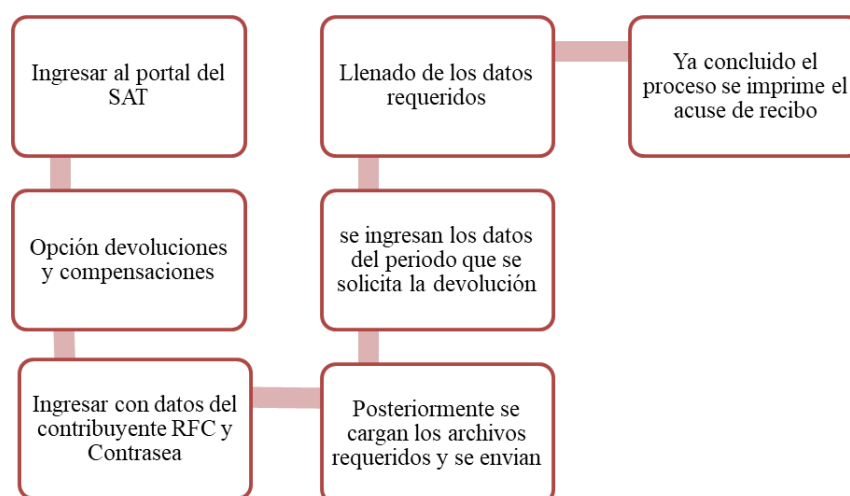


Figura 4. Procedimiento de devolución
Fuente: Los Autores

Para poder llegar al resultado, se realizó el proceso anteriormente mencionado, para después dar cumplimiento a la respuesta de la autoridad fiscal, como se muestra en el siguiente requerimiento:



SHCP
SECRETARÍA DE HACIENDA Y FISCALÍA FEDERAL



SAT
Servicio de Administración Tributaria

Administración General de Grandes Contribuyentes
Administración Central de Fiscalización a Grandes Contribuyentes Diversos
Administración de Fiscalización a Grandes Contribuyentes Diversos "1".
 Subadministración de Fiscalización a Grandes Contribuyentes Diversos "I"

Número de Oficio
Expediente SAT-
R.F.C.
Número de referencia.

018

Asunto: Primer requerimiento de información y documentación adicional

Ciudad de México, a 08 de noviembre de 2018.

C. Representante Legal de:
TRANSPORTES

Nuevo León.

Al respecto, esta Subadministración de Fiscalización a Grandes Contribuyentes Diversos "1", de la Administración de Fiscalización a Grandes Contribuyentes Diversos "1", de la Administración Central de Fiscalización a Grandes Contribuyentes Diversos, de la Administración General de Grandes Contribuyentes, del Servicio de Administración Tributaria, con fundamento en los artículos 1, 3, 4, 7, fracción XVIII, y 8, fracción III de la Ley del Servicio de Administración Tributaria vigente; y en el uso de las facultades que le confieren los artículos 1 y 2, primer párrafo, Apartado B, fracción V, inciso d) y segundo párrafo, 5, primer párrafo, 28, primer párrafo, Apartado A, fracciones XXXVIII y XL y Apartado B, fracción III, último párrafo de dicho artículo que establece: La Administración General de Grandes Contribuyentes estará a cargo de un Administrador General, auxiliado en el ejercicio de sus facultades por los servidores públicos que en adelante se señalan, y último párrafo, numeral 4, inciso a), subinciso i), correspondiente al Subadministrador de Fiscalización a Grandes Contribuyentes Diversos "1", 29, primer párrafo, Apartado D, fracción III, del Reglamento Interior del Servicio de Administración Tributaria, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día 24 de agosto de 2015, en vigor a partir del día 22 de noviembre de 2015, conforme al Artículo Primero Transitorio del Decreto por el que se expide el Reglamento Interior del Servicio de Administración Tributaria, y conforme al artículo 22, sexto párrafo del Código Fiscal de la Federación vigente.

Le requiere la siguiente información (omitida y/o adicional) con relación a la solicitud de la devolución por Saldo a Favor determinado en el periodo Julio del ejercicio 2015, por concepto de Impuesto al Valor Agregado, con importe de \$5,024,351.00. — por la Administración Central de Fiscalización a Grandes Contribuyentes Diversos, con número de control [

1. De la revisión efectuada a la documentación e información aportada al inicio de su promoción, se pudo conocer que adjuntó el archivo electrónico formato Excel denominado

Av. Hidalgo No. 77, Módulo II, Planta Baja, Colonia Guerrero, Cusuhuémtoc, C.P. 06300, Ciudad de México.
Teléfono 58020000 / www.sat.gob.mx / twitter.com/satmx

JACA/GCHA/MELH

Página 1 de 5

Figura 5. Requerimiento de información
Fuente: Los autores tomado de SAT

Derivado del proceso, para poder hacer efectivas las devoluciones, la autoridad fiscal le ha requirió información adicional a la empresa de algunos meses, como información de proveedores, clientes, expedientes de trabajadores, planos, contratos, fotografías, escritos libres firmados por el representante legal de la empresa, esto con el fin de disuadir cualquier duda, que pudiese estar presentado.

De toda la información que se subió al portal del SAT, este mismo requirió información adicional de los siguientes meses:

- Junio 2016
- Septiembre 2016
- Abril 2018
- Mayo 2018

Cabe mencionar que el proyecto se desarrolló bajo las normas y procedimientos que marcan las leyes fiscales vigentes para el desarrollo exitoso de los trámites de devolución de IVA

Conclusiones

La investigación desarrollada muestra con todo lo anterior, que el trámite de la devolución de los meses mencionados se encuentra en proceso de pago, debido a que la autoridad no solicitó tanta información como en otros meses de los cuales llegó requerimiento, cabe destacar que con el nuevo orden de gobierno también el proceso de pago y análisis de devoluciones puede demorar más de lo normal, agregando también que la solicitud de devolución por parte de la empresa son de montos considerables, por ende en cada mes puede variar tanto información requerida, como fecha de pago, así mismo si la autoridad no está conforme con la información proporcionada puede optar por auditar a la empresa, y esto conlleva a que el proceso se extienda aún más, todo esto son factores externos que no dependen de la empresa,. Como parte de las tantas actividades que se desarrollaron, para dar respuesta a la requisición de información adicional por el SAT, y derivado de constante búsqueda de información, se sugiere que las áreas involucradas se apoyaran mutuamente para lograr el objetivo, y resultado de ello, los departamentos de fiscal y cobranza se unieron, para la búsqueda y armado de papeles de trabajo, sin embargo este procedimiento no es para todos los casos, puesto que fue en un requerimiento en el cual la información solicitada fue del departamento antes mencionado.

La cooperación en conjunto de todos los departamentos dio buenos resultados puesto que la recuperación de los saldos lo más pronto posible representa una fuente muy importante de financiamiento para la empresa. Se concluye que todas las empresas que cuenten con saldos a favor de IVA realicen el trámite de dicho impuesto ante la autoridad ya es una fuente de recursos que pueden aprovechar para que cuenten con flujo de efectivo para hacer frente a sus operaciones diarias o invertir en diferentes activos.

Referencias Bibliográficas

- Gallagher, E. A., Gopalan, R., Grinstein-Weiss, M., & Sabat, J. (2019). Medicaid and household savings behavior: New evidence from tax refunds. *Journal of Financial Economics*.
- Gelman, M., Kariv, S., Shapiro, M. D., & Silverman, D. (2019). Rational Illiquidity and Consumption: Theory and Evidence from Income Tax Withholding and Refunds.

- Montero, C. (2015). La Planificación Tributaria como herramienta dirigida a optimizar la carga fiscal en las retenciones del impuesto al valor agregado en la empresa LEOPTICA, CA. Recuperado de: <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/2323/Cmontero>, 20.
- Rugel Torres, C. y Solórzano Soto, R. M (2017). PROCESO DE DEVOLUCIÓN DE IVA EN PERSONAS NATURALES 2007-2012. Espirales Revista Multidisciplinaria de investigación, 1(3).
- Servicio de Administración Tributaria (2018). <https://www.sat.gob.mx/empresas/resultado-busqueda>
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público (2019). <https://www.gob.mx/tramites/ficha/solicitud-de-saldos-a-favor-de-isr/SAT2298>