

UTeJ THEOREMA

REVISTA CIENTÍFICA

EDICIÓN 15 // JULIO-DICIEMBRE 2020

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LAS NECESIDADES DE LOS CONSUMIDORES DE FRITURA DE HARINA DE TRIGO 4X4 PARA LA ESTANDARIZACIÓN EN EL PROCESO DE FREÍDO

PANORAMA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN MÉXICO. UN ANÁLISIS CRÍTICO DESDE LAS CIENCIAS SOCIALES

DESARROLLO DE UNA SALSA TIPO INGLESA CON PROTEÍNA HIDROLIZADA DE CARACOL (HÉLIX ASPERSA)

ANÁLISIS DE ABSORCIÓN DE TURBOSINA EN FIBRA DE VIDRIO CON RECUBRIMIENTO HIDROFÓBICO

JETA - 1
FLAMABLE
NO SMOKING

ISSN: 2448-7007

Acreditación Internacional

latindex



UTeJ THEOREMA

REVISTA CIENTÍFICA

Dirección para el envío de propuestas:



editorial@utcj.edu.mx

Para mayor información comunicarse al

Tel. +52 1 656 649 0604 Ext. 3846

DIRECTORIO

GOBIERNO DEL ESTADO

Lic. Javier Corral Jurado
Gobernador Constitucional del Estado de Chihuahua

Dr. Carlos González Herrera
Secretario de Educación y Deporte

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA

Dr. Herminio Baltazar Cisneros
Coordinador General de Universidades Tecnológicas y Politécnicas

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE CIUDAD JUÁREZ

M.A. Guillermo José Álvarez Terrazas
Rector

Lic. Francisco Javier Reza Pacheco
Abogado General

Mtra. Lorena Alvarado
Secretaria Académica

Lic. Adrián García Castro
Director de Vinculación

M.E.R. José Luis Peinado Martínez
Director de la Carrera de Mecatrónica y Energías Renovables

M.A.N.I. Javier Zepeda Miranda
Director de la Carrera de Logística Internacional

M.E. Ricardo Pérez Santellana
Director de las Carreras de Mantenimiento Industrial y Nanotecnología

M.I. Ana Ivonne Morales Cervantes
Director de las Carreras Financiera y Fiscal, Innovación de Negocios y Mercadotecnia

M.C. Ana Eréndira Rascón Villanueva
Directora de las Carreras Terapia Física y Protección Civil y Emergencias

Dra. Rosa Elba Corona Cortez
Dirección de las Carreras Procesos y Operaciones Industriales y Tecnologías de la Información

Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez

UTCJ THEOREMA REVISTA CIENTÍFICA

Edición No. 15, julio - diciembre 2020

Av. Universidad Tecnológica No. 3051

Col. Lote Bravo II

C.P. 32695

Ciudad Juárez, Chihuahua

Teléfono (656) 649 0600 Ext. 3870

CONSEJO TÉCNICO

M.C. Consuelo Catalina Fernández Gaxiola

Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez

Presidente del Consejo Técnico

Dr. Iván Juan Carlos Pérez Olguín

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (SNI I)

Director de Obra

Dr. Manuel Arnoldo Rodríguez Medina

Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

Dra. Lucia Monserrat Pérez Navarro

Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición

Dra. María de los Ángeles López Martínez

Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez

Dr. Manuel Iván Rodríguez Borbón

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (SNI I)

Dr. Rodrigo Villanueva Ponce

Delphi Electrical Centers (SNI C)

Dr. Manuel Alonso Rodríguez Morachis

Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

Dra. Nancy Angélica Coronel González

Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

M.I.I. David Oliver Pérez Olguín

Instituto Tecnológico de Los Mochis

M.C. Miriam Margarita Ruíz Sánchez

Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez

M.A. Luis Alonso De Santiago Romero

Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez

M.C.S.P. Alfredo Alfonso Cabel Acevedo

Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez

Dr. Edwards Antonio Cabrera

Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez

CONSEJO EDITORIAL

Lic. María Teresa Álvarez Esparza

Subdirectora de Extensión Universitaria

Lic. Idalí Meléndez Domínguez

Jefe del Departamento de Prensa y Difusión

Lic. José Castro Castruita

Coordinador editorial y diseñador gráfico

<https://utcjtheoremawixsite.com>

CONTENIDO

+ ARTÍCULO ARBITRADO #1	08
Análisis y evaluación de las necesidades de los consumidores de fritura de harina de trigo 4x4 para la estandarización en el proceso de freído Leobardo Mendo Ostos y Erasmo Lara Román	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #2	16
Estudio comparativo de la calidad del suero de leche y su transformación en queso tipo Petit Suisse Ella Trejo Trejo y Natalia Trejo Trejo	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #3	22
El arbitraje de criptomonedas, una opción para generar riqueza al alcance de todos Adalberto González Flores	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #4	30
Aplicación de herramientas 4.0 en el monitoreo de estanques de Tilapia para asegurar su transparencia y trazabilidad Rosa María de Anda López, Rodolfo Aguirre Aranda, Agripín Sánchez Salinas y Francisco Betanzos Castillo	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #5	36
Análisis y perspectiva jurídico-fiscal de la Sociedad por Acciones Simplificada (SAS) en el Estado Mexicano Ismael Narciso Jiménez	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #6	44
Estudio exploratorio sobre los factores que inciden en la elección de una universidad Francisco Núñez Coria, Arturo González Torres, Liliana Trinidad Godínez Martínez, Sandra Pamela Martínez Amaya y Armando Cortés Ordóñez	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #7	50
Factores que influyen en la participación de la mujer en empresas de hospedaje a nivel directivo Korima del Ángel Hernández Sarao, José Manuel Jiménez García y Diana Sánchez Estrada	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #8	56
Diseño e implementación de un sistema automático de desinfección de contenedores para agua desionizada Ana Mayra Luna Rodríguez, Iván Oswaldo Luna Rodríguez y Luis Enrique Chinchillas Rubio	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #9	62
Estudio térmico dinámico del efecto de aire acondicionado en una biblioteca José Gustavo Leyva Retureta, Ervin Jesús Alvarez Sanchez, Fernando Aldana Franco y Rosario Aldana Franco	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #10	70
Los retos para implementar la responsabilidad social universitaria y construir una visión ambiental en el universitario Yuritzi Llamas Mangin y Violeta Mangin Guixeras	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #11	76
Adaptando la perspectiva sistémica de James Reason a las fallas en el área de maquinado Rosa Ma. Amaya Toral, Martha Patricia García Martínez y Velia Graciela Guzmán Ruíz	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #12	82
Plataforma de bajo costo basada en IOT para el monitoreo de consumo de energía Samuel Neftali Alvirde Valencia, Luis Roberto Sanabria Savaleta, Juan Miguel González López, Ramón O. Jiménez Betancourt y Marco Antonio Pérez González	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #13	90
Panorama de las energías renovables en México. Un análisis crítico desde las ciencias sociales José Domingo Rafael Castañeda Olvera, Sergio Uriel Nónigo Talavera y Xóchitl Martínez Ramírez	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #14	96
Corrosión electroquímica en una superaleación base cobalto Jesús Manuel Jáquez Muñoz, Manuel Alejandro Lira Martínez, Facundo Almeraya Calderón, José Ángel Cabral Miramontes, Marianggy Del Carmen Gómez Ávila y Shehret Tivaldyev	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #15	102
Modelos de negocios como factor de competitividad en Ciudad Juárez en el sector de manufactura Francisco Arturo Bribiescas Silva y Guillermo Marin Balcazar	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #16	114
Desarrollo de una salsa tipo inglesa con proteína hidrolizada de caracol (Hélix Aspersa) Celerino Arroyo Cruz, Carlos Abraham Reynoso Ocampo, Luis Manuel Pérez López y Evelip Mendoza Peña	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #17	120
Empresas queseras menonitas en Chihuahua: De la tradición al posicionamiento en el mercado Elizabeth Bautista Flores, Oscar Sánchez Carlos	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #18	126
Una herramienta para la educación y la conciencia social: realidad aumentada Luz María Hernández Cruz, Diana Concepción Mex Álvarez, José Ramón Cab Chan y Santos Noe Huchin Maas	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #19	132
Formación de grupos de trabajo efectivos para la solución de problemas en las empresas de manufactura de la Ciudad de Chihuahua Luis Arnulfo Guerrero Chávez, Laura Daniela Arias Barrón, Marco Antonio Sánchez Orozco, Alejandra Yadira Córdova Villegas, Francisco Terán Arévalo y María Elena Delgado Ontiveros	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #20	142
Estrategias productivas y perfil de las microempresas queseras en Ixmiquilpan Hidalgo Ella Trejo Trejo y Natalia Trejo Trejo	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #21	150
Revisión e implementación de modelos de radiación de luz natural para una construcción agrícola utilizando la técnica CFD de Ansys Fluent Workbench Francisco Betanzos Castillo, Everardo Jiménez Campuzano y Reynaldo Cortes Solís	

+ ARTÍCULO ARBITRADO #22	156
Afectaciones del TMEC a las importaciones en la industria automotriz en México	
Consuelo Catalina Fernández Gaxiola, Javier Zepeda Miranda y Jesús Lorenzo Ramírez González	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #23	166
Diseño de una metodología híbrida para el control del inventario MRO en una empresa metalmeccánica	
Martha Patricia García Martínez, Velia Graciela Guzmán Ruiz, Rosa Ma. Amaya Toral y Alberto Hiram Coronado	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #24	174
Locus de control y conducta segura del trabajador: Una aproximación para estudiar la seguridad laboral	
Cecilia Aguilar Ortega, María José De Lille Quintal y Lourdes Cortes Ayala	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #25	180
La certificación en competencias laborales como respaldo al título profesional de licenciatura	
Mónica Leticia Acosta Miranda, Leonor Ángeles Hernández y Juan José Elguezabal Aguirre	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #26	186
Seguimiento de egresados como herramienta del desarrollo institucional	
Leonor Ángeles Hernández, Mónica Leticia Acosta Miranda y Juan José Elguezabal Aguirre	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #27	192
Diseño de un modelo de simulación utilizando un software de eventos discretos, en un proceso industrial	
Felipe García-Jacobo y Jorge Adán Romero Guerrero	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #28	202
Estado del arte de técnicas fototérmicas y sus aplicaciones en el área energética	
Erick Gutiérrez Zeferino, Carlos Omar González Morán, Oscar Osvaldo Sandoval González y José de Jesús Agustín Flores Cuautle	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #29	210
Modelos de gestión logística y su aplicación	
Reyna Carrillo Reyes, Brianda Estefanía Martínez Medrano, Brissa Johana Murillo Lares y Perla Ivette Gómez Zepeda	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #30	216
Rediseño del sistema Kanban en una empresa metal mecánica para reducir el tiempo de entrega	
César Alejandro Domínguez Nava, Velia Graciela Guzmán Ruiz, Martha Patricia García Martínez, Ramón Ontiveros Martínez y Rosa Ma. Amaya Toral	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #31	222
Generación y uso de hidrógeno producido mediante celdas fotovoltaicas como vector energético	
Víctor Alfredo Nolasco Arizmendi, José Alberto García Melo y Miguel Ángel Cerón Cerón	
+ ARTÍCULO ARBITRADO #32	232
Análisis de absorción de turbosina en fibra de vidrio con recubrimiento hidrofóbico	
Enrique Suárez López, Manuel Alejandro Lira Martínez, Delfino Cornejo Monroy, Alfredo Villanueva Montellano, Marianggy Del Carmen Gómez Ávila y Manuela Alejandra Zalapa	
MANUAL DE ESTILO	238

UTCJ THEOREMA

Revista Científica

Julio - diciembre
2020

No. 15

UTCJ THEOREMA REVISTA CIENTÍFICA

Año 6, No. 15, es una publicación semestral, julio - diciembre 2020, editada por la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, Avenida Universidad Tecnológica #3051, Col. Lote Bravo II, C.P. 32695, Tel. (656) 649 0604, www.utcj.edu.mx. Editor responsable: Idalí Meléndez Domínguez. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2016-061713532700-203, ISSN: 2448-7007, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número, Coordinación Editorial, L.D.G. José Castro Castruita, Avenida Universidad Tecnológica #3051, Col. Lote Bravo II, C.P. 32695, fecha de la última modificación 20 de noviembre de 2020.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Nacional del Derecho de Autor.

UTCJ THEOREMA

REVISTA CIENTÍFICA

EDICIÓN 15 JULIO-DICIEMBRE 2020

UTCJ THEOREMA Revista Científica

- Hernández Gaxiola
- Pérez Olguín
- Rodríguez Medina
- Serrat Pérez Navarro
- De los Ángeles López Martínez
- Iván Rodríguez Borbón
- Rodrigo Villanueva Ponce
- Dr. Manuel Alonso Rodríguez Morachis
- Dra. Nancy Angélica Coronel González
- M.I.I. David Oliver Pérez Olguín
- M.C. Miriam Margarita Ruiz Sánchez
- M.A. Luis Alonso De Santiago Romero
- M.C.S.P. Alfredo Alfonso Cabel Acevedo
- Dr. Edwards Antonio Cabrera

CONSEJO EDITORIAL

- Lic. María Teresa Álvarez Esparza
Subdirectora de Extensión Universitaria
- Lic. Idali Meléndez Domínguez
Jefe del Departamento de Prensa y Difusión
- Lic. José Castro Castruita
Coordinador editorial y diseñador gráfico

<https://utcjtheoremawixsite.com>

ISSN: 2448-7007



EDITORIAL

A seis años de nuestra primera edición, no dejamos de sorprendernos por el camino recorrido pero sobre todo, por el que aún falta por recorrer. Seis años rumbo a la maduración en este ámbito se dice fácil, pero no tanto cuando se está de frente a una tormenta digital y a un mar de información que se transforma cada vez más en una una sociedad del celular.

Ahora nuestro día cotidiano, es tan visual y tan extenso en el fácil acceso a la información, que prácticamente se nos ha establecido un nuevo terreno en la manera en que aprendemos las cosas. Nos hemos vuelto más reactivos en cuanto al aprendizaje, respondiendo cada vez más al proceso básico del estímulo – recompensa, en el cual, optamos por adquirir nuevos conocimientos de forma rápida y superficial. Y a la luz de este fenómeno, podemos ver cómo se desdibuja la línea entre lo que es veraz y lo que es falso.

Por ello, nunca fue tan necesario ser proactivo en nuestra labor diaria, para tener esa la libertad de elegir qué y cómo consumimos la información. Es imprescindible retomar nuestro pensamiento crítico para abrirnos paso al mundo de la investigación, pero más imprescindible aún; no perder nuestra capacidad de asombro porque nuestro día, nuestro entorno, nuestros objetos y lo que consumimos, están llenos de pequeñas maravillas que pasan desapercibidas frente a nuestros ojos. Y de hecho, no son percibidas hasta que nos abrimos al pensamiento crítico o bien, hacia a una lectura derivada de una investigación. Por ejemplo, ¿Quién diría que una salsa tipo inglesa puede hacerse con proteína de caracol Hélix Aspersa? O que un objeto de investigación puede consistir en cómo analizar el proceso de freído para que una fritura de maíz sea más crocante y menos grasosa, o cómo podemos ver un panorama de energías renovables en México partiendo de un análisis crítico desde la postura de las ciencias sociales.

Detrás de todo lo que nos rodea, existen pequeños y a la vez, grandes fenómenos, muchas veces imperceptibles, con los cuales a partir de una investigación, se puede desentramar, entender y mejorar algún proceso que tiene como producto final algo que consumimos sin siquiera saber su historia, ni el cómo, ni el por qué.

Entonces, estimado lector, nos complacemos en presentar en esta décimo quinta edición, 32 artículos de investigación de diferentes áreas del conocimiento, con información y datos serios previamente revisados para su publicación, esperando que disfrute su lectura, sea proactivo y adquiera un refuerzo en su pensamiento crítico.

Comité Editorial de la UTCJ

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LAS NECESIDADES DE LOS CONSUMIDORES DE FRITURA DE HARINA DE TRIGO 4X4 PARA LA ESTANDARIZACIÓN EN EL PROCESO DE FREÍDO

Artículo arbitrado 01

Edición 15



Leobardo Mendo Ostos¹ y Erasmo Lara Román²

¹Instituto Tecnológico Superior de Tantoyuca. Desviación Lindero Tametate S/N, La Morita, 92100 Tantoyuca,

²Instituto Tecnológico Superior de Álamo Temapache. Km. 6.5 Carretera Potrero del Llano-Tuxpan, Xoyotitla Álamo-Temapache, Veracruz, México, C.P. 92750



eralr1981@gmail.com

Recibido: Septiembre 24, 2020.

Recibido en forma revisada: Octubre 19, 2020.

Aceptado: Octubre 23, 2020.

Resumen: Este trabajo se basa en una relación entre las necesidades de los consumidores y el productor de frituras artesanales de harina de trigo, para conocer y satisfacer los deseos de consumo en las frituras. La investigación se divide en tres fases de estudio: encuesta de preferencias de consumo y organolépticas en las frituras artesanales, vaciado de información con el análisis con el despliegue de la función de la calidad y análisis sensorial con jueces consumidores. Los resultados indican una tendencia que los consumidores prefieren las frituras crujientes y sin aceite en el cuerpo del producto, en el análisis, se confirmó que la capacidad técnica en el proceso de freído se consigue con el equipo instalado, los jueces consumidores prefirieron una fritura seca y crujiente de tres presentadas.

+ Palabras clave: Clientes, productor, frituras, satisfacción, análisis sensorial, características organolépticas.

Abstract: This work is based on a relationship between the needs of consumers and the producer of artisanal wheat flour fritters, to know and satisfy consumer desires in frying. The research is divided into three study phases: survey of consumption and organoleptic preferences in artisanal frying, information gathering with the analysis with the dis-

play of the quality function, and sensory analysis with consumer judges. The results indicate a trend that consumers prefer crispy fries without oil in the body of the product, in the analysis, it was confirmed that the technical capacity in the frying process is achieved with the equipment installed, the consumer judges preferred a dry frying and crispy three presented.

✦ **Keywords:** *Customers, producer, frying, satisfaction, sensory analysis, organoleptic characteristic.*

Introducción

La subsistencia de las empresas en el mercado, está relacionada con su capacidad para captar y tener clientes reales. Una empresa presenta ventaja competitiva si cuenta con una mejor posición que sus rivales, tanto para asegurar clientes como para defenderse contra las fuerzas competitivas. De este modo, la calidad es entonces un elemento estratégico que aporta ventaja competitiva (Arellano, 2017). En cualquier tipo de empresa, uno de los atributos neurálgicos que contribuyen grandemente al éxito o subsistencia en el mercado en un largo plazo, es considerar la opinión de los clientes sobre el producto o servicio que reciben. En este sentido, se propone una investigación de campo acerca de las características organolépticas que desean los clientes al momento de consumir frituras de harina de trigo, con el objetivo de satisfacer esas características de consumo para ser más competitivos en el mercado local.

En México cada vez se consumen más de frituras, y eso se refleja en el valor de las ventas de este tipo de productos, que crecieron de 66 mil 549 millones de pesos en 2013 a 88 mil 366 millones de pesos en 2018 (INEGI, 2018). A gran parte de la sociedad les gusta consumir frituras y bocadillos entre las comidas, ya que por su bajo costo y fácil acceso se vuelven los alimentos consentidos para disfrutar en cualquier lugar y ya sea solos o acompañados. Los bocadillos son una parte integral de la dieta y en los últimos tiempos han sido explotados comercialmente a gran escala (Senthil, 2002).

La calidad de los productos fritos es afectada por los procesos y las condiciones de operación y compromete al producto manufacturado, desde el cortado, escaldado, cocinado, freído, enfriado y empaquetado (Cozzolino, 2005). Los sentidos son el enlace neurálgico para la elección y continua afinidad por algún alimento, por lo que, las propiedades organolépticas (características sensoriales) son las descripciones físicas que tiene los alimentos en general, según las que los sentidos pueden percibir. Farkas y Moreno (citado por Arellano Díaz, 2016) plantea que la fritura técnicamente corresponde a métodos de cocción de alimentos por medio de la inmersión en aceite comestible (principalmente de origen vegetal) o grasa caliente (mayoritariamente de origen vegetal o animal), por sobre el punto de ebullición del agua (160 °C - 180 °C). El aceite actúa como transmisor de calor, produciendo un calentamiento rápido y uniforme del producto como lo menciona Dana (citado por Arellano Díaz, 2016).

Marco Teórico

Las botanas son alimentos que proveen alto valor energético y cantidades insignificantes de otros nutrimentos. Generalmente se elaboran con cereales y se frien. El freído causa un efecto conservador que resulta de la destrucción térmica de los microorganismos y enzimas y una reducción en la actividad acuosa en la superficie del alimento. Los alimentos que son secados por freído (papas, botanas de maíz o trigo) y otros productos extruidos tienen una vida de anaquel de más de 12 meses. La fritura de los alimentos es definida como la cocción en aceite o grasa caliente a temperaturas elevadas (175 °C - 185 °C), donde el aceite actúa como transmisor del calor produciendo un calentamiento rápido y uniforme en el alimento (Cecilia y Hurtado, 2009). En la Figura 1, se puede observar los procesos de intercambio de aceite por agua en el cuerpo de la fritura.

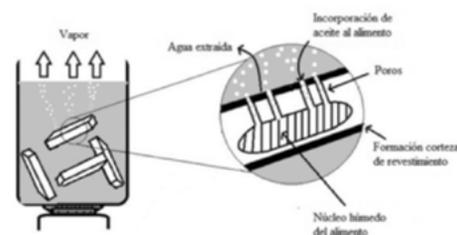


Figura 1. Proceso de fritura. Montes, 2016).

Las propiedades organolépticas de los productos alimentarios son uno de los atributos más importantes que influyen en su elección por parte de los consumidores. Por ello, las empresas del sector de alimentación y bebidas deben cuidarlas especialmente a la hora de desarrollar un nuevo producto o reformular uno ya existente (Ediciones y publicaciones alimentaria, 2020). La textura de los alimentos es una de las cualidades primarias que determinan su calidad sensorial. Su definición no es fácil porque es el resultado de la acción de estímulos de diversa naturaleza. Se ha definido como “conjunto de propiedades reológicas y de estructura (geométricas y de superficie) de un producto perceptibles por los mecánico-receptores, los receptores táctiles y en ciertos casos, por los visuales y los auditivos” como lo menciona Costell y Pedreschi (citado por Alvis, 2008). La calidad de los productos fritos es afectada por los procesos y las condiciones de operación y compromete al producto manufacturado, desde el cortado, escaldado, cocinado, freído, enfriado y empaquetado (Cozzolino, 2005).

El Instituto de Alimentos de EEUU (IFT), define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído” (UPAEP, 2014). Pero los caracteres organolépticos como color, sabor, olor, textura, también son criterios de aceptación o rechazo tan importantes como los instrumentales que se puede evaluar con el análisis sensorial con grupos de jueces entrenados en análisis sensorial en general y en el producto en particular, tanto en la materia prima como en el producto ya terminado (Cordero-Bueso, 2013).

Por otro lado, para la evaluación sensorial de la textura de las frituras es por medio de una evaluación sensorial afectiva ya que esta Determina

la aceptabilidad de consumo de un producto (Domínguez, 2007). Se consideraron las personas que fungirán como jueces consumidores son personas que degustan las frituras que produce la microempresa. Como lo menciona (Carlos et al., 2011), Liu (2006) sobre la cantidad de jueces necesarios para la evaluación sensorial “En referencia al tamaño del panel se necesitan como mínimo 10 personas para que los resultados sean significativos” (citado por Carlos, 2011).

El fin de los alimentos es su consumo. Además de su seguridad higiénico-sanitaria y valor nutritivo, las propiedades sensoriales son muy importantes para la aceptación de los alimentos por parte de los consumidores. Desde este punto de vista es una importante herramienta en el desarrollo de nuevos productos. A veces resulta ser una herramienta muy importante para el control del proceso rápido e informativo en la toma de decisiones para el control de determinados procesos (tueste del café, elaboración de vino y bebidas alcohólicas, selección y clasificación de frutas) y en el control de calidad de los productos (Guillermo, 2011).

Konopacka y Plochanski (citado por Torres, 2015), menciona que “La textura es un atributo de calidad utilizado en la industria de los alimentos, tanto en frescos como procesados, para evaluar la aceptabilidad y la calidad; entre las características principales encontramos la dureza, que es importante especialmente en frutas y verduras, ya que estima la frescura de ellas”. De la misma manera, la dureza (Textura) crujiente de la fritura da una sensación de frescura al momento de consumir el producto.

El QFD (Función de despliegue de la calidad) es un medio de traducir los deseos y requerimientos del cliente en atributos técnicos apropiados en cada etapa del desarrollo y manufactura de un producto o servicio, considerando la voz del cliente, el análisis competitivo, la voz del equipo técnico, las correlaciones entre ambos, la comparación técnica respecto al desempeño del producto y los intercambios técnicos, utilizando una serie de matrices vinculada, que son creadas con base en la evaluación de las demandas del usuario durante el proceso de desarrollo del producto o servicio. La matriz básica del QFD es conocida también como la casa de la calidad (Shil y Das, 2008). La metodología del QFD tiene algunas variantes, según el autor que la utilice. En este apartado se explicará una de las más usuales encontradas en el ámbito de los negocios, la cual se sintetiza en lo que se denomina la casa de la calidad, que puede observarse en la Figura 5 y consta de 6 etapas (Izar, 2011). En la Figura 2 se muestra de manera general cada una de las partes que componen a la metodología de la función de despliegue de la calidad.

Material y método

El QFD es un medio de traducir los deseos y requerimientos del cliente en atributos técnicos apropiados en cada etapa del desarrollo y manufactura de un producto o servicio, considerando la voz del cliente, el análisis competitivo, la voz del equipo técnico, las correlaciones entre ambos, la comparación técnica respecto al desempeño del producto y los intercambios técnicos, utilizando una serie de matrices vinculadas, que son creadas con base en la evaluación de las demandas del usuario durante el proceso de desarrollo del producto o servicio (Manuel et al., 2012). Se consideran las siguientes etapas de la metodología:

- **Escuchar la voz del cliente.** Consiste en captar lo que el cliente desea obtener al adquirir un producto o servicio.

- **Elaborar la matriz de planeación del producto en la parte derecha de la casa de la calidad.** Lo que se hace es ubicar en la Matriz de Planeación, las valoraciones que para cada RC han hecho los clientes del producto o servicio propio y el de la competencia, conforme a la información recabada en el paso anterior.

- **Establecer las características técnicas del producto.** A esta etapa algunos autores le llaman la voz de la compañía, pues consiste en elaborar un listado de las características técnicas (CT) que debe tener el producto o servicio para satisfacer los requerimientos del cliente (RC).

- **Definir la matriz de relaciones entre los requerimientos del cliente y las características técnicas del producto.** En esta matriz se ubican los RC como renglones y los CT como columnas y para cada celda se determina aunque sea subjetivamente, el grado de influencia o correlación entre el RC del renglón y el CT de la columna, habiendo 4 posibilidades: grado fuerte de correlación entre el RC y el CT, valorado con puntuación de 9; grado medio de correlación, que vale 3 puntos; correlación débil, evaluada con un punto; y que no exista correlación, en cuyo caso se evalúa con cero y dicha celda se deja en blanco. En esta etapa algunos autores señalan que una de las debilidades del QFD es que no considera correlaciones de tipo negativo entre un RC y un CT.

- **Definir correlaciones entre las características técnicas del producto, las cuales se ubican en el techo de la casa de la calidad.** Esta etapa se efectúa en el techo de la casa y simplemente consiste en evaluar para cada par de CT su grado de correlación existente, el cual puede ser positivo fuerte, positivo débil, negativo fuerte, negativo débil, o que no haya correlación.

- **Fijar metas a alcanzar en cuanto a las características del producto, que van en el fondo de la casa de la calidad.** En esta etapa se fija un valor objetivo deseable expresado en unidades para cada CT del producto y se califica respecto a dicho valor meta tanto al artículo de la compañía, como a los de la competencia, de modo que esto representa benchmarking en cuanto a las características técnicas de los productos, lo cual puede generar ideas para la mejora.



Figura 2. Función de despliegue de la calidad. (Muñoz et al., 2007).

Una vez consultada y establecida la metodología del QFD, se determinó aplicar la misma al análisis y estudio de las necesidades y deseos de los consumidores de las frituras de una microempresa local. Por lo que el objetivo de este trabajo es utilizar el QFD para la identificación y cuantificación los requerimientos del cliente y el nivel de satisfacción del mismo con los atributos técnicos del producto. Se realizaron 811 encuestas a clientes consumidores de frituras de harina de trigo la información recabada por la encuesta acerca de las características organolépticas fue analizada y vaciada en la matriz QFD para el desarrollo de la metodología.

Resultados

Con la encuesta realizada, se obtuvo que un 71% de las personas entrevistadas desean que las frituras estén crujientes esta característica tiene relación con la frescura del producto, además de una satisfacción al paladar y al oído al momento de morder la fritura por lo tanto se está hablando de la textura de la fritura, la siguiente característica es sin aceite con un 23% se debe de aclarar que esta característica es apreciada de manera visual, ya que en las frituras se puede observar aceite impregnado en la parte externa de la misma, lo cual ocasiona un desagrado en la botana, las características de sabor, es de un 3%, olor con un 2% y 1% color. El la Figura 3, me observa el comportamiento de los deseos en los consumidores entrevistados.

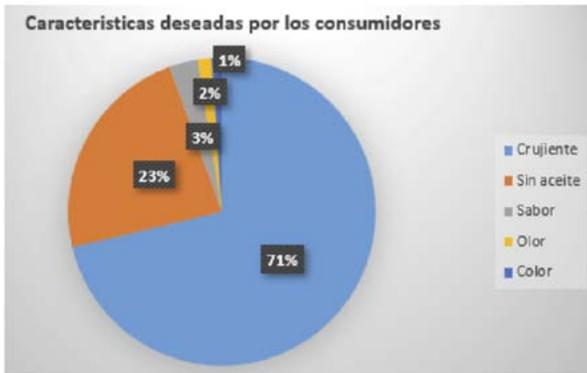


Figura 3. Gráfica de deseos de los consumidores.

Al tener los requisitos de los clientes, se vacía en la matriz de la casa de la calidad, tal como se observa en la Figura 4, la cualidad de crujiente se traduce como una de las principales características de la textura, teniendo 575 aceptaciones en la encuesta realizada, así mismo, se evalúan los requisitos del cliente (RC) con las características técnicas del producto (CT), cada una de estas, se evaluaron en la matriz de relaciones, en donde, la textura (crujiente) tiene una relación muy fuerte con los CT, por lo tanto, los monitoreos de estos CT deben de ser constantes por parte de productor, el resto de los RC se cumplen de manera inherente al considerar a la textura como el RC que se cuida.

Relative Weight	Weight / Importance	Demanded Quality (a.k.a. "Customer Requirements" or "Whats")	Quality Characteristics (a.k.a. "Functional Requirements" or "Hows")						
			Tiempo de retención en el aceite	Temperatura del aceite	Equipo de freido	Volumen de aceite empleado	Sellado perfecto	Evolvaso prontamente despues de frito	Limpieza del aceite
70.9	575.0	Crujiente	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
22.9	186.0	Sin aceite	⊙	⊙	⊙				
3.1	25.0	Sabor	⊙	⊙	▲	⊙	⊙	⊙	⊙
2.0	16.0	Olor	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙	⊙
1.1	9.0	Color	⊙	⊙	⊙	⊙			⊙

Figura 4. Relación de deseos de los consumidores y características técnicas del producto.

En la Figura 5, las CT son evaluados en el techo de la matriz, los CT: tiempo de retención en el aceite y la temperatura del aceite son los que tienen una relación positiva muy fuerte con los demás CT, tal como se observa en la figura esta es una causa muy importante del monitoreo y cuidado del cumplimiento de los CT.

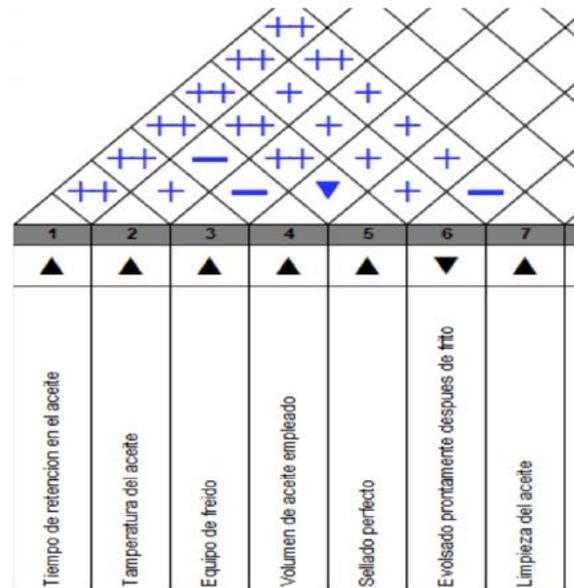


Figura 5. CT y sus relaciones.

En la Figura 6, se vaciaron los resultados de un tipo de Benchmarking con 5 marcas locales de frituras, es un buen instrumento para observar el posicionamiento del producto en el mercado, la calificación del producto fue realizada de manera empírica por el dueño de la empresa, dando un punto de vista basado en la experiencia y de manera sincera. Las calificaciones son dadas del 1 al 5, se tiene como resultado que las botanas Don Beto tienen un muy bien posicionamiento en la zona de reparto, la evaluación se realiza considerando los RC de la Figura 4.

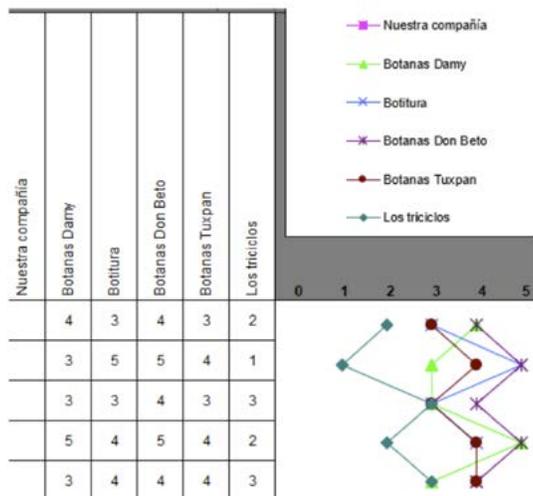


Figura 6. Comparación con otras marcas.

Las metas son alcanzables tal como se observa en la Figura 7, los CT se les asignaron las variables de control, aunque, la tecnificación de los equipos de proceso es una meta que tiene un grado de dificultad debido al costo de adquisición que aún no alcanza a cumplir la microempresa, las variables de tiempo de retención y temperatura en el proceso de freído son alcanzables, son las dos CT que tienen mayor relación positiva tal como se muestra en la Figura 5.

Target or Limit Value	20 - 30 seg	190 - 210 °C		11 Litros		15 Minutos	
Difficulty (0=Easy to Accomplish, 10=Extremely Difficult)	0	0	5	0	0	0	0
Max Relationship Value in Column	9	9	3	9	9	9	9
Weight / Importance	900.0	900.0	233.8	663.3	683.6	683.6	268.2
Relative Weight	20.5	20.5	6.7	15.1	15.6	15.6	6.1

Figura 7. Metas a alcanzar.

Con la metodología para el análisis de despliegue de la función de la calidad (QFD) se realiza se tiene como resultado que es importante cuidar los CT, para mantener una textura crujiente, es importante estandarizar la temperatura y tiempo de retención de la pasta en el aceite, por tal razón se realiza una evaluación sensorial de la textura en las frituras de harina de trigo (4x4).

Para la preparación de las muestras, se considera una prueba triangular (tres muestras diferentes), solamente como base principal, pero con las variantes particulares que se necesitan para la investigación de la textura de la fritura. Las muestras presentan las siguientes características de procesamiento según la Tabla 1, en la Tabla 2, se muestran las pastas fritas a diferentes temperaturas y tiempos de retención en el aceite.

Tabla 1. Preparación de las muestras.

Muestras	°C del aceite	Tiempo de retención de pellets en el aceite.
Muestra (A)	180-190 °C	30 segundos
Muestra (B)	190-200°C	30 segundos
Muestra (C)	200-210 °C	20 segundos

Tabla 2. Pellets fritos a diferentes temperaturas y tiempo de retención.

Fritura	°C de aceite	Tiempo de retención de pellets en el aceite.
	180-190 °C	30 segundos
	191-200 °C	30 segundos
	201-210 °C	20 segundos

Se tomaron 30 personas como jueces consumidores para la prueba sensorial, el lugar de realización fue en las tiendas en donde se surte el producto, fueron elegidos al azar ya que estaban en la tienda o llegaron a adquirir algún producto y en ese momento se les preguntó si consumen frituras de harina de trigo de la marca a estudiar, a los que dijeron que "Si", se les pidió el favor de probar las frituras y llenar una escala hedónica la cual es el instrumento para medir las sensaciones de las frituras por parte de los jueces. Se empleo la ficha que señala Cordero-Bueso (2013).

La prueba sensorial se realizó en un ambiente real, considerando las tiendas de venta. Los resultados se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Resultados de la evaluación sensorial.

	Producto (A)	Producto (B)	Producto (C)
Altamente agradable		15	
Muy agradable	8		
Moderadamente agradable			2
Ligeramente agradable			5
Ni agradable ni desagradable			
Ligeramente desagradable			
Moderadamente desagradable			
Muy desagradable			
Altamente desagradable			

En la Figura 8, se vaciaron los datos recabados en la investigación de campo de la evaluación sensorial, como se observa, los jueces se inclinaron más por la textura del producto “B” con un total de 15 aceptaciones, como segunda calificación se tiene al producto “A” y como tercera en producto “C”. Aunque los tres productos tienen calificaciones positivas o neutrales (ninguna fue desagradable), podemos concluir, que el microempresario se debe ocupar en sacar al mercado un producto con las características del producto “B” evaluado (eso no quiere decir que los dos productos restantes no sean de la aceptación de los clientes).

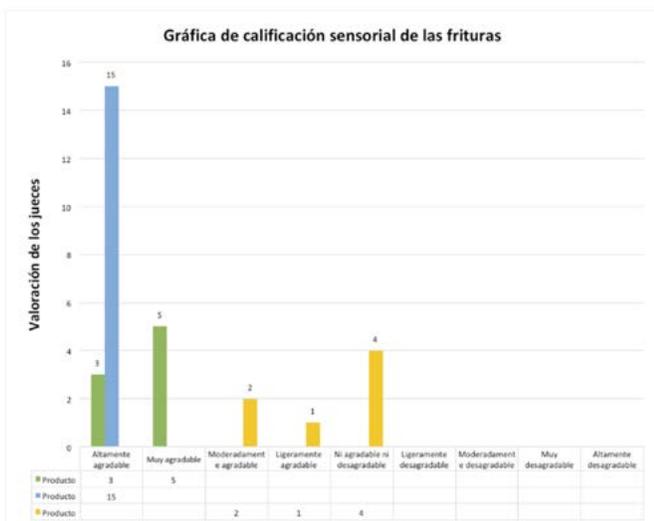


Figura 8. Resultados del análisis sensorial.

Conclusiones

La metodología de la función de despliegue de la calidad (QFD) asistió en el análisis holístico de los gustos de los consumidores, se encontró que la textura de la muestra B, que en su proceso de producción se frito con una temperatura de 191°C a 200°C y con un tiempo de retención de 30 segundos, tiene una muy buena aceptación por parte de los consumidores, esta información encontrada en un ambiente natural de comercialización sirve para una estandarización en el proceso de freído y cubriendo los deseos de los consumidores, no se trata de un nuevo producto, si no de mejorar el que actualmente se presente en el mercado local, para la búsqueda de nuevas rutas de reparto y comercialización, aunado con la confianza de una alta aceptación de los consumidores.





Bibliografía

- + Arellano Díaz, H. (2016). *La calidad en el servicio como ventaja competitiva*. *Dominio de Las Ciencias*, 3(3), 72–83.
- + Bordin, K.; Kunitake, M. T.; Aracava, K. K. y Trindade, C. S. F. (2013). *Changes in food caused by deep fat frying - A review*. In *Archivos Latinoamericanos de Nutricion (Vol. 63, Issue 1)*.
- + Carlos, J.; Surco, A.; Juan, A. y K, A. (2011). *Estudio Estadístico De Pruebas Sensoriales De Harinas Compuestas Para Panificación*. *Revista Boliviana de Química*, 28(2), 79–82.
- + Cecilia, A. y Hurtado, S. (2009). *La fritura de los alimentos: el aceite de fritura*. *Perspectivas En Nutrición Humana*, 11(1), 39–53.
- + Cordero-Bueso, G. (2013). *Aplicación Del Análisis Sensorial De Los Alimentos En La Cocina Y En La Industria Alimentaria*. In G. Cordero-Bueso (Ed.), *Cursos de Verano (Issue 1)*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3548.4003>
- + Cozzolino, D.; Murray, I.; Chree, A. y Scaife, J. R. (2005). *Multivariate determination of free fatty acids and moisture in fish oils by partial least-squares regression and near-infrared spectroscopy*. *LWT - Food Science and Technology*, 38(8), 821–828. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.10.007>
- + Domínguez, M. R. (2007). *Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos*. In *Instituto de Investigación Nutricional–IIN Consultora-AgroSalud (1st ed.)*. www.iin.sld.pe
- + Ediciones y publicaciones alimentaria. (2020). *Cómo desarrollar alimentos más atractivos*. *Revista Alimentaria*. <https://www.revistaalimentaria.es/vernoticia.php?noticia=como-desarrollar-alimentos-mas-atractivos>
- + Guillermo, R. R. (2011). *Curso de Análisis Sensorial De Alimentos*. In *Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad autónoma de Madrid (UAM) (Vol. 1)*.
- + Manuel, J.; Landeta, I.; Berenice, C. y Cortés, Y. (2012). *Aplicación del qfd a la industria refresquera de san luis potosí, méxico*. *HITOS DE CIENCIAS ECONÓMICO ADMINISTRATIVAS*, 19(53), 7–16.
- + Montes, N. (2016). *Absorción de aceite en alimentos fritos*. *Oil absorption in fried foods*. *Revista Chilena de Nutricion*, 43(1), 87–91.
- + Muños, P. D. I. R. M.; José, M. E. N. C. y Aguilar, A. (2007). *E INGENIERIA MONOGRAFIA : “IMPLEMENTACION DEL DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD (Q . F . D) .”*
- + Senthil, A.; Ravi, R.; Bhat, K. K. y Seethalakshmi, M. K. (2002). *Studies on the quality of fried snacks based on blends of wheat flour and soya flour*. *Food Quality and Preference*, 13(5), 267–273. [https://doi.org/10.1016/S0950-3293\(02\)00023-X](https://doi.org/10.1016/S0950-3293(02)00023-X)
- + Torres, K. y Acevedo, D. (2015). *Análisis del Perfil de Textura en Frutas, Productos Cárnicos y Quesos*. *ReCiTeLA*, 14(2), 63–75. https://www.researchgate.net/publication/283352303_Analisis_del_Perfil_de_Textura_en_Frutas_Productos_Carnicos_y_Quesos
- + UPAEP. (2014). *Análisis sensorial*. https://investigacion.upaep.mx/micrositios/assets/analisis-sensorial_final.pdf

ESTUDIO COMPARATIVO DE LA CALIDAD DEL SUERO DE LECHE Y SU TRANSFORMACIÓN EN QUESO TIPO PETIT SUISSE

Artículo arbitrado 02

Edición 15



Elia Trejo Trejo¹ y Natalia Trejo Trejo²

^{1,2} Universidad Tecnológica del Valle del Mezquital.
Carretera Ixmiquilpan-Capula Km. 4, Nith,
Ixmiquilpan, Hgo. Hidalgo, México.
C.P. 42300



elitret@gmail.com

Recibido: Agosto 3, 2020.

Recibido en forma revisada: Octubre 30, 2020.

Aceptado: Noviembre 5, 2020.

Resumen: El lactosuero o suero de leche es un subproducto derivado de la producción de quesos, su importancia radica en el alto contenido de nutrientes, debido a lo cual el interés por su aprovechamiento se ha incrementado considerablemente. A pesar de lo anterior, la tecnología requerida para su transformación es costosa por lo que las microempresas lácteas, no lo aprovechan o lo aprovechan poco. En consecuencia, lo desechan al suelo y a los mantos acuíferos, convirtiéndose en un contaminante derivado de la industria láctea. En atención a lo anterior, en la presente investigación se muestra el desarrollo de queso tipo petit suisse sabor fresa a partir de suero derivado de la elaboración de queso manchego, panela y oaxaca. Con la finalidad de encontrar cuál de estos lactosueros es el que genera un queso petit de mayor calidad, se evaluó la calidad fisicoquímica y microbiológica de la leche y los lactosueros. Posteriormente se desarrollaron tres formulaciones para cada uno de los sueros obtenidos de los procesos referidos, donde se varió el contenido de pasta de suero, azúcar y fruta. Se encontró que la calidad de la leche se asocia directamente a la calidad del lactosuero. La formulación que prefirieron los consumidores fue de 70% de pasta para petit suisse, 19% de base de fruta (fresa) y un 2% de azúcar. Las pruebas fisicoquímicas y microbiológicas del nuevo producto mostraron su cumplimiento en relación con la NOM-035-SSA1-1993. De igual manera, los consumidores determinaron que prefieren el queso petit obtenido de la elaboración del queso manchego.

✦ **Palabras clave:** Suero de leche, queso, calidad.

Abstract: Whey or whey is a by-product derived from the production of cheeses, its importance lies in the high content of nutrients, due to which the interest in its use has increased considerably. Despite the foregoing, the technology required for its transformation is expensive, which is why the dairy microenterprises do not take advantage of it or take little advantage of it. Consequently, they dispose of it to the soil and aquifers, becoming a pollutant derived from the dairy industry. In view of the above, this research shows the development of strawberry-flavored petit suisse cheese from whey derived from the production of Manchego, panela and Oaxaca cheese. In order to find which of these whey is the one that generates the highest quality petit cheese, the physicochemical and microbiological quality of the milk and whey is evaluated. Subsequently, three formulations were developed for each of the sera obtained from the referred processes, where the content of serum paste, sugar and fruit was varied. It was found that the quality of the milk is directly associated with the quality of the whey. The formulation that consumers preferred was 70% petit suisse paste, 19% fruit base (strawberry) and 2% sugar. The physicochemical and microbiological tests of the new product verified its compliance in relation to NOM-035-SSA1-1993. Similarly, consumers determined that they prefer the petit cheese obtained from the production of Manchego cheese.

✦ **Keywords:** Whey, cheese, quality.

Introducción

En la industria láctea, en particular en las llamadas queserías se tiene como parte del proceso la generación de lactosuero o suero de leche. Entendiéndose como la sustancia líquida obtenida por separación del coágulo de leche en la elaboración de queso (Foegeding, 2002). La cantidad y composición del lactosuero es variable ya que depende de muchos factores, tales como: a) El tipo de queso (4 L/kg de suero de leche en quesos frescos y hasta 11.3 L/kg de queso en quesos madurados); b) El tratamiento térmico de la cuajada; c) La forma de coagulación (ácida o enzimática); d) El cuajo empleado que puede ser de origen microbiano, quimosina o mezclas quimosina y pepsina. Se estima que a partir de 10 litros de leche de vaca se puede producir de 1 a 2 kg de queso y un promedio de 8 a 9 kg de lactosuero, lo cual representa cerca del 85 - 90% del volumen de la leche. El lactosuero contiene alrededor del 55% de los nutrientes de la leche (Chung, 2005; Callejas, 2012).

En consecuencia, si las pequeñas queserías no aprovechan el suero de leche se convierte en un problema ambiental dado que se derrama a las fuentes naturales de agua o al suelo, por lo cual es imperante el establecer propuestas de aprovechamiento para, por un lado, reducir la contaminación y por el otro mejorar la productividad de las queserías.

Ahora bien, de acuerdo al queso que se procese se tienen dos tipos de lactosueros (Tabla 1), el suero dulce es un líquido sobrante de la precipitación de las proteínas por hidrólisis específica de la k-caseína, por coagulación enzimática, con pH próximo al de la leche inicial y sin variación de la composición mineral; mientras que el ácido es obtenido

después de la coagulación ácida o láctica de la caseína. Presenta un pH cercano a 4,5 debido a la producción de ácido láctico y alto contenido de minerales (más del 80% de los minerales de la leche de partida) (Inda, 2000; Abaigar, 2009).

Tabla 1. Composición promedio de lactosueros dulces y ácidos derivados de quesos.

Parámetro	Lactosueros dulces (g/Kg de lactosuero)	Lactosueros ácidos (g/Kg de lactosuero)
Materia seca (MS)	55-75	55-65
Lactosa	40-50	40-50
Grasa bruta (GB)	0-5	0-5
Proteína bruta (PB)	9-14	7-12
Cenizas	4-6	6-8
Calcio	0.4-0.6	1.2-1.4
Fósforo (fosfato g/L)	0.4-0.7 (1.0-3.0)	0.5-0.8 (2.0-4.5)
Potasio	1.4-1.6	1.4-1.6
Cloruros	2.0-2.2	2.0-2.2
Acido láctico	0-0.3	7-8
pH	>6.0	<4.5
Grados Dornic	<20	>50

Fuente: Inda (2000); Abaigar (2009).

A pesar de su importancia desde el punto de vista económico, nutricional y ambiental el aprovechamiento del lactosuero en las queserías es limitado, para su correcta transformación se requiere de equipo especializado y desde luego de una fuerte inversión económica. En consecuencia, el destino del lactosuero sigue tres caminos, se desecha, se da como suplemento a los animales o se transforma en requesón. Aunque, el mercado de este último es limitado.

En ese orden de ideas, la presente investigación busca analizar la calidad del suero de leche proveniente de tres procesos de producción, queso panela, manchego y oaxaca, para la elaboración de queso tipo petit suisse.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en una quesería ubicada en Ixmiquilpan, Hidalgo la cual tienen más de 20 años en el mercado produciendo diferentes tipos de queso como asadero, manchego, panela, oaxaca, rancharo y yogurt.

Para el desarrollo de la investigación se trabajó con la metodología descrita a continuación (Figura 1).

Se tomó una muestra, por triplicado, de leche para procesar en queso panela (QP), manchego (QM) y oaxaca (QO). Toda vez que el proceso de producción de los tres quesos se concluyó, se tomó una muestra del lactosuero obtenido de cada uno de los procesos de producción, identificándolo como suero de queso oaxaca (SQO), suero de queso panela (SQP) y suero de queso manchego (SQM). Las muestras se mantuvieron a 4°C para su posterior análisis y transformación. Con el lactosuero se realizaron tres formulaciones de queso tipo petit suisse.

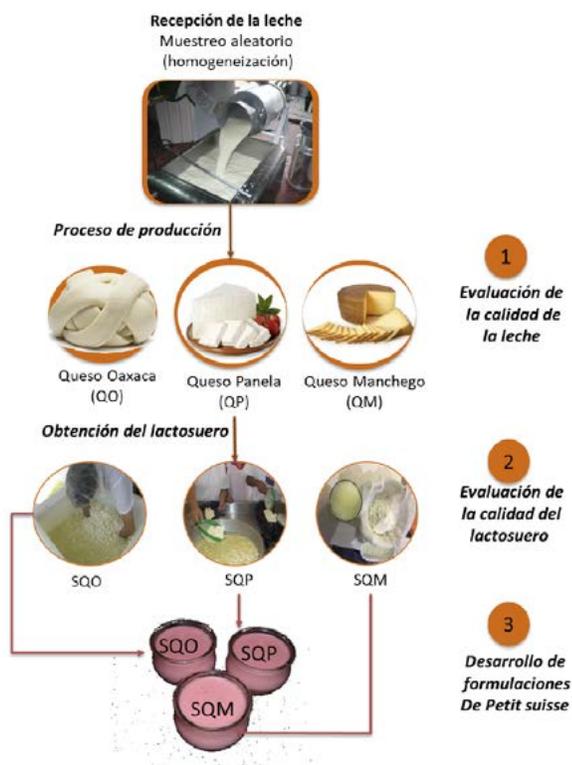


Figura 1. Proceso metodológico para la investigación.

Para evaluar la calidad de la leche y del lactosuero se realizó el análisis fisicoquímico, por triplicado, utilizando el método de referencia mostrado en la Tabla 2. Los resultados se reportaron según lo sugiere la normatividad correspondiente. El suero se caracterizó en base a lo propuesto por Abaigar (2009).

Tabla 2. Pruebas fisicoquímicas en leche y suero para su caracterización.

Determinación	Método de referencia AOAC ^a	Normatividad aplicable
Acidez	947.050	NMX-F-420-1982
Densidad	925.220	NMX-F-737-COFOCALEC-2010
pH	981.120	NMX-F-737-COFOCALEC-2010
Sólidos no grasos	925.105	NOM-116-SSA1-1994
Proteína	920.050	NMX-F-608-S-1980
Grasa butírica	989.040	NMX-F-490-NORMEX-1999
Punto crioscópico	-	Determinación del índice crioscópico

Para determinar si existe diferencia entre los parámetros de acidez, pH y sólidos totales del lactosuero, provenientes del queso tipo Oaxaca (SQO), queso panela (SQP) y queso manchego (SQM) se trabajó con un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones ($p < 0.05$). Posteriormente y con la finalidad de evaluar la relación entre la calidad de la leche y la calidad del lactosuero, obtenido de los tres procesos, se realizó un estudio de regresión lineal.

Con el lactosuero identificado como SQO, SQP, SQM se desarrollaron tres formulaciones (Tabla 3) de queso tipo petit suisse.

Tabla 3. Formulaciones de queso tipo petit a partir de lactosuero de diferente tipo de queso.

Formulación (ingrediente)	Suero derivado de								
	Queso Oaxaca (%)			Queso Panela (%)			Queso Manchego (%)		
	F1	F2	F3	F1	F2	F3	F1	F2	F3
Pasta para <i>petit suisse</i>	80	82	79	80	82	79	80	82	79
Base de fruta (fresa)	17	12	19	17	12	19	17	12	19
Azúcar	3	6	2	3	6	2	3	6	2

Para la elaboración del queso tipo petit suisse, con lactosuero como materia prima, se realizaron las siguientes actividades. Inspección visual, para verificar la ausencia de materia extraña o contaminante. Se pesaron los ingredientes para elaborar cada una de las formulaciones. Se pasteurizó el lactosuero durante 15 minutos a una temperatura de 90°C. Se enfrió la pasta y durante este proceso se sedimentaron los sólidos, obteniéndose nuevamente suero, pero ahora de lactosuero. Se reposaron los sólidos en cámara frigorífica a 4°C durante 14 horas. Transcurrido este tiempo se añadieron los ingredientes para cada una de las formulaciones. Las formulaciones se envasaron y conservaron la 4°C.

Con las 9 formulaciones desarrolladas se evaluaron sus características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales. Las dos primeras se atendieron con base a la NOM-035-SSA1-1993. El análisis sensorial se trabajó con en dos momentos, primero para identificar la preferencia entre las formulaciones y para identificar la formulación de preferencia entre los tres tipos de proceso. En ambos casos, se diseñó el experimento con cada una de las formulaciones y tres repeticiones. Se midió la aceptación de las características organolépticas: aspecto, consistencia, color, sabor y olor. La muestra para el análisis sensorial se formó con 150 mayores de edad, hombres y mujeres. Se realizó prueba de X^2 , con un valor crítico de un grado de libertad y un nivel de significancia de 0.05.

Resultados

Al evaluar la calidad de la leche se encontró que cumple con los parámetros referidos en la NOM-155-SSA1-1993 (Tabla 4).

Tabla 4. Evaluación de la calidad de la leche.

Parámetro	Resultado ($\bar{x} \pm s$)	Límite Permisible (NOM-155-SSA1-1993 ¹⁵)
Densidad (g/cm ³)	1.030±0.001	1.029 mín.
Grasa Butírica	31.500±1.048	30 mín.
Acidez (expresada como ácido láctico) g/L	1.500±0.1414	1.3 mín. 1.7 máx.
Sólidos Totales g/L	83.660±0.816	83 mín.
Punto crioscópico °C (°H)	-0.519±0.006	Entre -0.510 (-0.530) y -0.536 (-0.560)
Proteína g/L	32.000±1.264	30 mín

Una vez evaluada la calidad de la leche, se procesó para la elaboración de queso oaxaca, panela y manchego. Se recolectó el suero obtenido de cada uno de los procesos y se evaluó su calidad. En el Tabla 5, se observa que de acuerdo a la acidez (en grados Dornic), pH y sólidos totales el suero obtenido en el proceso del queso oaxaca (SQO) y panela (SQP), se clasifican como sueros ácidos. Por otro lado, el suero del proceso de queso manchego (SQM) se clasifica como suero dulce. Al comparar la calidad de los tres tipos de suero (SQO, SQM y SQP) ($p < 0.05$) para el parámetro de sólidos totales no se encontró diferencia significativa. En contraste el pH y acidez de los tres tipos, mostraron diferencias estadísticas significativas, en la práctica esto se debe a que durante el proceso influyen en las propiedades sensoriales del producto final (Badui, 2006). En otras palabras, entre más acidez tenga el lactosuero se espera obtener un producto más ácido y este sabor habrá de reducirse añadiendo mayor cantidad de azúcares y base de fruta. Con lo que respecta al pH este influye directamente sobre todo en las primeras etapas del proceso de elaboración del petit suisse.

Tabla 5. Evaluación de la calidad del lactosuero.

Parámetro	SQO	SQP	SQM	Referencia literaria (Abaigar, 2009).	
				Suero dulce	Suero ácido
Acidez	24.960±0.300 ^a	11.900±0.300 ^b	20.100±0.100 ^a	12°D - 20°D	20°D - 50°D
pH	4.967±0.100 ^a	5.010±0.200 ^b	5.000±0.010 ^b	5.8-6.02	4.5-5.1
Sólidos Totales (%)	6.400±0.100 ^a	6.300±0.200 ^a	6.300±0.200	6.3-7.0	6.3-7.0

Nota: SQO: Suero de Queso Oaxaca; SQP: Suero de Queso Panela;

SQM: Suero de Queso Manchego. Letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0.05$).

Se encontró que existe una relación directa entre la calidad de la leche que entra en cada uno de los procesos bajo análisis, queso oaxaca panela y manchego y el lactosuero derivado de ellos (tabla 6). Esto cobra importancia dado que se puede garantizar la calidad del lactosuero a partir de la evaluación de la calidad de la leche (Chung, 2005; Callejas, 2012).

Tabla 6. Correlación de la calidad de la leche y suero obtenido.

Parámetro analizado	Coefficiente de correlación
Leche vs SQO	$r=0.9908$
Leche vs SQP	$r=0.9912$
Leche vs SQM	$r=0.9931$

Al desarrollar las tres formulaciones de queso tipo petit suisse, con los diferentes tipos de lactosuero (SQO, SQP, SQM) y realizar la evaluación fisicoquímica se encontró un contenido superior, a lo marcado por la NOM-035-SSA1-1993 para proteína, humedad, cenizas, carbohidratos y grasa (Tabla 7, 8 y 9). Adicionalmente, no se detectó diferencia estadística significativa entre las tres formulaciones en los parámetros antes mencionados.

Tabla 7. Evaluación fisicoquímica de las tres formulaciones de queso petit suisse.

Parámetro	Petit Suisse elaborado a base de suero de queso oaxaca			Límite mínimo permisible (NOM-035-SSA1-1993)
	F1 ($\bar{x} \pm s$)	F2 ($\bar{x} \pm s$)	F3 ($\bar{x} \pm s$)	
Proteína (%)	5.220 ± 0.010 ^a	5.300 ± 0.002 ^a	5.260 ± 0.010 ^a	5
Humedad (%)	74.100 ± 0.008 ^a	75.300 ± 0.006 ^a	74.450 ± 0.020 ^a	60
Cenizas (gr)	1.140 ± 0.010 ^a	1.060 ± 0.010 ^a	1.110 ± 0.070 ^a	0.34
Carbohidratos (gr)	16.140 ± 0.010 ^a	16.200 ± 0.020 ^a	16.120 ± 0.040 ^a	13.7
Grasa (gr)	3.100 ± 0.010 ^a	3.140 ± 0.010 ^a	3.060 ± 0.010 ^a	4

Nota: Letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0.05$).

Tabla 8. Evaluación fisicoquímica de las tres formulaciones de queso petit suisse.

Parámetro	Petit suisse elaborado a base de suero de queso panela			Límite mínimo permisible (NOM-035-SSA1-1993)
	F1 ($\bar{x} \pm s$)	F2 ($\bar{x} \pm s$)	F3 ($\bar{x} \pm s$)	
Proteína (%)	5.420 ± 0.002 ^a	5.500 ± 0.010 ^a	5.450 ± 0.01 ^a	5
Humedad (%)	75.000 ± 0.010 ^a	74.000 ± 0.020 ^a	74.500 ± 0.02 ^a	60
Cenizas (gr)	0.840 ± 0.010 ^a	2.100 ± 0.010 ^a	1.450 ± 0.010 ^a	0.34
Carbohidratos (gr)	13.480 ± 0.010 ^a	13.200 ± 0.030 ^a	13.300 ± 0.010 ^a	13.7
Grasa (gr)	5.260 ± 0.020 ^a	5.200 ± 0.010 ^a	5.300 ± 0.020 ^a	4

Nota: Letras diferentes indican diferencia significativa ($p < 0.05$).

Tabla 9. Evaluación fisicoquímica de las tres formulaciones de queso petit suisse.

Parámetro	Petit Suisse elaborado a base de suero de queso manchego			Límite mínimo permisible (NOM-035-SSA1-1993)
	F1 (x±s)	F2 (x±s)	F3 (x±s)	
Proteína (%)	5.500 ± 0.020 ^a	5.660 ± 0.0132 ^a	5.600 ± 0.010 ^a	5
Humedad (%)	72.900 ± 0.01 ^a	73.300 ± 0.023 ^a	73.100 ± 0.020 ^a	60
Cenizas (gr)	1.900 ± 0.03 ^a	1.030 ± 0.120	1.300 ± 0.018	0.34
Carbohidratos (gr)	16.700 ± 0.014 ^a	16.910 ± 0.010 ^a	16.800 ± 0.002 ^a	13.7
Grasa (gr)	3.000 ± 0.0145 ^a	3.100 ± 0.020 ^a	3.200 ± 0.020 ^a	4

Nota: Letras diferentes indican diferencia significativa (p<0.05).

En atención a la evaluación microbiológica para coliformes totales, Staphylococcus aureus, Salmonella, hongos y levaduras las nueve formulaciones se encuentran dentro de la norma de referencia (Tabla 10, 11 y 12) Esto indica que microbiológicamente los quesos tipo petit suisse desarrollados son inocuos y el proceso y manipulación del producto es el adecuado. En resumen, tanto los resultados fisico-químicos y microbiológicos dan cuenta que las nueve formulaciones se encuentran aptas para el consumo humano.

Tabla 10. Evaluación microbiológica de las tres formulaciones de queso petit suisse.

Microorganismo	Petit Suisse elaborado a base de suero de queso Oaxaca			Límite máximo permisible (UFC/g) NOM-035
	F1	F2	F3	
Coliformes totales	50	60	40	100
Staphylococcus aureus	900	800	850	1000
Salmonella	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Hongos y levaduras	100	150	120	500

Tabla 11. Evaluación microbiológica de las tres formulaciones de queso petit suisse.

Microorganismo	Petit Suisse elaborado a base de suero de queso panela			Límite máximo permisible (UFC/g) NOM-035
	F1	F2	F3	
Coliformes totales	45	40	38	100
Staphylococcus aureus	650	550	600	1000
Salmonella	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Hongos y levaduras	120	140	110	500

Tabla 12. Evaluación microbiológica de las tres formulaciones de queso petit suisse.

Microorganismo	Petit Suisse elaborado a base de suero de queso manchego			Límite máximo permisible (UFC/g) NOM-035
	F1	F2	F3	
Coliformes totales	25	30	35	100
Staphylococcus aureus	250	300	200	1000
Salmonella	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Hongos y levaduras	40	60	80	500

Como se observó en los análisis fisicoquímicos y microbiológicos las nueve formulaciones son aptas para el consumo humano; sin embargo, fue preciso determinar cuál es la de mayor aceptación para el consumidor. Al presentar las nueve formulaciones a los 150 panelistas, estos identificaron a la formulación tres (mayor contenido de fruta y menor contenido de azúcar), en los tres tipos de lactosuero, como la de preferencia. La formulación 3, en todos los casos se distingue por aspecto, color, sabor, olor y consistencia (X² del 95%). Al realizar el análisis sensorial comparativo entre los tres tipos de lactosuero (oaxaca, panela y manchego), se encontró que los panelistas prefieren consumir queso tipo petit suisse derivado del lactosuero de queso manchego (X² del 95%).

Conclusiones

Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos realizados a la leche y al lactosuero proveniente de los procesos de elaboración de queso panela, oaxaca y manchego dan indicios de la importancia de partir de una leche de alta calidad para obtener un suero también de alta calidad; a su vez la calidad del suero garantiza la calidad del queso tipo petit suisse.

De las nueve formulaciones desarrolladas, se encontró que los consumidores prefieren la formulación de 70% de pasta para petit suisse, 19% de base de fruta (fresa) y un 2% de azúcar. Por otro lado, los análisis fisicoquímicos y microbiológicos determinaron que las nueve formulaciones propuestas son aptas para consumo humano y responden a los parámetros de la norma de referencia.

Se muestra que mediante el desarrollo de nuevos productos en la industria láctea se puede hacer uso de un subproducto que es considerado un desecho inherente a este tipo de industria.

Bibliografía

- + Abaigar, A. (2009). *El lactosuero en alimentación del ganado porcino*. México : ITG Ganadero.
- + Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos*. Estado de México: Mexicana. Reg. Núm. 1031. Callejas J., Prieto F., Reyes V., Marmolejo Y., Méndez M. 2012. *Caracterización fisicoquímica de un lactosuero: potencialidad de recuperación de fósforo*. *Acta Universitaria*. 22(1): 11-18.
- + Chung Y.K.; Yang S.T.; Yousef A.E. (2005). *Continuous nisin production in laboratory media and whey permeate by immobilized Lactococcus lactis*. *Process Biochemistry*. 40(1): 13-24.
- + Foegeding, E. y P. Luck. (2002). *Whey protein products*. 1957-1960. In: Caballero, B., L. Trugo, P. Finglas (eds.). *Encyclopedia of Foods Sciences and Nutrition*. Academic Press, New York.
- + Inda, A. (2000). *Optimización de Rendimiento y Aseguramiento de Inocuidad en la Industria de la Quesería*. Capítulo IV. *Opciones para darle valor agregado al lactosuero de quesería*. Editado por Organización de los Estados Americanos (OEA). División de Ciencia y Tecnología: pp. 63-93.
- + Association of Official Analytical Chemistry. (1997). *Methods of Analysis of the AOAC International*. 3 ed. Volumen II, Maryland. USA.
- + Norma Mexicana. NMX-F-420-1982. *Productos alimenticios para uso humano. Determinación de acidez en leche fluida*. *Food products for human use determination of acidity in fluid milk*. Normas Mexicanas. Dirección general de normas. Consultado en Red en <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-420-S-1982.PDF>
- + Norma Mexicana. NMX-F-737-COFOCALEC-2010. *Sistema producto leche-alimento-lácteo-leche cruda de vaca-especificaciones fisicoquímicas, sanitarias y métodos de prueba*. Recuperado de vlex.com.mx/tags/normas-cofocalec-634162.
- + Norma Mexicana. NOM-116-SSA1-1994. *Determinación de humedad en alimentos por tratamiento térmico, mediante método por arena o gasa*. Consultado en red en <https://www.ecolex.org/fr/details/legislation/nom-116-ssa1-1994-determinacion-de-humedad-en-alimentos-por-tratamiento-termico-mediante-metodo-por-arena-o-gasa-lex-faac013501/>
- + Norma Mexicana. NMX-F-608-S-1980. *Alimentos. Determinación de proteínas*. Foods. *Determination of proteins*. Normas Mexicanas. Dirección general de normas. Consultado en red en <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-068-S-1980.PDF>
- + Norma Mexicana. NMX-F-490-NORMEX-1999. *Alimentos. Aceites y grasas. Determinación de la composición de ácidos grasos a partir de C6 por cromatografía de gases*. Consultado en red en dof.gob.mx/nota_to_doc.php?codnota=5242779.
- + Norma Oficial Mexicana. NOM-035-SSA1-1993. *Especificaciones sanitarias de los quesos de suero*. Consultado en red en <https://www.ecolex.org/es/details/legislation/nom-035-ssa1-1993-especificaciones-sanitarias-de-los-quesos-de-suero-lex-faac013329/>
- + NORMA Oficial Mexicana. NOM-155-SCFI-2012, *Leche-Denominaciones, especificaciones fisicoquímicas, información comercial y métodos de prueba*. Consultado en red en <http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/4692/seeco/seeco.htm>

EL ARBITRAJE DE CRIPTOMONEDAS UNA OPCIÓN PARA GENERAR RIQUEZA AL ALCANCE DE TODOS

Artículo arbitrado 03

Edición 15

Adalberto González Flores¹

¹Tecnológico Nacional de México/TES de
Valle de Bravo
Km. 30 de la Carretera Federal
Monumento-Valle de Bravo, Ejido de San
Antonio de la Laguna
Valle de Bravo, Estado de México, México,
C.P. 51200.



ag_flores2001@yahoo.com.mx

Recibido: Agosto 3, 2020.

Recibido en forma revisada: Octubre 19, 2020.

Aceptado: Octubre 23, 2020.

Resumen: El actual sistema monetario y económico mundial, ha permitido que la riqueza se concentre en menos personas, simplemente baste acudir a alguna institución bancaria de este país e intentar depositar unos ahorros con la intención de invertirlos, con la esperanza de obtener una rentabilidad; sin embargo, el actual esquema de rendimientos que ofrece el sistema financiero mexicano, otorga rendimiento, con tasas que se capitalizan anualmente, por lo que para crecer ese patrimonio necesitan pasar muchos años, pero aun así el efecto de la inflación vuelve prácticamente imposible incrementar el patrimonio. Por otro lado, el acceso que tienen esas personas que acumulan riqueza, la incrementan cada día más a través de mercados financieros globales y virtuales, con tasas de rentabilidad capitalizables diariamente, lo cual genera el fenómeno de pobreza extrema que está ocurriendo, no solo en México sino en todo el planeta. Por ello, la presente investigación es la de explorar la alternativa de inversión que puede ofrecer el sistema de las criptomonedas, las cuales no están centralizadas por algún gobierno o entidad controladora y además son de fácil acceso a través del internet a través de los diferentes entes que participan en el intercambio de ellas. Pudiendo constituirse en una oportunidad de invertir los ahorros en beneficio de las personas de menores recursos; así como, el de generar riqueza a través del esquema denominado arbitraje financiero.

+ **Palabras clave:** *Bitcoin, trading, brokers, exchanges, criptodivisas.*

Abstract: The current world monetary and economic system has allowed wealth to be concentrated in fewer people, simply go to a banking institution in this country and try to deposit savings with the intention of investing them, in the hope of obtaining a return; However, the current system of yields offered by the Mexican financial system, yields yields, with rates that are capitalized annually, so that in order to grow this patrimony many years need to pass, but even so the effect of the infection becomes easily impossible and increases the Patrimony On the other hand, the access that these people who accumulate wealth have, increases every day through global and virtual financial markets, with daily capitalizable rates of return, which generates the phenomenon of extreme poverty that occurs, not only in Mexico but all over the planet. Therefore, this research is to explore the investment alternative that the cryptocurrency system can offer, which are not centralized by any government or controlling entity and are also easily accessible through the internet through different entities. who participate in the exchange of them. Being able to become an opportunity to invest savings for the benefit of people with fewer resources; as well as that of generating wealth through the scheme called financial arbitrage.

+ **Keywords:** *Bitcoin, trading, brokers, exchanges, cryptocurrencies.*

Introducción

El actual sistema financiero mundial es uno de los principales elementos que incide de manera importante en el proceso de pauperización de la población del planeta, ya que este fue diseñado para beneficio de la clase de mayor poder económico en detrimento de las clases que tienen menos riqueza. En este sistema concentrador a nivel global que dicta el rumbo económico que debe seguir cada país a través de sus bancos centrales, constituye una parte muy importante que permite replicar y preservar el actual orden de las cosas en el plano monetario y económico en el mundo. Este sistema que está controlado en su totalidad, permite manipular los diferentes entes y procesos en materia económica y monetaria, haciendo que aparezcan y desaparezcan entidades financieras en beneficio de esa clase pudiente. Precisamente estos sucesos llevaron a la sociedad que cada día se vuelve más vulnerable a los fenómenos que la elite mundial controla, a generar como respuesta un esquema de financiamiento, generación e intercambio de bienes y servicios a través de la creación de una moneda virtual, que no puede ser controlada por ninguna autoridad centralizada de un país o del planeta.

El surgimiento del Bitcoin, como medio de cambio generado a través de una serie de procesos informáticos, tiene la principal intención de constituir una moneda virtual que pueda ser una divisa que pueda intercambiarse por bienes y servicios, pero que no pueda ser controlada por ninguna autoridad nacional, regional o global. Permitiendo que estas divisas virtuales se generen a través de la confianza de las personas que participan en el proceso de generación e intercambio; que sirvan como medio de cambio en los mercados de consumo mundial, que en este momento está en proceso de consolidación. Asimismo, el Bitcoin se constituye en un refugio de valor que el mercado le ha dado.

Por ello, esta investigación es una exploración de un sistema económico y monetario que permita que un mayor número de personas

tengan acceso a una mejor calidad de vida a través del intercambio de criptomonedas o de convertir el dinero común en ellas y así constituirse en un activo refugio que no solo genere valor por la apreciación de estas, sino también a través del intercambio de esas monedas virtuales en un gran mercado global que ronda un valor de capitalización de \$173 mil millones de dólares diarios (CoinMarketCap, 2020), lo que lo constituye en un mercado financiero bastante significativo en donde participan inversionistas y entidades financieras que lo hacen posible. La primera operación real de compra de algo con Bitcoins ocurrió el 22 de mayo de 2010, refiriéndose a la adquisición de dos pizzas, por 10 mil Bitcoins. En aquella fecha, tal cifra correspondía a 41 mil dólares. Actualmente corresponde aproximadamente a 40 millones de dólares, pues la gigantesca demanda por Bitcoins ha hecho saltar su precio de mercado (André, 2019).

Antecedentes

La centralización del sistema financiero internacional, se ciñe a las grandes organizaciones que regulan, controlan y respaldan la dinámica de la generación e intercambio de divisas en todos los países y regiones del mundo. Esto hace que se convierta en un monopolio en el uso de las monedas en los procesos de comercialización de bienes y servicios en una economía globalizada, en la cual se compran y venden bienes y servicios valuados generalmente en dólares americanos o en euros, según la región del planeta en la que se comercializa. Sin embargo, a finales de esta primera década de este siglo surge una alternativa de generación y administración de dinero el cual no puede ser controlado por alguna entidad bancaria centralizada, ni mucho menos por organismos internacionales que respondan a los intereses de los grandes capitalistas.

Es reciente el nacimiento de alternativas de generación de divisas, surgidas a través de procesos informáticos que han llevado al desarrollo de divisas virtuales, criptodivisas, criptomonedas, entre otros términos usados hoy. La primera iniciativa de esta nueva idea se denomina “Bitcoin” que fue desarrollada por una persona con seudónimo de Satoshi Nakamoto, el cual puede definirse como:

La primera y más famosa criptomoneda descentralizada, con su diseño innovador y un protocolo creado para garantizar la seguridad sin la necesidad de un agente externo. A diferencia de las monedas tradicionales que operan con un banco central o un administrador único, el Bitcoin está completamente descentralizado. Las transacciones en Bitcoin se basan en un sistema de red de igual a igual a través de la tecnología blockchain (cadena de bloques), en la que el escaneo de los participantes construye relaciones de confianza directamente, sin ningún intermediario. De esta manera, la tecnología Blockchain se ha convertido en una de los más populares temas de investigación en economía y aprendizaje automático (De Oliveira, Diniz, Guazzelli y Zapparoli, 2019).

Es en este sentido que esta criptomoneda no se ciñe a la voluntad de quienes gobiernan o dirigen el destino económico global. Poco después de haber surgido, se empezó a comercializar a través de la red global (internet), y con el pasar de los años, prácticamente una década después su precio se ha multiplicado exponencialmente. Según Barria (2018) citado en Moreno (2019):

Esta divisa fue creada en 2009 y desde su nacimiento ha sufrido

grandes fluctuaciones en su valor. En 2010 se produce su primer uso conocido como moneda y en 2011 alcanzó el precio de 1 dólar estadounidense, mucha gente se sumaba a este nuevo fenómeno, lo que hacía que su precio subiera de forma exponencial, hasta alcanzar en diciembre de 2017 su precio record, casi los 20 mil dólares. Pero en 2018, con un precio tan alto, mucha gente estaba ya dispuesta a vender para sacar una rentabilidad económica, y muy pocos ya querían comprar, lo que hace que el precio se desplome. Este año 2018 fue un mal periodo para el mercado global de las criptomonedas, que perdió un valor equivalente a 700 mil millones de dólares americanos.

Pero el día de hoy, esta moneda virtual lidera a infinidad de monedas que han surgido en este “ecosistema de monedas virtuales” donde hay cientos, pero que a la fecha tiene un valor de 9 mil 429 dólares (Binance, 2020). Siendo una característica de dichas monedas digitales el de la alta volatilidad, en donde se observan cambios constantes en sus precios de compra y de venta diariamente.

Marco Teórico

Razón del nacimiento del Bitcoin

El nacimiento del Bitcoin, se da como una respuesta a lo que en ese periodo de tiempo ocurrió que ocasionó una caída en las principales Bolsas de Valores del mundo, iniciando en la de los Estados Unidos, derivado de los préstamos que de forma indiscriminada se vinieron dando en esos últimos años.

Al igual que con todas las burbujas económicas que estallan, los síntomas son parecidos, pero en ese momento concreto el objetivo fueron las hipotecas, como se explica a continuación. Fue el estallido de las subprime (hipotecas basura), la que se transformó en una crisis financiera sistemática que se extendió por todo el globo, esa crisis comenzó en agosto de 2007 y se convirtió en la mayor crisis financiera internacional desde la gran depresión. Aunque comenzó en EEUU rápidamente se trasladó a toda Europa y Japón y a la gran mayoría de las economías emergentes. Esta crisis viene de una gran euforia financiera bajo la que no se pudo percibir el riesgo, esto llevó tanto a familias como a empresas a endeudarse por bienes sobrevalorados que dieron lugar a burbujas, como hemos dicho la más famosa fue la de las subprime, pero no fueron necesariamente inmobiliarias sino también de otros activos. A pesar de esto la mayor parte de entradas de capital iban destinadas al sector inmobiliario en vez de a inversiones más productivas, lo que conseguían con esto al final, es que lo mismo que hacía que los estadounidenses pagaran sus hipotecas, también hacía que el precio de estas fuera en aumento, y la existencia de un mercado como el de las subprime, en el que se otorgaba crédito a gente con dudosa capacidad de pago, incrementaba enormemente el riesgo. Al final la confianza en el mercado fue excesiva y este colapsó. Pero fue en 2008 con la quiebra de Lehman Brothers cuando la crisis alcanzó su nivel más global, ya que era una empresa muy relevante en el panorama internacional y un gran referente en los mercados inmobiliarios de todo el mundo. Esto hizo que aparte de las pérdidas, se congelara el mercado monetario estadounidense a corto plazo, un mercado que empresas de todo el mundo utilizaban para financiarse, lo que desencadenó en una crisis global sistemática. Los bancos de inversión también jugaron un papel desafortunado en la crisis, ya

que mediante la repetida reestructuración de sus activos y las múltiples ventas, llegaron a un punto en el que los niveles de riesgo real de cada título era casi imposibles de calcular (Moreno, 2019).

Qué es el Bitcoin

EL Bitcoin puede definirse como un activo financiero que tiene valor, el cual surge como respuesta a una crisis económica debido sobre todo a la administración ineficiente e ineficaz de los sistemas financieros más representativos del mundo, teniendo como principal característica el de ser un activo de control descentralizado y sobre todo basado en la confianza de los usuarios, todo esto a través del internet.

La definición que Bitcoin hace del mismo es corta y sencilla, pero sólo si sabemos qué significan los conceptos con los que se define por la Bitcoin Foundation:

“Bitcoin es una red consensuada que permite un nuevo sistema de pago y una moneda completamente digital. Es la primera red entre pares de pago descentralizado impulsado por sus usuarios sin una autoridad central o intermediarios. Desde un punto de vista de usuario, Bitcoin es como dinero para Internet. Bitcoin puede ser el único sistema de contabilidad triple existente.”...

Dicha Fundación también señala qué es el dinero de Internet, es la moneda que se crea debido a él por la que sin su existencia no tiene sentido. Es básicamente su canal de distribución, esto provoca que puedan realizarse tanto los pagos como las verificaciones a tiempo real apenas sin costos (Almarcha, 2015).

Visualizado en 2008 como un sistema de pago y moneda digital descentralizado y sin confianza, la cadena de bloques de Bitcoin opera a nivel mundial a través de un conjunto complejo de reglas originalmente propuestas en los manuscritos de Nakamoto (2008). Fundamental para la ecología de Bitcoin son los “mineros”, que desempeñan un papel crucial tanto en la creación de nuevos bitcoins como en la verificación de transacciones en la cadena de bloques de Bitcoin. La minería implica el uso de hardware informático especializado para resolver un problema matemático, y la recompensa por el éxito es el pago en nuevos bitcoins. La cantidad de dichos pagos, así como una variedad de parámetros como la dificultad del problema computacional subyacente e incluso la cantidad total de Bitcoins que se pueden extraer se especifican de manera exógena. El protocolo de Bitcoin también especifica de manera exógena un proceso de ajuste dinámico para estos parámetros de pago y dificultad (Easley, O’Hara y Basu, 2019) traducción propia.

El valor y su percepción del Bitcoin hoy

En diciembre de 2018, la capitalización del mercado de criptomonedas alcanzó cerca de los 400 billones de dólares americanos, equivalente al 11% de los dólares en circulación en los Estados Unidos de América. Mientras que los bancos centrales buscan controlar el nivel del precio o inflación de su moneda corriente tradicional. Las criptomonedas, no necesariamente son controladas por bancos o instituciones centralizadas. Como resultado, los precios de las criptomonedas como el Bitcoin han fluctuado salvajemente. El banco central emite dólares, sin respaldo alguno, lo que genera inflación; mientras que la cantidad de bitcoins que se generarán y circularán está determinado (Schilling y

Esto se reafirma con lo sucedido recientemente con motivo de los constantes embates económicos sufridos en la mayoría de las economías del planeta, por los efectos del Coronavirus o Covid-19, el cual afectó fuertemente las economías más poderosas del planeta principalmente:

De acuerdo con datos publicados por el portal CoinMarketCap, con base en los precios registrados para las criptomonedas listadas en su ranking y la cantidad de activos circulantes a nivel global, la capitalización total del mercado de las monedas digitales supera los USD\$ 222.797 millones, por lo que la inversión destinada por la Reserva Federal de los Estados Unidos (FED) a la economía local equivale a un 75% de este total manejado a nivel internacional.

Estos datos refuerzan aún más la tesis que manejan diversos analistas y entusiastas del ecosistema de las monedas digitales, los cuales aseguran que son los bancos centrales y las entidades financieras privadas las que cuentan con la cantidad de capital necesario para manipular los mercados a su gusto, demeritando las críticas emitidas por reguladores y legisladores quienes señalan la volatilidad vista en el ecosistema cripto como uno de los principales aspectos en contra de una adopción generalizada por parte de los gobiernos (Di Mateo, 2020).

En el mismo sentido, en una investigación realizada en la región económica más grande de Latinoamérica, en Brasil, los resultados obtenidos permiten inferir cual es el comportamiento de los habitantes respecto al conocimiento y aplicación del Bitcoin:

Se aplicó una encuesta a 211 personas, académicos de la Universidad Federal de Frontera Sur, campus Chapeco aplicados a través del formulario de documentos de Google. Para resumir el perfil de los encuestados, se hicieron preguntas relacionadas con el género, el grupo de edad, la educación, el estado civil, la ocupación y la ciudad de origen. Lo interesante es que la respuesta más elegida fue “No uso / no pretendo usar” con más del 23% del total de los encuestados. La siguiente es la respuesta “lo considero una inversión” con 61 respuestas, que representan más del 28% del total. Esta respuesta llama la atención, como actualmente (ANBIMA, 2019), a través de la encuesta “Radiografía del inversionista brasileño” en 2018, el 88% de los brasileños ahorraron su dinero en el producto más tradicional disponible, los ahorros. Otra investigación importante es la razón por la que se aplica este producto, la mayoría de los brasileños priorizan la seguridad cuando invierten...

En dicho estudio se concluye que con la tecnología Bitcoin, es posible transferir recursos financieros a cualquier parte del mundo, a bajo costo y sin un intermediario (banco): el 75% dijo que tenían un alto nivel de satisfacción al respecto. Como se conoce, hay formas de transferir dinero a cualquier parte del mundo a través de otras tecnologías, principalmente de bancos y empresas especializadas en divisas, pero en general este procedimiento es costoso y burocrático. Bitcoin aparece como una alternativa para aquellos que no tienen registro en oficinas de cambio o cuentas con instituciones financieras, y se puede utilizar, por ejemplo, para enviar dinero a las familias que están en otros países, sin realizar

conversiones a otras monedas y al instante (Richter, 2019).

El arbitraje financiero y el Trading

El arbitraje de criptomonedas, es un proceso de generación de rentabilidad de un activo o valor financiero muy parecido a los procesos del denominado trading que operan en mercados regulados de divisas (FOREX), derivados y materias primas (Commodities); así el trading consiste en comprar y vender esos activos, ya sean monedas o divisas de cualquier país o cualquier materia prima como el oro o el petróleo, en un mercado, pero esos exchanges tienen los mismos precios, los cuales solo varían en el tiempo, es decir que pueden apreciarse o depreciarse, pudiendo con ello perder o ganar. Mientras que el arbitraje solo ocurre en el mercado de criptomonedas, esto consiste en comprar criptomonedas en un Exchange o casa de intercambio más barato y vender en otro donde se cotice más caro, ganando siempre por el diferencial identificado. De esta manera podemos definir al trading como:

El arte de negociar y/o especular en los mercados financieros con el objetivo de obtener rentabilidades. Se trata de comprar y vender un producto financiero cotizado en el corto plazo.

Hoy en día, cualquier persona puede hacer trading ya que solo se necesita un ordenador o dispositivo y una cuenta con un bróker para poder acceder a una plataforma especializada en trading desde la que operar. Sin embargo, hay algo primordial que se debe hacer antes de empezar a hacer trading: es necesario formarse. Sin una buena formación de base en análisis técnico y tradings muy probable que se pierda el capital (ISEFI, 2014).

Elder (2014), expresa que el trading es una profesión donde la persona realiza operaciones de inversión en los mercados financieros, esto basado en la meritocracia y de acuerdo con la percepción que tenga la persona del mercado. El realizar operaciones de trading en un mercado de renta variable, exige un riesgo y ofrece muchas oportunidades de ganancia, en comparativa con el mercado de renta fija que sería el mercado de dinero. La razón por la cual el trading es una oportunidad de emprendimiento es que una persona con un capital que posea y lo llegue a invertir puede generar buenas ganancias y rendimiento, pero como marca Douglas (2000), el generar ganancias y minimizar pérdidas será solamente posible del compartimiento y la psicología del inversor, ya que el dominio de la mente del inversionista es un factor para la minimización de pérdidas más fuerte que una estrategia de inversión. El realizar operaciones de trading (Mata, 2020).

Con estas definiciones, se puede observar que quienes participan en los mercados financieros de Forex y de commodities pueden perder, pero en los mercados de criptomonedas, la oportunidad de ganar es mayor y quizás única. De esta manera, se puede entender al arbitraje como:

Una práctica que consiste en realizar operaciones de compra y venta de un activo con el fin de beneficiarse de la diferencia de precios que estos tengan en los mercados. En palabras más prácticas la empresa compra el activo digital donde es más barato y lo vende en exchanges donde resulta ser más caro. aunque esto puede sonar simple, en la práctica es un poco más complejo, ya

que mientras los mercados crecen, se regulan y evolucionan, los spreads o diferencias de un activo y otro se van reduciendo hasta ser insignificantes. Aun cuando todavía se puede ser rentable con esta estrategia, su ejecución generalmente se limita a algoritmos y cálculos matemáticos realizados por sistemas pertenecientes a grandes instituciones. Para ponerlo un poco más en contexto, supongamos que Pedro cuenta con un Bitcoin (BTC) que compró a 8 mil dólares en Coinbase y cuando este se dispone a revisar el mercado nota que ese mismo Bitcoin lo puede vender en Binance por 8 mil 500 dólares, ya que por alguna razón el precio tiene una variación (Spread) del 6% sobre el precio que compra. Es decir que cada vez que Pedro compre un BTC por Coinbase y lo venda por Binance el ganará un saldo de 500 USD, a este intercambio de compra/venta se le conoce como arbitraje (Morales, 2020).

De esta manera el arbitraje es definido como:

Una operación compuesta formada, al menos, por dos operaciones simples de sentido opuesto (una compra y una venta) y que proporciona al arbitrajista un beneficio sin necesidad de realizar desembolso alguno. Si el activo A tuviese un precio PA, mayor al precio PB del activo B, presentando ambos activos el mismo flujo de fondos futuro, sería posible, vendiendo al descubierto el activo A y comprando en el mismo instante el B, obtener un beneficio sin riesgo. Puesto que todos los inversionistas son racionales, actuarán simultáneamente de la misma forma, con lo cual bajaría el precio del activo A y subiría el precio del activo B, situación que es contraria a la ley de unicidad del precio establecida como primera condición necesaria del equilibrio del mercado (Cruz y Martínez, 2020).

Metodología

Para poder identificar el potencial que tiene el Bitcoin como alternativa de inversión de corto y largo plazo en el entorno mexicano, primero se revisó el ecosistema financiero de cuatro criptomonedas muy populares entre los inversionistas: Bitcoin, Ethereum, Bitcoin Cash y Litecoin, que incluye la legislación, las diferentes entidades o mercados financieros que realizan intercambio de la moneda corriente por criptomonedas y viceversa; así como las diferentes oportunidades para generar riqueza que se presentan en el ámbito global.

Por otro lado se le dio seguimiento a cuatro de los principales criptoactivos: Bitcoin, Ethereum, Bitcoin Cash y Litecoin, el periodo de seguimiento fue desde el 15 de enero del 2020 hasta la fecha del 15 de mayo del 2020. Con esos datos se procedió a realizar actividades de arbitraje financiero en dos casas de intercambio sacando la rentabilidad diaria entre solo cuatro monedas y dos casas de intercambio, calculando con estadística descriptiva los beneficios que se puede obtener de la práctica del arbitraje financiero con criptomonedas; asimismo se hicieron análisis de correlación entre las rentabilidades de esas monedas intra y extra exchanges; es decir en la misma casa de cambio y entre las dos casas de intercambio incluidas en la investigación.

Resultados

Se encontraron los siguientes exchanges y brokers operativos en México, los cuales en este momento son los que existen y promueven el sistema de criptomonedas, según la revista Cointelegraph en su versión en español; identifica los siguientes:

Domitai: Es un Exchange en México que afirma concentrar esfuerzos y tecnología en la adopción de las criptomonedas como forma de pago, mientras ofrecen una plataforma para comprar y vender bitcoin, ethereum, etc.

Bitso: Una de las firmas más conocidas que permiten operar con criptomonedas en Latinoamérica.

Volabit: Es otro exchange mexicano que permite vincular el número de teléfono a la cuenta, adquiriendo un nivel de identificación básico para poder comprar bitcoins por un valor determinado.

Bitrus: Es una plataforma para realizar transacciones entre criptomonedas, así como entre moneda fiat y cripto.

Cubobit: Es otra plataforma que ofrece trading con dinero fiat y criptomonedas.

Ripio: Nació en el año 2013, primero como un procesador de pagos en Bitcoin y poco tiempo después como una billetera digital para comprar, almacenar y vender criptomonedas.

SatoshiTango: Ofrecen una plataforma financiera para los que quieren saber cómo comprar Bitcoin en México.

Además, existen un sinnúmero de oferentes de servicios financieros como cajeros automáticos y centros de canje de criptomonedas por pesos mexicanos (Quirós, 2020).

Lo que es cierto es que se puede comprar en cualquier exchange que hay en el mundo, como el de COINBASE que está asentado en San Francisco California, Estados Unidos de América, pero que intercambia Bitcoins por pesos mexicanos.

En lo referente al arbitraje se encontraron rentabilidades entre dos exchanges en donde se pueden cambiar y adquirir Bitcoins con pesos mexicanos: Coinbase y Bitso, notando que siempre se gana ya que hay diferencias de precios entre las criptomonedas según la recopilación de datos desde el 15 de enero hasta el 15 de mayo del 2020, en esos 122 días se pudo observar una rentabilidad diaria entre las cuatro monedas: Bitcoin, Ethereum, Bitcoin Cash y Litecoin, de la siguiente manera el 0.25, 0.29, 0.25 y 1.77 por ciento diario, respectivamente que en un mercado en el que las 24 horas los siete días de la semana, hacen una rentabilidad promedio que va del 7.6% al 53% mensual; asimismo, es digno de notar que se capitaliza todos los días, de tal forma que se incrementa el capital en forma diaria. Cabe señalar que dichas lecturas se tomaron diariamente en el periodo señalado en un horario de las 10 a las 12 horas.

En el análisis de correlación de variables se pudo notar que el comportamiento de las monedas entre los dos exchanges estaba altamente

correlacionado; es decir que el cambio en el precio de una moneda a la alza o a la baja estaba casi completamente relacionado; pero cuando se analizó el comportamiento de las monedas dentro del mismo Exchange, se pudo notar que existían notables diferencias que a continuación se presentan como resultado de la estadística realizada con el software Minitab, en las siguientes tablas:

Tabla 1. Relación de Bitcoin con Ethereum en Coinbase.

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.69037441
Coefficiente de determinación R ²	0.47661682
R ² ajustado	0.46817516
Error típico	265.435537
Observaciones	122

Fuente: Elaboración Propia con datos de Coinbase.

Tabla 2. Relación de Bitcoin con Ethereum en Bitso.

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.69855605
Coefficiente de determinación R ²	0.48798055
R ² ajustado	0.47972217
Error típico	263.338454
Observaciones	122

Fuente: Elaboración Propia con datos de Bitso.

En la relación del par Bitcoin con Ethereum, en ambos exchanges se nota una correlación significativa cercana al 0.70; asimismo, señalan que aproximadamente entre el 45 y 48 por ciento de los datos de Ethereum explican el comportamiento de los datos de Bitcoin, (Tablas 1 y 2).

Tabla 3. Relación de Bitcoin con Bitcoincash en Coinbase.

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.27053062
Coefficiente de determinación R ²	0.07318682
R ² ajustado	0.05823822
Error típico	321.193158
Observaciones	122

Fuente: Elaboración Propia con datos de Coinbase.

Tabla 4. Relación de Bitcoin con Bitcoincash en Bitso.

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.26534766
Coefficiente de determinación R ²	0.07040938
R ² ajustado	0.05541598
Error típico	313.072131
Observaciones	122

Fuente: Elaboración Propia con datos de Bitso.

En lo que respecta a la relación entre el Bitcoin y el Bitcoincash, nos muestra un coeficiente de correlación muy bajo que está entre el 25 y 27 por ciento; asimismo, prácticamente el comportamiento de los datos del Bitcoincash no están relacionados con el del Bitcoin (Tablas 3 y 4). Esta situación permite que se realice el arbitraje financiero entre ambas criptomonedas de manera significativa.

Tabla 5. Relación de Bitcoin con Litecoin en Coinbase.

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.31348964
Coefficiente de determinación R ²	0.09827576
R ² ajustado	0.08373182
Error típico	58.0672018
Observaciones	122

Fuente: Elaboración Propia con datos de Coinbase.

Tabla 6. Relación de Bitcoin con Litecoin en Bitso.

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.30707181
Coefficiente de determinación R ²	0.0942931
R ² ajustado	0.07968492
Error típico	57.3564773
Observaciones	122

Fuente: Elaboración Propia con datos de Bitso.

En la relación entre el Bitcoin con el Litecoin, es poca significativa ya que en uno y otro Exchange muestran una correlación de entre 30% y 31%. Esto queda más de manifiesto al observar el R² ajustado que muestra valores entre el 8% y 7% respectivamente (Tablas 5 y 6), situación que también favorece el arbitraje en ambos exchanges entre ese par de criptomonedas.

Tabla 7. Relación de Ethereum con Bitcoincash en Coinbase.

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.21304597
Coefficiente de determinación R ²	0.04538858
R ² ajustado	0.02999163
Error típico	325.974401
Observaciones	122

Fuente: Elaboración Propia con datos de Coinbase.

Tabla 8. Relación de Ethereum con Bitcoincash en Bitso.

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.19979173
Coefficiente de determinación R ²	0.03991673
R ² ajustado	0.02443152
Error típico	318.165432
Observaciones	122

Fuente: Elaboración Propia con datos de Bitso.

En la relación entre el Ethereum con el Bitcoin, es poca significativa ya que en uno y otro Exchange muestran una correlación de entre 21 y 19 por ciento en Coinbase y Bitso. Por lo que al observar el R^2 ajustado muestra valores entre el 3 y 2% respectivamente como se observan en las Tablas 7 y 8; situación que también favorece el arbitraje en ambos exchanges entre ese par de criptomonedas.

Tabla 9. Relación de Ethereum con Litecoin en Coinbase.

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.29527951
Coefficiente de determinación R^2	0.08718999
R^2 ajustado	0.07246725
Error típico	58.4230496
Observaciones	122

Fuente: Elaboración Propia con datos de Coinbase.

Tabla 10. Relación de Ethereum con Litecoin en Bitso.

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.30506229
Coefficiente de determinación R^2	0.093063
R^2 ajustado	0.07843498
Error típico	57.3954139
Observaciones	122

Fuente: Elaboración Propia con datos de Bitso.

En la relación entre el Ethereum con Litecoin, es poca significativa ya que en uno y otro Exchange muestran una correlación de entre 29% y 30% en Coinbase y Bitso. Por lo que al observar el R^2 ajustado muestra valores que rondan el 7% (Tablas 9 y 10), lo cual también favorece el arbitraje en ambos exchanges entre ese par de criptomonedas.

Tabla 11. Relación de Bitcoin con Litecoin en Coinbase.

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.93604806
Coefficiente de determinación R^2	0.87618596
R^2 ajustado	0.87418896
Error típico	21.5168637
Observaciones	122

Fuente: Elaboración Propia con datos de Coinbase.

Tabla 12. Relación de Bitcoin con Litecoin en Bitso.

Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de correlación múltiple	0.94670175
Coefficiente de determinación R^2	0.8962442
R^2 ajustado	0.89457071
Error típico	19.4130974
Observaciones	122

Fuente: Elaboración propia con datos de Bitso.

En cuanto al comportamiento entre las criptomonedas de Bitcoin con Litecoin, la correlación que nos demuestran los datos es altamente significativa, ya que gira alrededor del 94%; en lo que respecta R^2 al ajustado este nos indica que casi el 90% del comportamiento de los datos de Bitcoin son explicados por el comportamiento de Litecoin; por ello, este par de monedas no es recomendable usarlo en el arbitraje.

Conclusiones

Acceder a un sistema en el que la generación de riqueza en la que en el pasado era solo para quienes por generaciones lo habían hecho, basados sobre todo en el poder económico. Hoy las nuevas tecnologías de la información y comunicación permiten a través del internet y la blockchain, la adquisición de medios virtuales que concentran valor y que son intercambiables por dinero en cualquier parte del planeta; además de que en ese mercado en el que operan las posibilidades de ganar riqueza es posible a través del arbitraje financiero, como se demuestra con los resultados encontrados en esta investigación, en donde el acceso y sobre todo la descentralización del sistema, permite que esto esté sucediendo. Asimismo, el futuro está llegando con un sinfín de posibilidades que facilitan el acceso a nuevas formas de generar riqueza; por decir, la inteligencia artificial sería una alternativa que posibilitaría infinidad de operaciones que se realizarían de forma automática, haciendo más eficiente la comercialización de criptomonedas y en diferentes casas de intercambio del mundo, generando una mayor rentabilidad en las operaciones. Así, la generación de riqueza no solo se logra a través del arbitraje. De esta manera, las ganancias en estos mercados, no solo deviene del arbitraje financiero, sino también de la apreciación que de las criptomonedas, en especial del Bitcoin se espera, al ser un activo de valor limitado, que pudiera utilizarse para aminorar la pobreza en el mundo al ser una moneda que no genera inflación, por su carácter de limitado y descentralizado. Esta tecnología, basada en la blockchain, prácticamente esta iniciando, la aparición del Bitcoin tiene apenas 12 años, por lo que en esta década del 2020 al 2030, inicia la era de la masificación en la utilización de las monedas digitales y el arbitraje se constituirá en un medio de enriquecimiento popular, que permita a millones de personas obtener riqueza e incrementarla. Las posibilidades que se abren en el arbitraje utilizando la inteligencia artificial auguran generación de riqueza sin la intervención del ser humano, permitiendo la recreación de este, pero esto apenas inicia.

Bibliografía

- + Almarcha, N. C. (2015). *Bitcoin, Oro Electrónico*. Elche, España: Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales de Elche.
- + André, M. E. (2019). *Criptomonedas, Signos de Valor y Liberación Económica en América Latina*. *Otra Economía*, 12(21), 32-53.
- + Binance (2020). *Binance*. Recuperado el 17 de Junio de 2020, de <https://www.binance.com/en/markets>
- + CoinMarketCap (2020). *CoinMarket Cap.com*. Recuperado el 17 de Junio de 2020, de <https://coinmarketcap.com/>
- + Cruz, R. S. y Martínez, C. (2020). *Determinación de las condiciones de las leyes financieras a partir de la estructura de un mercado perfecto de capitales*. Researchgate. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Maria_Del_Carmen_Martinez3/publication/344443417_DETERMINACION_DE_LAS_CONDICIONES_DE_LAS_LEYES_FINANCIERAS_A_PARTIR_DE_LA_ESTRUCTURA_DE_UN_MERCADO_PERFECTO_DE_CAPITALES/links/5f760555458515b7cf5fc4a6/DETERMINACION-DE-L
- + De Oliveira, M. A.; Diniz, D. S.; Guazzelli, B. B. y Zapparoli, M. (20-24 de Mayo de 2019). *MarketPredictioninCriptomocurrency:ASystematicLiterature Mapping*. *Systems (SBSI'19)*, 8. doi:<https://doi.org/10.1145/3330204.3330272>
- + Di Mateo, Á. (11 de Marzo de 2020). *EE UU: Capital destinado por el FED a la economía local supera volumen diario registrado por el mercado cripto*. *Diario Bitcoin*. Obtenido de <https://www.diariobitcoin.com/index.php/2020/03/11/ee-uu-capital-destinado-por-la-fed-a-la-economia-local-supera-volumen-diario-registrado-por-el-mercado-cripto/>
- + Easley, D.; O'Hara, M. y Basu, S. (2019). *From mining to markets: The evolution of bitcoin transaction fees*. *Journal of Financial Economics*. Obtenido de <http://www.soumyabasu.com/assets/pdf/fees.pdf>
- + ISEFI (4 de Junio de 2014). *Instituto Superior de Empresa y Finanzas (ISEFI)*. Obtenido de <https://isefi.es/que-es-el-trading/>
- + Mata, H. J. (2020). *La matriz FODA y su aplicación al trading e inversión en los mercados financieros*. *Yachana*, 9(2), 27-38.
- + Morales, J. (10 de Febrero de 2020). *Arbitraje en el mercado de las criptomonedas. ¿Cómo funciona?* *Cointelegraph*. Obtenido de <https://es.cointelegraph.com/news/arbitrage-in-the-crypto-market-how-does-it-work>
- + Moreno, P. C. (2019). *BURBUJAS A LO LARGO DE LA HISTORIA. DE LOS TULIPANES AL BITCOIN*. Segovia, España: Universidad de Valladolid. Obtenido de <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/36494>
- + Quirós, F. (05 de Marzo de 2020). *Cómo comprar bitcoin en México: Una guía con diversas alternativas en 2020*. *Cointelegraph*. Obtenido de <https://es.cointelegraph.com/news/how-to-buy-bitcoin-in-mexico-2020-a-guide-with-various-alternatives>
- + Richter, A. (2019). *BITCOIN: ANÁLISE DA CRIPTOMOEDA E SEUS POSSÍVEIS IMPACTOS AOS SERVIÇOS BANCÁRIOS*. Chapecó, Brasil: UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL CAMPUS CHAPECÓ .
- + Schilling, L. y Uhlig, H. (2019). *Some simply bitcoin economics*. *Journal of Monetary Economics*, 16-26.

4.0

APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS 4.0 EN EL MONITOREO DE ESTANQUES DE TILAPIA PARA ASEGURAR SU TRANSPARENCIA Y TRAZABILIDAD

Artículo arbitrado 04

Edición 15

Rosa María de Anda López¹, Rodolfo Aguirre Aranda², Agripín Sánchez Salinas³ y Francisco BetanzosCastillo⁴

^{1,2,3} Universidad Tecnológica del Sur del
Estado de México. Dirección de Mecatrónica
Carretera Tejupilco-Amatepec km 12
Tejupilco, Estado de México, México,
C.P. 51426.

⁴ Tecnológico Nacional de México/ TES
Valle de Bravo. División Ingeniería Mectarónica
Km 30 de la Carretera Federal Monumento
- Valle de Bravo,
Ejido de San Antonio de la Laguna, Valle de
Bravo C.P. 51200.



rossyanda@gmail.com
francisco.bc@vbravo.tecnm.mx

Recibido: Agosto 26, 2020.

Recibido en forma revisada: Octubre 29, 2020.

Aceptado: Noviembre 5, 2020.

Resumen: La piscicultura es un sector de la economía fundamental para varias comunidades. Tradicionalmente, los procesos inherentes a esta actividad, como la alimentación de los peces, el recambio de agua, el control de la temperatura, el nivel de amonio, se realiza de forma manual y empírica; no obstante, en los últimos años se han comenzado a incorporar herramientas tecnológicas para su automatización. Aunado a este problema se recolectan datos del proceso de forma esporádica, no continua y de manera general es muy raro que se lleve una bitácora fiable de trabajo, que permita la toma de decisiones en cuanto a las variables de control. En el presente trabajo se diseñó una big data que recoge una gran cantidad de datos de los sensores instalados en los estanques de producción de tilapia, permitiendo generar un estadístico de análisis de la información, estas características garantizaron que el producto cuente con trazabilidad y transparencia, requerimientos que vuelven a los productos competitivos en el mercado global. Además de que se desarrolló una aplicación que permite al productor contar con la información del estado del proceso desde su Smartphone, Tablet o computadora personal. Con este estudio se vislumbran nuevas oportunidades de aplicación de tecnologías, en especial aquellas que tienen que ver con la industria 4.0 y el internet de las cosas, temas nuevos en la región y que pueden ser explotados para mejorar la calidad de vida de los pequeños y medianos productores.

+ **Palabras clave:** *Acuicultura, big data, Industria 4.0.*

Abstract: Fish farming is a key sector of the economy for several communities. Traditionally, the processes inherent to this activity, such as feeding the fish, water replacement, temperature control, ammonia level, are carried out manually and empirically; however, in recent years technological tools have begun to be incorporated for their automation. In addition to this problem, data on the process are collected sporadically, not continuously and, in general, it is very rare for a reliable work log to be kept, which allows decisions to be made regarding control variables. In the present work, a big data was designed that collects a great amount of data from the sensors installed in the tilapia production ponds, allowing to generate a statistical analysis of the information. These characteristics guaranteed that the product has traceability and transparency, requirements that make the products competitive in the global market. In addition, an application was developed that allows the producer to have information on the status of the process from their Smartphone, Tablet or personal computer. With this study, new opportunities for the application of technologies are glimpsed, especially those related to the 4.0 industry and the Internet of things, new topics in the region that can be exploited to improve the quality of life of small and medium producers.

+ **Keywords:** *Aquaculture, big data, Industry 4.0.*

Introducción

En la actualidad nos encontramos en los albores de la llamada cuarta revolución industrial o Industria 4.0, que se articula en torno al concepto de las denominadas empresas inteligentes, en las que máquinas y sistemas están interconectados entre sí, es la búsqueda de la adaptabilidad y de la eficiencia de los sistemas de producción. En este sentido, la información se constituye en el eje conductor de los procesos y se consigue gracias a la adquisición continua de datos mediante sensores desplegados por toda la instalación, la disponibilidad de comunicaciones de altas prestaciones, alta capacidad de almacenamiento, y procesamiento y análisis de los datos para convertirlos en información (Thornton, 2018). Ante esta situación la industria agropecuaria no se ha quedado en la orilla, ha evolucionado sus procesos, de tal forma que los está volviendo inteligentes, esta referencia lo hace con respecto a asegurar la transparencia y trazabilidad de los productos, así como ser competitivos a nivel nacional y global.

Ha virado sus procesos a interconectarlos a la red, a poder tomar, analizar y procesar una gran cantidad de datos que permitan la mejora en la calidad del producto final. Uno de los sectores en donde se ha involucrado el cambio es en la acuicultura. La producción mundial de alimentos se estima que tendrá que duplicarse para el 2050. El desafío social de alimentar a más de 9 mil millones de personas en el mundo genera a su vez un desafío medioambiental, ya que habrá que hacerlo sin aumentar exponencialmente la cantidad de agua, tierras de cultivo, energía, uso de fertilizante utilizados para el cultivo de alimentos. Sin innovación y nuevas soluciones tecnológicas esto no será posible (Martínez Simarro, 2016). En la actualidad, en zonas de nuestro país, el cultivo de la tilapia es realizado sin ningún tipo de control produciendo enfermedades originados por algunos factores, primero por no contar con un recambio aceptable de agua en los estanques de producción por

lo que es importante mantener el hábitat del pez apropiado para su mejor desarrollo con los recambios de agua, manteniendo los niveles de oxígeno adecuados, también es importante la temperatura porque afecta directamente el ambiente en el que se desarrolla (Lagos y Mera, 2015).

Estamos viviendo un profundo cambio con la transformación digital de las producciones agrarias. A partir de la interrelación de datos, se están desarrollando servicios integrados e inteligentes, que realizan predicciones agrícolas y de mercado y asesoran a los gestores de las producciones aportándoles toda la información disponible referente a cultivos, suelos, productos, clima, de manera que de forma anticipatoria se puedan optimizar los niveles de producción en línea con una mayor estandarización de producto acorde a demanda de mercado, minimizando el riesgo (Martínez Simarro, 2016). Condiciones meteorológicas fortuitas, plagas, enfermedades, la inestabilidad de los mercados globales, la variación de los precios e incluso las políticas gubernamentales presentan probabilidades ante las que no se conocen los resultados, pero que el sector agrícola debe encarar para asegurar el suministro de alimentos. Las biotecnologías y tecnologías digitales amplían el concepto para llegar a la «agricultura inteligente». Así, es posible mejorar las tareas de gestión y toma de decisiones por contexto, situación y conciencia de ubicación. La agricultura inteligente es importante para enfrentar los desafíos de la producción agrícola en términos de productividad, impacto ambiental, seguridad alimentaria y sostenibilidad. La agricultura sostenible es muy relevante y está directamente relacionada con la agricultura inteligente ya que mejora la calidad ambiental y la base de recursos de la que depende la agricultura, al proporcionar las necesidades básicas de alimentos humanos. Se puede entender como un enfoque de la agricultura basado en el ecosistema, que integra las ciencias biológicas, químicas, físicas, ecológicas, económicas y sociales de una manera integral, con el fin de desarrollar prácticas seguras de agricultura inteligente que no degraden el ambiente (Permingeat, 2018).

Los sistemas agrícolas, por tanto, tienen la necesidad de mejorar su capacidad de reacción y superar circunstancias derivadas de los cambios bruscos intrínsecos a esta actividad productiva. Soluciones capaces de integrar la cadena de valor a la que se somete un producto agrícola durante todo su ciclo de vida, asegurar la calidad del producto y la inocuidad alimentaria son hoy, una necesidad para asegurar la competitividad no solo nacional, sino internacional (Malvicino y Yoguel, 2016). Kamilaris et. al. (2017), en un artículo de revisión, enfocan la importancia del big data agrícola como una nueva generación de prácticas diseñadas para que los agricultores y las organizaciones relacionadas puedan extraer valor económico de grandes volúmenes de datos, al permitir su captura, descubrimiento y análisis en alta velocidad. Para enfrentar los crecientes desafíos de la producción agrícola, los complejos ecosistemas agrícolas deben entenderse mejor.

Esto puede suceder por medio de tecnologías digitales modernas que monitorean continuamente el entorno físico, produciendo grandes cantidades de datos a un ritmo sin precedentes. El análisis de estos (grandes) datos permitiría a los agricultores y empresas extraer valor de ellos, mejorando su productividad. Aunque el análisis de grandes datos está llevando a avances en varias industrias, todavía no se ha aplicado ampliamente en la agricultura (Kamilaris, Kartakoullis y Prenafeta-Boldú, 2017). Este panorama vuelve, necesario, hacer uso de los nuevos sistemas de gestión del conocimiento basados en la tecnología que permiten capturar, almacenar, procesar y finalmente utilizar dichos una gran can-

tividad de datos. La información llega al agricultor de manera integral, sencilla y accesible, reduciendo así la incertidumbre y enfocando la toma de decisiones para el éxito (Martínez Simarro, 2016). Debido a la aparición de nuevas tecnologías, dispositivos, medios de comunicación y aplicaciones, la cantidad de datos que se produce en la actualidad aumenta exponencialmente. Se considera que el 90% de los datos existentes se han generado en los últimos dos años, esto está dando lugar a la Era del Exa y ZettaByte (Acín, et al., 2015).

Para este manejo de información, surge una herramienta importante que permite el manejo y acondicionamiento de una gran cantidad de datos, el big data o inteligencia de datos (macrodatos o datos masivos) es la próxima gran oportunidad para los productores, a medida que crece la brecha entre la creciente cantidad y complejidad de los datos disponibles y las capacidades de los sistemas de manejo en la agroindustria existentes (Thornton, 2018). La abundancia, sin precedentes, de datos generados en los negocios de producción, desafían la capacidad de los gerentes para entenderlos y utilizarlos, pero ya hay avances tecnológicos capaces de hacer uso de las tecnologías de la blockchain (cadena de bloques) y el aprendizaje automatizado para detectar, predecir y manejar resultados sobre la salud, la eficiencia en la producción, la calidad de los productos y la seguridad alimentaria a través de la cadena de suministro.

El objetivo del análisis de datos es examinar grandes cantidades de datos con una variedad de clases, con el fin de descubrir información que sea relevante y útil para la empresa, de manera que le permita tomar las mejores decisiones y obtener ventajas competitivas en comparación con otras de su clase, migrando hacia lo que se conoce como Industria 4.0. Este proyecto busca introducir a los productores de tilapia de la zona sur del estado de México el desarrollo y aplicación de una big data, que les permita tener certeza de que el producto presentará calidad e inocuidad alimentaria, pero que pueda incrementar, al mismo tiempo, su producción, tomando la cantidad de datos necesaria que permita la toma de decisiones para mejorar la salud, disminuir plagas y enfermedades en la especie, así como alimentarlos de manera eficiente, de la misma forma que cuenten con la información del estado de su producto en su tableta, celular o laptop en tiempo real situación que los apoye a lograr la competitividad en los mercados regional, nacional y global.

Marco teórico

Acuicultura

La acuicultura o acuacultura es el conjunto de actividades, técnicas y conocimientos de crianza de especies acuáticas vegetales y animales. Estas especies se desarrollan en diversos cultivos ya sea de agua salada o dulce, bajo condiciones totalmente controladas (Instituto Nacional de Economía Social, 2018). Algunas consecuencias del cambio climático global como el aumento en la temperatura, la reducción del régimen de lluvias y la competencia por el agua dulce entre los sectores agrícolas y urbanos han promovido estudios para cultivar tilapia en ambientes controlados, como estanques protegidos, a los cuales se les puede desarrollar un sistema de bioclimatización para favorecer su cultivo, de tal forma que el diseño y desarrollo de sistemas de control se ha vuelto indispensable, ahora lo primordial es en dónde se almacenarán, se procesarán y se analizarán la cantidad de datos que se generan en los procesos (Vega Villasante, 2009).

BIG DATA

La Big Data es, entre otras cosas, la gestión y análisis de volúmenes de datos enormes que no pueden ser tratados de manera tradicional, ya que superan los límites y capacidades de las herramientas tecnológicas que de forma habitual conocemos para capturar dichos datos, gestionarlos y tratarlos (Domene, 2018). Este concepto engloba tanto las infraestructuras, como la tecnología necesaria, así como los servicios que se están creando para darle solución al procesamiento de tantos conjuntos de datos: mensajes en redes sociales, señales de móvil, archivos de audio, sensores, imágenes digitales, formularios, emails, encuestas, etc., que pueden provenir de sensores, micrófonos, cámaras, escáneres, información de internet, por mencionar los más importantes.

La toma de decisiones es más precisa y más rápida en función de cómo evolucionen los parámetros que se están midiendo. La demanda de las empresas agroalimentarias por realizar un análisis de datos favorecerá la innovación tecnológica (TI) dentro de ellas y de manera paralela, su integración en el ecosistema de Big Data (Domene, 2018). La reciente evolución de la tecnología Big Data y de analítica avanzada de datos está permitiendo gestionar volúmenes y tipologías de datos hasta hace poco impensables, de forma mucho más eficiente, ágil y a unos costes unitarios en caída continua. En paralelo, la capacidad analítica para extraer toda la inteligencia posible de dichos datos sigue mejorando y se hace más accesible a un mayor número de usuarios. La tecnología se sofisticada, mejora, llega a más rincones, se democratiza, y la cultura analítica no deja de crecer y penetrar en todos los sectores y actividades (Serrano, 2018). El sector Agro no sólo no es una excepción a esa tendencia, sino que es un sector que se puede ver muy favorablemente impactado por una apuesta decidida por la tecnología Big Data y la analítica avanzada. Trabaja con sistemas abiertos, con múltiples variables, sometido a una competencia importante a nivel global, con muchos y diversos agentes en la cadena de producción y distribución, que necesita mejorar sus niveles de eficiencia de forma continua, susceptible de automatizar muchas operaciones y decisiones, cuyos resultados dependen del acierto estadístico, un sector en continuo cambio y evolución.

Metodología

El estudio se llevó a cabo dentro de las instalaciones de la Universidad Tecnológica del Sur del Estado de México, situado en la parte sur del Estado de México, en el Municipio de Tejupilco San Miguel Ixtapan, Km. 12 Carretera Tejupilco - Amatepec. Tejupilco (en náhuatl "Texopilco") es uno de los 125 municipios pertenecientes al Estado de México. Cuenta con una población de 71 mil 077 habitantes según el censo de población y vivienda 2010. Su clima varía de cálido a húmedo y a semi-cálido húmedo con lluvias en verano y con un porcentaje menor de lluvias en invierno. Varían al igual que el máximo es de 40°C en verano.

El tipo de diseño de estudio que se desarrolló fue experimental, en donde las variables a controlar fueron la temperatura, el pH, el contenido de oxígeno y la cantidad de alimento, la toma de datos está sujeta a un control en el tiempo, ya que existen horarios comprobados, en los que se pueden presentar graves problemas al descuidar ciertos parámetros, lo que ocasiona un alto índice en la mortandad de los peces.

Se muestra la lógica de desarrollo de la aplicación en el diagrama de flujo de la Figura 1, Es importante hacer notar que el tipo de bigdata que se utilizará es el llamado Machine-to-Machine (M2M), ya que utiliza las tecnologías que permiten conectarse a otros dispositivos. M2M utiliza dispositivos como sensores o medidores que capturan algún acontecimiento en particular. Se transmiten a través de redes alámbricas, inalámbricas o híbridas, permite manejar datos de Velocidad, temperatura, presión, variables meteorológicas, variables químicas.

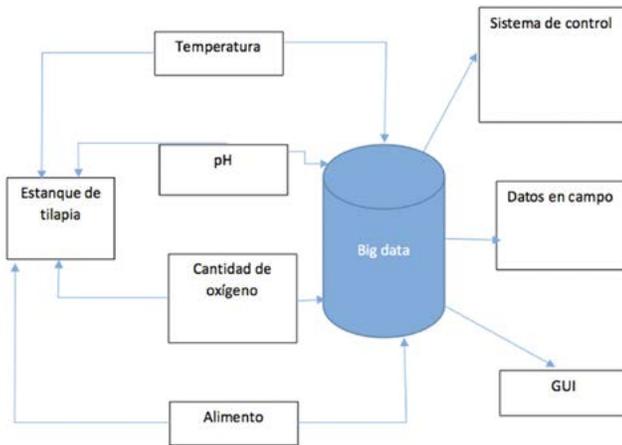


Figura 1. Diagrama de flujo para bigdata.
Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se describen los pasos del proyecto y las actividades que involucraron.

1. Rediseño de las instalaciones acuícolas a unas más adecuadas, aplicado, principalmente, a zonas tropicales. El tipo de clima presente en la zona sur del Estado de México se considera tropical subhúmedo, lo que ha dificultado el proceso de climatización, ya que las condiciones de humedad y temperatura obligan a generar controles más robustos, que aseguren el acondicionamiento de las instalaciones para el pez y la persona encargada del proceso.

2. Diseño de big data para la toma de datos. Selección de tarjeta de adquisición de datos y procesamiento más adecuada al proceso. El algoritmo que se utilizará para poder realizar el análisis de los datos será el de machine learning, aplicado en la plataforma de ubidots, ya que presenta una gama de posibilidades de procesar y presentar la información.

3. Diseño del sistema de monitoreo de las variables, para asegurar que la especie se está desarrollando de manera adecuada, además de asegurar que la interfaz del usuario es entendible y contiene la información necesaria para el control del proceso. Es importante hacer notar que el tipo de bigdata que se utilizará es el llamado Machine-to-Machine (M2M), ya que utiliza las tecnologías que permiten conectarse a otros dispositivos.

4. Diseño de la interfaz con el usuario, que permita al operador contar con los elementos necesarios para determinar el estado de salud y crecimiento del pez, se utilizó tecnología raspberry y arduino para generar una pantalla que sea amigable para el productor y el operador.

5. Implementación del sistema de big data en el sistema de trabajo

para pruebas y correcciones, generar el estadístico y compararlo con el comportamiento físico del sistema.

6. Diseño de la interfaz de comunicación que permita al productor conocer el estado de su producto en tiempo real vía comunicación Smartphone, Tablet o lap top, que pueda visualizar el estadístico, así como el estado de los sensores.

Resultados

Los avances que se tienen hasta el momento se presentan a continuación, en donde se presenta en la Figura 2, las adecuaciones y mejoras que se tuvieron que realizar en uno de los estanques, ya que por las condiciones del clima sufrieron daños estructurales.



Figura 2. Mantenimiento a estanque seleccionado para pruebas.
Fuente: Elaboración propia.

De forma paralela se diseña el alimentador de peces, que cumpla con las siguientes especificaciones:

1. Que sea flexible para la economía de cualquier productor de tilapias y sea de fácil manejo, que cumpla con las necesidades de cada uno de ellos.

2. Que cumpla con los requisitos mínimos de tiempos y cantidades de alimento: considerando un suministro de alimento de 35kg se le suministrará 3% al 5% de biomasa respetando datos sugeridos para una obtención de 1 a 2 en conversión alimenticia de peces en engorda.

En la Figura 3, se muestran los diseños para el alimentador:

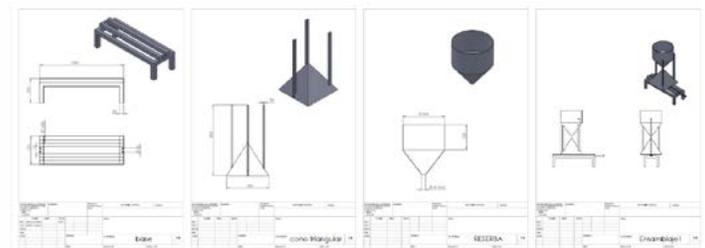


Figura 3. Diseño del alimentador para peces.
Fuente: Elaboración propia.

Paralelo a la construcción del diseño mecánico, se desarrolla el di-

seño del sistema de control, para montar en el prototipo de prueba, en donde en primer lugar define el tamaño del motor a utilizar. El principal parámetro a controlar es la velocidad del motor, de tal manera que tenga la capacidad de poder entregar la cantidad de alimento necesario a todo lo largo del diámetro del estanque, de tal manera que evite el aglutinamiento en un solo espacio de la tilapia. En la Figura 4, se presenta el sistema de control a aplicar para el control de la temperatura.

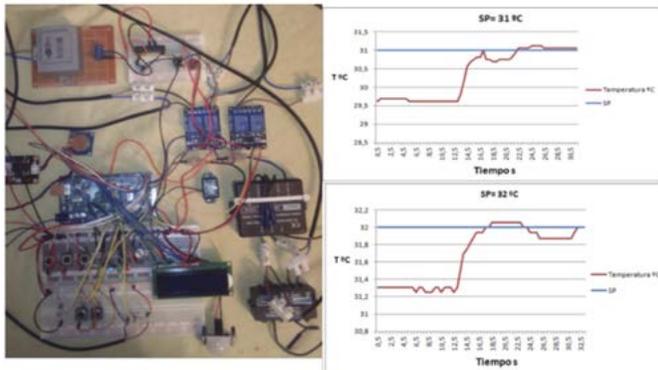


Figura 4. Sistema de control y gráficas arrojadas por este primer sistema.
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 5, se presenta el desarrollo que se tiene en la comunicación lograda vía internet para poder monitorear el estado que guarda el proceso, es importante hacer mención que se mostrarán diferentes pantallas, teniendo la pantalla general, en donde se podrá observar el comportamiento de los sensores en el proceso, es importante hacer notar que se tendrán 3 pantallas importantes, la de dueño, en donde solamente se informará vía celular el estado de su proceso, la del encargado del proceso, que tendrá alertas para indicar cuando el proceso entre en valores fuera de rango y la del médico veterinario que dará seguimiento al estado de salud de la especie, quien tendrá alertas del sistema para indicar la acción que debe de seguirse. De la misma forma resulta importante generar una pantalla para el técnico especialista, quien será el encargado de manipular el sistema para someter a las variables a los valores necesarios según las necesidades solicitadas por el médico veterinario.

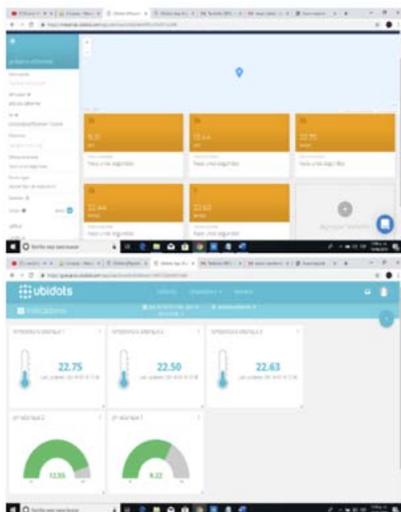


Figura 5. Variables controladas y monitoreo de las mismas
Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 6, se muestran los gráficos que serán mostrados en el GUI del usuario, mientras que en la Figura 7, se presenta el modelo de tablero que será mostrado según variable de trabajo.

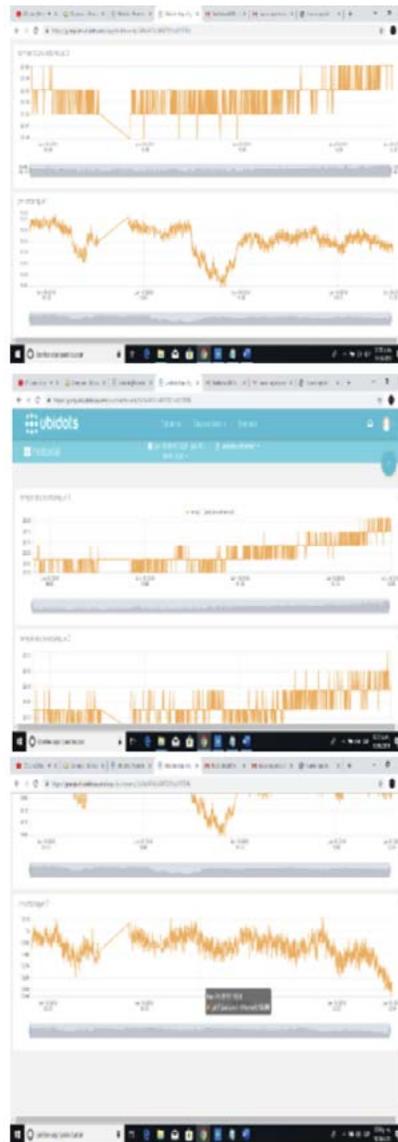


Figura 6. Gráficos obtenidos del monitoreo en un día de trabajo
Fuente: Elaboración propia.

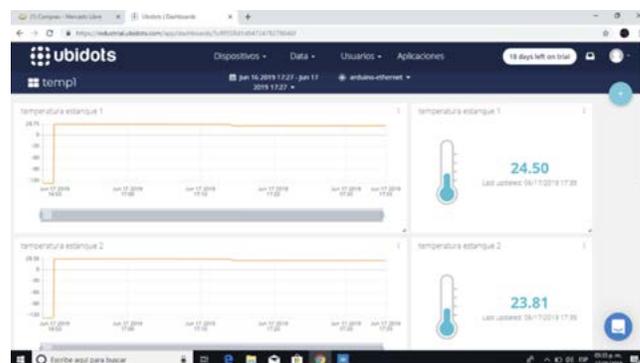


Figura 8. Tablero de trabajo para la variable temperatura.
Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

Es importante hacer mención que los objetivos planteados se van cumpliendo, que el sistema realmente puede almacenar una gran cantidad de datos, que se pueden graficar, que pueden ser almacenados para su posterior consulta, que al término del proceso se podrá garantizar que el producto cuenta con trazabilidad y que el proceso muestra transparencia. Un aspecto importante de resaltar es que para que el sistema de bigdata trabaje de una forma eficiente, se requiere que la conexión a internet no falle, ya que el monitoreo continuará, pero la conexión de datos se perdería, se deberá de ejercer alguna acción para poder almacenar la información que se tenga y posteriormente pueda ser analizada, ya que durante el proceso de prueba, en algunas ocasiones se ha perdido la conexión, ya que la región sufre de estos graves problemas. Una posible solución es solicitar que el lugar en donde se vaya a instalar este sistema cuenta con su propia antena satelital, que le asegure una conexión a internet de manera continua.

Es importante hacer notar que contar con un bigdata de un proceso permite asegurar la etapa, el estado, los problemas, y un sinnúmero de situaciones que permiten la correcta toma de decisiones para poder asegurar que un producto cuenta con trazabilidad y transparencia.

Agradecimiento

Se brinda un agradecimiento muy especial a COMECYT, ya que brindó apoyo económico para la realización del proyecto, así como a la Universidad Tecnológica del Sur del Estado de México por su apoyo para poder generar el desarrollo del sistema, de la misma forma al Tecnológico de Estudios Superiores de Valle de Bravo ya que su colaboración permitió culminar con este proyecto.

Bibliografía

+ Acin, Bird, Boccali, Cancio, Collier, Corney y Fuhrmann (2015). *Architectures and methodologies for future deployment of multi-site Zettabyte-Exascale data handling platforms*. In *Journal of Physics: Conference Series*, 664(4).

Domene, A. (2018). <https://futurizable.com>. Retrieved 02 15, 2019, from <https://futurizable.com/big-data-agro/>

Hutchinson, S.; Vidyasagar, M. y Mark, W. (2001). *Robot Modeling and Spong*.

Instituto Nacional de Economía Social (2018). www.gob.mx. Retrieved junio 11, 2019, from <https://www.gob.mx/inaes/es/articulos/acuicultura-historia-y-actualidad-en-mexico?idiom=es>

Kamilaris, A.; Kartakoullis, A. y Prenafeta-Boldú, F. X. (2017). *A review on the practice of big data analysis in agriculture*. *Computers and Electronics in Agriculture*(143), 23-37.

Malvicino, F. y Yoguel, G. (2016). *BIG DATA. AVANCES RECIENTES A NIVEL INTERNACIONAL Y PERSPECTIVAS PARA EL DESARROLLO LOCAL*. Buenos Aires: CIECTI.

Martínez Simarro, D. (2016). <https://www.ainia.es/tecnoolimentalia/>. Retrieved 02 04, 2019, from <https://www.ainia.es/tecnoolimentalia/tecnologia/big-data-y-agricultura-de-precision-como-reducir-los-riesgos-en-la-produccion-de-alimentos-agropecuarios/>

Permingeat, H. (2018). www.aapresid.org.a. Retrieved 06 11, 2019, from <http://www.aapresid.org.ar/blog/la-agricultura-que-se-avecina-es-cada-vez-mas-inteligente/>

Serrano, E. (2018). www.agrointeligencia.com. Retrieved 06 11, 2019, from <https://www.agrointeligencia.com/big-data-agricultura-enrique-serrano/>

Thornton, G. (2018). <https://www.industriaavicola.net/>. Retrieved 02 06, 2019, from <https://www.industriaavicola.net/manejo-produccion-y-equipo/como-aprovechar-el-big-data-en-la-produccion-avicola/>

Vega Villasante, F. (2009). *Acuicultura de tilapia a pequeña escala para autoconsumo de familias rurales y periurbanas de la costa del pacífico (Primera ed.)*. Puerto Vallarta, Jalisco, México: Universidad de Guadalajara.

ANÁLISIS Y PERSPECTIVA JURÍDICO-FISCAL DE LA SOCIEDAD POR ACCIONES SIMPLIFICADA (SAS) EN EL ESTADO MEXICANO

Artículo arbitrado 05

Edición 15

Ismael Narciso Jiménez¹ y Jorge Armando Cárdenas Morales²

^{1,2}Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, Av. Universidad Tecnológica No. 3051, Col. Lote Bravo II Cd. Juárez, Chihuahua C.P. 32695.



ismael_narciso@utcj.edu.mx

Recibido: Septiembre 7, 2020.

Recibido en forma revisada: Octubre 29, 2020.

Aceptado: Noviembre 5, 2020.

Resumen: El presente artículo de investigación aborda el tema de la Sociedad por Acciones Simplificada (SAS) incorporada al sistema jurídico mexicano mediante la reforma del 14 de marzo de 2016, en la Ley General de Sociedades Mercantiles (LGSM). Presenta una remembranza del ¿cómo? surgieron las reformas a la LGSM, como ordenamiento jurídico que le da vida a la SAS. El punto neurálgico de dicho estudio se centra en presentar un análisis exhaustivo de la sociedad por acciones simplificada, su origen que no es precisamente propio del Estado Mexicano, su regulación, su innovadora forma de constitución y funcionamiento, sus principales ventajas y desventajas que este tipo de sociedades representa. Asimismo, tiene como idea secundaria coadyuvar y dar herramientas decisivas a los emprendedores para constituir este tipo de sociedades ya que incorpora mecanismos sencillos, al alcance de cualquier persona física y principalmente, sin necesidad de acudir ante un fedatario público para su constitución.

+ Palabras clave: Sociedad, acciones, simplificada, análisis, fiscal.

Abstract: This research paper addresses the issue of the Simplified Stock Company (SAS) incorporated into the Mexican legal system through the reform of March 14, 2016 in the General Law of Commercial Companies (LGSM). Present a remembrance of how? The reforms to the LGSM emerged, as a legal system that brings SAS to life. The

main point of this study focuses on presenting an exhaustive analysis of the society by simplified actions, its origin that is not precisely typical of the Mexican State, its regulation, its innovative form of constitution and operation, its main advantages and disadvantages that this type of societies it represents. It also has as a secondary idea to contribute and give decisive tools to entrepreneurs to establish this type of societies since it incorporates simple mechanisms, available to any natural person and mainly, without the need to go before a notary public for its constitution.

✦ **Keywords:** *Simplified, stock, company, analysis, fiscal.*

Introducción

Este artículo de investigación pretende dilucidar los límites de las normas jurídicas relativas y concernientes a la Sociedad por Acciones Simplificadas (SAS), así como su origen que no es precisamente propio del Estado Mexicano, su regulación, su innovadora forma de constitución y funcionamiento, sus principales ventajas y desventajas, características, objetivos y alcances de dichas sociedades dentro del Estado Mexicano. Para lo cual se presenta un análisis exhaustivo de las normas jurídicas pertenecientes o relativas a dicha temática y autores que presentan puntos de vista en relación a este tipo de sociedades.

Antecedentes

Las SAS, son un esquema de sociedad que no es propio del Estado Mexicano, el Gobierno Federal del Estado Mexicano el pasado 14 de marzo de 2016, publicó en el Diario Oficial de la Federación el decreto por medio del cual el Congreso de la Unión reformó la Ley General de Sociedades Mercantiles (LGSM) para crear una nueva modalidad de persona jurídica que se denomina Sociedad por Acciones Simplificada, cuyo objetivo principal por parte del Gobierno Mexicano no es más que integrar a las micro, pequeñas y medianas empresas que forman parte de la economía nacional a la formalidad, constitución e integración de unidades económicas que contribuyan al fortalecimiento de las finanzas públicas.

“En el derecho extranjero la SAS surge como un nuevo instrumento jurídico para realizar actividades empresariales tanto de pequeñas dimensiones como de grupos empresariales controlados por una sola persona (sociedad holding o socio controlador, multinacionales o grupos empresariales familiares); para empresas conjuntas; para grupos cerrados de accionistas; como instrumento de extranjeros o nacionales para realizar actividades económicas con control absoluto sin inversionistas locales, ni testaferros; como la máxima expresión de la libertad del ejercicio del comercio con responsabilidad limitada mediante una organización similar a la de la Sociedad Anónima pero sin los requisitos ni las formalidades exigidas para ésta” (León, 2019).

Abundando; Jaramillo (2014), afirma que “la Sociedad por Acciones Simplificadas deviene principalmente del derecho francés”. Este prototipo ha tenido gran acogida en diversos países, debido a la gran facilidad de adaptarse a las diferentes exigencias y necesidades de los Empresarios.

En México y al igual que en otros países, ha sido implementada debido a su simplicidad al momento de constituirse, este modelo de sociedad

dota de amplia libertad a los socios, para que estos ajusten el modelo societario conforme a sus requerimientos.

Es importante advertir que debido a esta flexibilidad, libertad y bajo control al que son sometidas este tipo de sociedades, se han evidenciado circunstancias negativas en el desarrollo e implementación de este modelo societario en otros países debido a la inadecuada y equivocada implementación que se da, al ser utilizada como fachada para la ejecución de actividades ilícitas, constituyendo de esta forma la elusión fiscal al Estado Mexicano, así como la simulación de seguridad social para los trabajadores.

El derecho de los mexicanos de dedicarse “a la profesión, industria, comercio o trabajo que le acomode, siendo lícitos” se encuentra consagrado en el artículo 5º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Actualmente y por lo expuesto en el párrafo anterior se desprende el cumplimiento por parte del Estado Mexicano con este modelo de sociedades a cumplir a través de esta reciente ley con algunos estándares internacionales sugeridos por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). “En esta novedosa sociedad mercantil se introduce entre otras cosas, la utilización de la firma electrónica avanzada como requisito indispensable para su constitución lo que significa un avance en la utilización de tecnología informática para abatir trámites burocráticos. Otra innovación interesante en este nuevo régimen societario lo constituye la privilegiación de los mecanismos alternativos de solución de controversias previstos en el Código de Comercio para sustanciar conflictos que surjan entre los accionistas, así como de éstos con terceros. Asimismo, los accionistas no requieren en la constitución de este régimen societario de la intervención de fedatarios públicos (notarios públicos, quienes dan fe pública de actos jurídicos en general ni de corredores públicos quienes otorgan fe pública a los actos jurídicos de comercio” (Ramírez, 2017).

De acuerdo al Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI) en México existen 28.9 millones de emprendedores informales lo que representa el 59.9% de la población con ocupación. Razón por lo cual el Congreso de la Unión promovió esta reforma como resultado de los esfuerzos del Estado mexicano para atraer Inversión Extranjera Directa (IED), a fin de establecer una sociedad mercantil sin tomar en cuenta la violación de los derechos humanos de los futuros socios o inversores, nacionales o extranjeros, ya que la constitución de una sociedad mercantil se basa en el concepto de fe pública delegada a particulares, tal y como se establece en las leyes estatales y federales.

Planteamiento del problema

El presente denominado “Análisis y perspectiva jurídico-fiscal de la Sociedad por Acciones Simplificada (SAS) en el Estado Mexicano” abunda el tema desde una perspectiva fiscal - jurídica y tratará de dar respuesta a las siguientes interrogantes:

- ¿La modalidad constitutiva de las Sociedades por Acciones Simplificadas viola acaso algún principio de legalidad?
- ¿Constituirá algún fraude o elusión legal este tipo de sociedades?

es decir; ¿el velo corporativo está en forma ponderada y equilibrada?

- ¿Estarán en desventaja jurídica y fiscal los modelos societarios existentes frente a este modelo de sociedad denominado Sociedad por Acciones Simplificada?

- ¿Cuáles son los riesgos y desventajas de las Sociedades por Acciones Simplificadas?

Objetivos del estudio

Objetivo general

El propósito de la presente disertación es analizar desde un punto de vista jurídico fiscal, las características, beneficios, modo de constitución, validez jurídica, ventajas y desventajas de la sociedad por acciones simplificada en el Estado Mexicano, con el firme propósito para que los emprendedores y empresarios de las micro, pequeñas y medianas empresas puedan tomar decisiones más acertadas en el momento de constituir las.

Objetivos específicos

a) Analizar desde un punto de vista jurídico - fiscal la validez de la constitución de la sociedad por acciones simplificada, fundamentado en las normas jurídicas vigentes del Estado Mexicano.

b) Dar a conocer los riesgos, ventajas y desventajas de las sociedades por acciones simplificada.

c) Dilucidar las características y forma de constitución del modelo de sociedad de acciones simplificada.

Justificación

México atraviesa en la actualidad una profunda transformación en su sistema político, jurídico, económico y social. Razón por lo cual es de carácter urgente e imprescindible fomentar y ayudar a consolidar esos cambios. En México hay más de 4.1 millones de microempresas que aportan 41.8% del empleo total. Las pequeñas suman 174 mil 800 y representan 15.3% de empleabilidad; por su parte, las medianas llegan a 34 mil 960 y generan 15.9% del empleo (Condusef, 2019).

Por lo antes expuesto es de suma importancia realizar este estudio con el objeto de garantizar a los emprendedores la certeza y plena seguridad jurídica en el momento de tomar la decisión de constituir un ente económico que responda a las necesidades actuales.

Formulación de la hipótesis

Luego entonces; así la SAS como una figura jurídica excelente que debe responder tajantemente tanto a la necesidad de los pequeños comerciantes, micros y pequeños empresarios de desarrollar una actividad económica bajo una persona moral y con el beneficio de la limitación de responsabilidad, así como a los grandes empresarios que requieren fórmulas menos rígidas.

El gobierno mexicano deberá responder y poner énfasis en la aplicación de las normas jurídicas vigentes y deberá corregir o enmendar la regulación deficiente, contradictoria y limitada de la SAS y permitir convertir su utilización como la sociedad de sociedades, tal y como se estila en otros países como Colombia por citar un mero ejemplo.

La SAS como una figura societaria mixta en su regulación: flexible y a la vez imperativa, cuya constitución, consta de manera unipersonal (único socio), por medios electrónicos y sin costo alguno representa un acicate a los pequeños comerciantes y microempresarios; sin embargo, las múltiples obligaciones de información, publicidad y responsabilidad exigidos por la Ley General de Sociedades Mercantiles apea su utilización y puede poner en peligro su éxito en la sociedad mexicana, dado que la ponderación de sus bondades y las obligaciones no resulta equilibrada, frente a las de la Sociedad Anónima.

Por lo antes expuesto se pretende dar un enfoque positivo en cuanto a las bondades que ofrece este tipo de sociedades en el Estado Mexicano, es decir; dar a conocer los beneficios de constituir una Sociedad por Acciones Simplificada, con el fin de trabajar en pro de los resultados que tanto desean los comerciantes y emprendedores. Por otro lado extenuar los riesgos, ventajas y desventajas que esto conlleva tomando en cuenta los aspectos menos ventajosos que resulta tener una SAS, información que será relevante e indispensable para no correr el riesgo de caer en equivocaciones o malas prácticas corporativas.

Reformas y cambios a la Ley General de Sociedades Mercantiles respecto de la SAS

El 14 de marzo de 2019 se publicó el decreto por el que se reforma y adiciona la LGSM con el objeto de regular a la SAS. Recapitulando el capítulo 1° de la LGSM (2019) en su artículo 1° fracción VII, especifica la existencia jurídica de las SAS conforme al texto siguiente: “Esta Ley reconoce las siguientes especies de sociedades mercantiles: VII. Sociedad por acciones simplificada”.

Por lo expuesto con antelación para el legislador mexicano la SAS constituye un nuevo modelo societario reconocido en la fracción VII, del artículo 1° de la LGSM, para identificar plenamente a los socios, además de una nueva alternativa para hacer negocios con limitación de responsabilidad, ya que en la propia exposición de motivos de la reforma de la LGSM reconoce que con ella se busca el ingreso a la formalidad.

Tabla 1. De la Sociedad por acciones simplificada.

1. Definición y restricciones a los socios
2. Tope de ingresos y transformación
3. Denominación
4. Requisitos
5. Procedimiento de constitución
6. Estatutos Sociales
7. Responsabilidad de los socios por comisión de delitos
8. Inscripción de contratos
9. Pago de Acciones
10. Inscripción de contratos
11. Asamblea de Accionistas

12. Representación de la Sociedad
13. Administrador de la Sociedad y facultades
14. Toma de decisiones de la Asamblea de Accionistas
15. Convocatoria de Asamblea de Accionistas
16. Validez de la Asamblea de Accionistas
17. Modificación de los Estatutos Sociales
18. Modificación, organización y transformación de la Sociedad
19. Mecanismos Alternos de Solución de Controversias
20. Utilidades
21. Publicación Informe anual
22. Disolución forzada de la Sociedad y Declaratoria de Incumplimiento
23. Supletoriedad de la ley
24. Accionista único

Fuente: Elaboración propia a partir de información consultada en la Ley General de Sociedades Mercantiles.

Ramírez (2017), conceptualiza dicha norma jurídica como sigue “esto significa que los accionistas sólo están obligados a responder por las obligaciones que contraiga la sociedad de manera individual, por el monto de cada una de sus acciones que constituyen el capital social. El patrimonio y la personalidad de la sociedad están separados del patrimonio y la personalidad de los accionistas, tal y como lo ha reiterado recientemente el Poder Judicial de la Federación en las tesis aisladas que al rubro dicen “VELO CORPORATIVO: JUSTIFICACION DE SU LEVANTAMIENTO” y “ABUSO DE LA PERSONALIDAD JURÍDICA SOCIETARIA. AL ADVERTIRSE DEBE LEVANTARSE EL VELO CORPORATIVO”... al explicar en materia de sociedades mercantiles, en qué consiste la técnica del velo corporativo y cómo se aplica.

Funcionamiento y operación del sistema electrónico de la sociedad por acciones simplificada

El 14 de septiembre de 2016 la secretaría de economía mediante el uso de sus facultades concedidas por los artículos 34 fracción XXXIII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 260, 262, 263, 264 y 272 de la Ley General de Sociedades Mercantiles; 69-C y 69 C Bis de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 5 fracción XVII del Reglamento Interior de la Secretaría de Economía publicó las especificaciones técnicas respecto del funcionamiento y operación del sistema electrónico de las SAS, misma que denominó “REGLAS DE CARÁCTER GENERAL PARA EL FUNCIONAMIENTO Y OPERACIÓN DEL SISTEMA ELECTRÓNICO DE SOCIEDADES POR ACCIONES SIMPLIFICADAS”:

¿Cómo opera o funciona dicho sistema y quienes pueden operarlo?

Conforme a la regla octava: Las operaciones que se podrán realizar en el Sistema son:

- I.** Consulta.
- II.** Constitución, modificación y operación de SAS.
- III.** Procedimientos administrativos relacionados con la apertura y

operación de empresas: aquellos trámites que las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, entidades federativas o municipios incorporen al Sistema de conformidad con lo establecido en la regla Quinta.

Conforme a la regla novena: Podrán registrar información en el Sistema las personas siguientes, mediante el uso de su Firma Electrónica Avanzada:

- I.** Accionista solicitante.
- II.** Representante Legal de la SAS.
- III.** Fedatario Público.
- IV.** Servidores Públicos de la Secretaría cuyas atribuciones estén relacionadas con la operación del Sistema.

Para registrar información se deberán leer y aceptar los Términos y Condiciones, así como las Políticas de Privacidad bajo los cuales opera el Sistema.

Requisitos y procesos para la constitución de la SAS

La regla décima primera y el portal en línea del gobierno federal especifican los requisitos y formas para la constitución de la SAS, mismos que se resumen a continuación:

- Firma electrónica (e.firma) de todos los accionistas.
- Que alguno de los accionistas cuente con la autorización de la denominación de la sociedad que puedes obtener en línea.
- Ingresos anuales que no excedan los 5 millones de pesos.
- En ningún caso, los accionistas podrán ser simultáneamente accionistas con toma de decisión de otro tipo de sociedad mercantil (por ejemplo: administrador, mayoría accionaria, etc.).

El trámite es totalmente gratuito y el resumen del proceso es el siguiente:

- Debes contar con la e.firma para personas físicas que genera el SAT.
- Ingresar tu e.firma cuando la solicite el portal.
- Firmar los términos y condiciones.
- Capturar la información que solicita el portal para comenzar a armar los estatutos de tu SAS.
- Firma los estatutos de la SAS.

Valpuesta (2018), resume bajo 10 apartados la constitución de las SAS, y advierte que se deben utilizar y descargar en la computadora, el navegador Firefox, así como la versión Java 8 update 7 y el listado de actividades y productos del sistema de información empresarial de actividades y productos (SIEM e ingresar al portal tu empresa para iniciar el proceso por medios electrónicos, bajo lo siguiente:

1) Autenticación. Se debe indicar si quien realiza el trámite es un accionista o un fedatario público; aceptar los términos, condiciones y política de privacidad de la SE.

2) Denominación. Se debe indicar la denominación social previamente autorizada.

3) Accionistas. En caso de ser uno solo accionista, seleccionar la opción de firma, se verifican datos personales y se declara si el accionista único participa en otras sociedades mercantiles y debe confirmar su voluntad para participar en la SAS; en caso de que haya más de un accionista, se deben ingresar los correos electrónicos de cada uno de ellos para que confirme a la SE su voluntad de ingreso a la SAS, por el correo electrónico sas@economia.gob.mx en un link para ingresar en el sistema donde deberán completar los requisitos de autenticación.

4) Domicilio. En este apartado se señala que se puede seleccionar el domicilio de alguno de los accionistas o registrar uno nuevo.

5) Duración, se especifica si es definida o indefinida.

6) Estructura accionaria. Se debe indicar cuando se realizará el pago de las acciones, si al momento de constitución, o con posterioridad, sin que exceda de un año, contado a partir de la firma del acto constitutivo; señalar si la SAS es de capital variable; señalar el valor de las acciones en pesos; el número de acciones que tendrá cada accionista.

7) Objeto social. Elegir las actividades principales que desarrollará la SAS, de entre las actividades empresariales previstas en el SIEM; lo que implica que pueden elegirse varias actividades por lo que se debe señalar el porcentaje en que se realizará dicha actividad y declarar si la SAS venderá alimentos y si tendrá trabajadores.

8) Forma de administración. Señalar quien será el administrador de la SAS, mismos que será el representante legal de la sociedad con todas las facultades para poder actuar a nombre de la SAS Si es una sociedad de un solo socio, debe ser administrador el propio socio.

9) Resumen final. Bajo este rubro se alude al acto propio de constitución con la firma electrónica, se debe elegir firmar el documento en el cual consta la constitución de la sociedad, en el caso de que sea un solo accionista; si son dos o más, se elige la opción “correo” para que los accionistas reciban el correo de la SE de la cuenta sas@economia.gob.mx con un link para ingresar en el sistema para autenticarse con su firma, visualicen el documento y procedan a estampar su firma electrónica.

10) Descarga de documentos de la SAS. En este apartado, se permite descargar el acta constitutiva, la Boleta de inscripción al Registro Público de Comercio y otros trámites, para lo cual se puede contactar al correo: sascontacto@economia.gob.mx

Información financiera de las SAS

Para efectos de lo establecido en el artículo 272 de la LGSM, la información financiera que deberá publicar el administrador en el sistema electrónico son los siguientes:

Tabla 2. Datos de información financiera de la SAS

Datos de identificación	RFC Denominación social
Datos generales	Ejercicio Fecha y hora de presentación
Estado de resultados	Ingresos netos Gastos Utilidad bruta Pérdida bruta Utilidad antes de impuestos Pérdida antes de impuestos Utilidad neta Pérdida neta
Estado de posición financiera (balance)	Suma activo Suma pasivo Capital contable Capital social Suma pasivo más capital contable

Fuente: Elaboración propia a partir de datos consultados en las reglas de carácter general para el funcionamiento y operación del sistema electrónico de sociedades por acciones simplificadas.

Aspectos importantes a considerar por parte de las autoridades

La firma de abogados Auren Internacional (2016) especifica algunos puntos interesantes para las autoridades mexicanas:

a) Si bien, la integración de este tipo de sociedades, es un impulso a la economía nacional y, como se ha dicho, a la regularización del comercio, también es cierto, que la autoridad ha dejado de lado una serie de aspectos esenciales para la seguridad, mismos que son fundamentales en los esfuerzos que realiza el Estado en materia de combate a la delincuencia organizada, el terrorismo y manejo de recursos de procedencia ilícita (lavado de dinero) y que, a la fecha, son revisados por los fedatarios públicos.

b) Es decir, actualmente es el fedatario público quien da cumplimiento a esta importante tarea, toda vez que tiene a su cargo la identificación y determinación de la capacidad plena de los solicitantes de constitución de sociedades mercantiles, previniendo el robo de identidad o la utilización de “prestanombres” para la ejecución de actos de comercio ilícitos; asimismo, el fedatario público, en cumplimiento a las disposiciones de la Ley Federal para la Prevención e Identificación de Operaciones con Recursos de Procedencia Ilícita, verifica la procedencia del capital; inscribe las sociedades en el Registro Público de Comercio; obtiene el Registro Federal de Contribuyentes del Servicio de Administración Tributaria; da el Aviso de Uso de Denominación a la Secretaría de Economía y, en su caso; el Aviso de Cláusula de Extranjería a la Secretaría de Relaciones Exteriores, cuando se pacta la admisión de personas extranjeras, físicas o morales.

c) En este caso, las instituciones bancarias, al estar sujetas a la referida Ley Federal para la Prevención e Identificación de Operaciones con Recursos de Procedencia Ilícita, también tienen la responsabilidad de verificar la procedencia de recursos y la identificación plena de las personas morales; en el caso particular, las instituciones bancarias carecerían de certeza respecto a la identidad de las personas morales y su origen, pudiendo ser un impedimento para la apertura de cuentas bancarias y el otorgamiento de créditos.

Estado del arte

Jaramillo (2014), concluye en su investigación “Diferentes Miradas Sobre la Sociedad Por Acciones Simplificada (SAS), Tras un nuevo conocimiento” lo siguiente:

Es cierto e importante resaltar que si se logró un avance en el derecho comercial en Colombia a partir de la creación de este tipo societario, que a su vez se ve reflejada a nivel Latinoamericana porque los pequeños y medianos empresarios ya están expandiéndose, no es menos cierto que en Colombia los avances casi siempre se han copiado de otros países. Estas sociedades están siendo utilizadas para cometer delitos tales como el lavado de activos entre otros, debido a su flexibilización y a su bajo control por las entidades encargadas de este, haciéndose imposible debido a su multiplicación. Sin dejar de lado que sólo responden igualmente hasta el monto de sus aportes en materia fiscal, lo que deja como la posibilidad la realización de fraudes a la nación. Siendo lo anterior solo un abrebocas a una problemática que necesita reestructuración inmediata o en su defecto medidas efectivas que llenen estos vacíos jurídicos y que eliminen o limiten la utilización de este modelo societario para fines contrarios a la ley.

De igual forma en México este hecho jurídico se viene suscitando y se necesita lo que dice Jaramillo una reestructuración inmediata de las lagunas legales que quedan por subsanar para lograr de esta forma ser más competitivo, eficiente y eficaz. Por ende esta situación dará frutos y resultados positivos para todos aquellos que conformamos el Estado mexicano.

Por otro lado, León (2018), en su artículo “Las sociedades por acciones simplificadas en México” determina:

El reconocimiento legal de la SAS y específica que responde principalmente a la necesidad de facilitar el acceso a la personalidad para realizar actividades económicas y con ello la separación del patrimonio personal de los operadores económicos de pequeñas dimensiones o controladores, de los bienes destinados a sus actividades económicas; la configuración legal de la SAS mexicana aunque es congruente con la flexibilización regulatoria, es distinta de la establecida en Colombia y Francia en cuanto que está destinada para actividades cuyos ingresos anuales no rebasen una suma determinada de dinero, lo que dificulta su utilización para las grandes empresas.

La SAS como figura societaria híbrida en su regulación: flexible y a la vez imperativa, cuya constitución, incluso con un único socio, por medios electrónicos y sin costo representa un incentivo a los pequeños comerciantes y microempresarios; sin embargo, el cúmulo de obligaciones de información, publicidad y responsabilidad exigidos por la LGSM disuade su utilización y puede poner en peligro su éxito en México, dado que la ponderación de sus bondades y las obligaciones no resulta equilibrada, frente a las de la Sociedad Anónima.

En cuanto a la responsabilidad por actos en fraude o abuso de terceros, así como por la comisión de delitos, es necesaria. Empero la LGSM incluye a los inocentes al no prevenir que esa responsabilidad sea solo para los que hayan realizado, participado o tolerado los actos ilícitos;

aunque hay que reconocer que la unipersonalidad puede ser un escudo de protección para quienes cometan delitos o pretendan abusar de la ley en contra de terceros, si bien seguramente lo harán por otro mecanismo y no por la propia SAS en la que son los únicos socios.

Por último, habrá necesidad de conceder mayor libertad a los socios para configurar los estatutos sociales, con la predisposición de diversas opciones efectivas de cláusulas que permitan mayor libertad negocial en la SAS y no reglas de orden imperativo, sin descuidar la protección de las minorías ni favorecer el abuso de las mayorías, conforme la experiencia del derecho comparado y, de una vez por todas regular adecuadamente la unipersonalidad.

Materiales y métodos

Para llevar a cabo el análisis del presente trabajo de investigación se utilizó el modelo mixto es decir; cuantitativo y cualitativo. Basado principalmente en el acopio de información documental e interpretación de las normas jurídicas.

El trabajo de investigación se realizó en Ciudad Juárez, Chihuahua entre los meses enero - septiembre 2019, enfocando el interés del estudio en las SAS en el Estado Mexicano. Es preciso advertir que la investigación será de tipo aplicada, ya que pretende abordar un problema, en su etapa inicial, para posteriormente generar alternativas de solución.

Por otra parte la investigación será de carácter no experimental ya que no se manipulará la variable de estudio y se trabajará sobre situaciones o hechos ya existentes (normas jurídicas que rigen la operación y funcionamiento de las SAS).

En cuanto al proceso cuantitativo se especificaron las variables cuantificadas en números, como es el caso cuando se especificó que “en México hay más de 4.1 millones de microempresas que aportan el 41.8% del empleo total..., por citarlo como mero ejemplo”.

En la parte conceptual se realizó un análisis deductivo, inductivo, apoyado en criterios e interpretación de las normas jurídicas vigentes, así como la conceptualización de los mismos por la Real Academia Española.

La parte procedimental está enfocado a la confrontación y compulsión documental de diferentes investigadores y abundan el tema desde diferentes perspectivas, tales como estudio de casos y teorías fundamentadas.

La técnica de recopilación y acopio de datos está basado principalmente en el uso de las tecnologías de información como herramienta fundamental de investigación en nuestros tiempos.

Resultados

Cabe advertir la importancia que reviste para las personas que quieran constituir sociedades mercantiles, el contar con una asesoría legal, fiscal y administrativa de manera informada por parte de los especialistas en la materia, misma que les proporcionará la visión suficiente

para decidir sobre el tipo de sociedad, el objeto y el capital social, la administración, así como, los derechos y obligaciones de los socios y la validez de sus determinaciones.

Por todo ello, el éxito de la SAS dependerá de la voluntad del legislador en efectivamente proporcionar un nuevo instrumento para los emprendedores que les permita continuar utilizando el modelo electrónico y/o mayores posibilidades de clausulado, así como liberar el monto máximo de ingresos anuales a que se sujeta su existencia para permitir a las grandes empresas optar por este instrumento, como lo hace con los fondos de inversión que incluso no únicamente son de un solo socio, sino que no se les exigen las prevenciones que requiere para las SAS; se requiere una mayor flexibilización para su configuración y para regular las relaciones entre socios; así como la moderación de las obligaciones de publicidad no exigidas a los demás tipos sociales, que privan del derecho de secrecía al comerciante socio de la SAS, como la de publicar sus resultados anuales y sobre todo que se registren los contratos con el accionista) y lo colocan en un plano de desigualdad frente a la configuración de los demás tipos sociales.

Discusión

Al ser un tema con tintes meramente legales y fiscales, es necesario que si un empresario sea micro, mediano o grande quiere optar por esta nueva forma de constituir sociedades mercantiles, es necesario que se acerquen con algún perito en materia legal especializado en el derecho no solo corporativo sino también fiscal, esto con la finalidad de que se le pueda explicar al empresario cuales son las ventajas y desventajas que puede llegar a tener al momento de optar por una SAS, tal y como se ha mencionado en este trabajo. Tomando en cuenta también los objetivos e hipótesis planteada al inicio de este artículo se puede decir que la constitución de una SAS en relación a la legislación mexicana, no solo resulta en una excelente opción para el empresario mexicano, sino también para el mismo gobierno, ya que esta sociedad derivado de las bondades que tiene al ser una sociedad unipersonal y de bajo costo, generara los empresarios que se encuentran en la informalidad regularicen su status legal.

Bibliografía

- + Auren Internacional 2016. Firma de abogados. Sociedad por acciones simplificada en México (SAS). Recuperado del blog de la firma el 09 de agosto de 2019 <https://www.auren.com/es-MX/noticias/publicaciones/2016-03-14/sociedad-por-acciones-simplificada-en-mexico-sas>
- + Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros (Condusef), Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. Pymes. Revista digital “proteja su dinero”. Recuperado el 08 de agosto de 2019 de <https://www.condusef.gob.mx/Revista/index.php/usuario-inteligente/educacion-financiera/492-pymes>.
- + Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, Diario Oficial de la Federación, última reforma 06 de junio de 2019, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.
- + Gaceta del Semanario Judicial de la Federación, Suprema Corte de justicia de la Nación, Estados Unidos Mexicanos.
- + Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. Secretaría de Economía. Recuperado del portal el 09 de agosto de 2019 de <https://www.gob.mx/tramites/ficha/constitucion-de-sociedad-por-acciones-simplificada-sas/SE2568>.
- + Jaramillo, Marín Ruby Stella (15 de agosto de 2014). Diferentes miradas sobre la Sociedad por acciones simplificada (SAS), tras un nuevo conocimiento. Saber, Ciencia y Libertad. Recuperado el 28 de julio de 2019 de <file:///C:/Users/Admin/Downloads/Dialnet-DiferentesMiradasSobreLaSociedadPorAccionesSimplif-5104969.pdf>
- + Instituto Nacional de Información Estadística y Geografía (INEGI), Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos (2019). <https://www.inegi.org.mx/>
- + León, Tovar Zoila H., Universidad Panamericana Campus Guadalajara (2018). Las Sociedades por Acciones Simplificadas en México. Revista Digital Perspectiva Jurídica UP. Recuperado el 08 de agosto de 2019 de <http://www.edkpublicaciones.com/up/index.php/indice-7/las-sociedades-por-acciones-simplificadas-en-mexico>.
- + Ley Federal de Procedimiento Administrativo, Estados Unidos Mexicanos, Diario Oficial de la Federación, última reforma 18 de mayo de 2018, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.
- + Ley Federal para la Prevención e Identificación de Operaciones con Recursos de Procedencia Ilícita, Estados Unidos Mexicanos, Diario Oficial de la Federación, última reforma 09 de marzo de 2018, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.
- + Ley General de Sociedades Mercantiles, Estados Unidos Mexicanos, Diario Oficial de la Federación, última reforma 14 de junio de 2018, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.
- + Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, Estados Unidos Mexicanos, Diario Oficial de la Federación, última reforma 14 de mayo de 2019, Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.
- + Real Academia Española. Actualización 2019. (s/t). En Diccionario de la lengua española ((s/v), (s/p)). Madrid, España.
- 14) Reglamento Interior de la Secretaría de Economía, Estados Unidos Mexicanos, Diario Oficial de la Federación, publicado el 9 de septiembre de 2016, Presidencia de la República Mexicana.
- + Ramírez, Martínez Álvaro (Año 2, Número 6, Julio-Octubre 2017). La creación de la Sociedad por Acciones Simplificada: Análisis constitucional de este nuevo régimen en materia de Sociedades Mercantiles. DERECHO GLOBAL. ESTUDIOS SOBRE DERECHO Y JUSTICIA. Recuperado el 01 de agosto de 2019 de <file:///C:/Users/Admin/Downloads/91-Texto%20del%20art%C3%ADculo-110-4-10-20190613.pdf>.
- + Secretaría de Economía, 2016. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. Reglas de carácter general para el funcionamiento y operación del sistema electrónico de sociedades por acciones simplificadas. Diario Oficial de la Federación. Recuperado el 09 de agosto de 2019 de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5452591&fecha=14/09/2016.
- + Servicio de Administración Tributaria (SAT), Secretaría de Hacienda y Crédito Público, Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos (2019). <https://www.sat.gob.mx/>



ESTUDIO EXPLORATORIO SOBRE LOS FACTORES QUE INCIDEN EN LA ELECCIÓN DE UNA UNIVERSIDAD

Artículo arbitrado 06

Edición 15

Francisco Núñez Coria¹, Arturo González Torres², Liliana Trinidad Godínez Martínez³, Sandra Pamela Martínez Amaya⁴ y Armando Cortés Ordóñez⁵

^{1,2,3,4}Universidad de la República Mexicana,
Av. Tláhuac 4761, El Vergel, C. P. 09880,
Iztapalapa, Ciudad de México, México.

⁵Universidad del Valle de México.
Plaza Artz Pedregal,
Torre 2 Piso 9 – WeWork.
Periférico Sur # 3720, Jardines del Pedregal.
CDMX, México.



cann_azteca@hotmail.com

Recibido: Septiembre 7, 2020.

Recibido en forma revisada: Noviembre 2, 2020.

Aceptado: Noviembre 5, 2020.

Resumen: La selección de una Institución de Educación Superior (IES) es uno de los aspectos más importantes de la vida de cualquier estudiante, ya que de ahí dependerá su futuro y se construirá su proyecto de vida. El propósito de este trabajo es la implementación del análisis factorial exploratorio aplicado en la determinación de factores que inciden en la elección de una universidad. El método utilizado tiene un alcance descriptivo con un enfoque de investigación cuantitativo. Los resultados arrojaron que los factores más importantes para la elección de una universidad son: precio, opiniones, instalaciones internas, localización y reputación.

+ **Palabras clave:** Análisis, determinación, factores, elección, precio.

Abstract: The selection of a Higher Education Institution (IES) is one of the most important aspects of the life of any student, since their future will depend on it and their life project will be built. The purpose of this work is the implementation of the exploratory factor analysis applied in the determination of factors that affect the choice of a university. The method used has a descriptive scope with a quantitative research approach. The results showed that the most important factors for choosing a university are: economy, opinions, internal facilities, location and reputation.

Introducción

Miles de jóvenes cada año buscan seguir preparándose en el ámbito escolar y específicamente en el nivel superior. Por lo tanto, muchos de estos jóvenes deben comenzar a identificar en que rama del estudio ellos buscarán desarrollarse, eligiendo la carrera que más les guste y convenga. En este punto, el estudiante deberá conocer las condiciones en las cuales se encuentra, para poder partir de ahí y pensar si entrará o no en alguna Universidad pública o privada. En 2017, el 26% de los adultos jóvenes tenía estudios de nivel secundario superior y el 23% un título de nivel terciario, todavía muy por debajo de los promedios de la OCDE, del 41% y el 44%, respectivamente (OCDE, 2018). La decisión de elección de una universidad (Gati y Asher, 2001) es un proceso el cual, lo realiza una persona, al contar con alternativas para analizarlas y después compararlas para luego seleccionar la que mejor se adapte a sus necesidades. Por su parte Hossler et al. (1989), mencionan que la selección de una IES puede ser un proceso complejo, el cual está constituido por varias etapas, las cuales una persona desarrolla durante su aspiración de sobresalir en su vida profesional. Kusumawati et al. (2010), señalan que cada factor tendrá para cada país y sobre todo para alumno un nivel de importancia diferente. El propósito de este trabajo es la implementación del análisis factorial exploratorio aplicado en la determinación de factores que inciden en la elección de una universidad. El presente estudio es una de las primeras investigaciones realizadas en este dentro de la IES de estudio, por tal motivo, la investigación hará una contribución significativa al conocimiento de esta área de investigación.

Investigaciones previas

Zamora (2010), realizó un estudio en el cual los parámetros que inciden en la elección de una IES son: reputación de la escuela y beneficios económicos. Ramírez (2011), llegó a la conclusión que el parámetro socioeconómico, influye en la selección de una escuela. García y Moreno (2012), finiquitaron que los factores que tienen más significancia en la elección de una escuela son: económica, calidad institucional y académica, infraestructura. Carrasco, Zúñiga y Espinoza (2014), llegaron a la conclusión que la familia y el apoyo económico influyen de manera significativa en la selección de una escuela. Lucano (2014), derivado de su estudio, concluyó que las variables: factor psicológico, entorno familiar y el grado de instrucción de los padres y familiar influyen en la elección de una universidad. Úbeda (2015), analizó los factores de elección de universidad pública, localización de la institución, la amplia oferta institucional. Trujillo (2016). Identificó que el nivel académico, convenios laborales y precios de las carreras influyen de manera importante en la elección. Bascañán y Buscamante (2017), efectuaron una investigación y concluyeron que la vocación, la rentabilidad, la empleabilidad de las carreras, la situación económica de la familia, acreditación de la carrera y de la universidad son factores que influyen en la elección. Herrera (2017), desarrolló un estudio donde encontró que las variables familia, amistades, oferta educativa, duración de los estudios, posibilidades de salida laboral son los parámetros que inciden en la elección. Asimismo López (2017), indagó las variables que influyen en la selección, donde encontraron que el prestigio y la economía fueron los factores que más sobresalieron. Bravo y Vergara (2018), concluyeron que los intereses

personales de los estudiantes son el factor determinante al momento de la elección. Briones y Triviño (2018). Identificaron que el sistema de admisión a la educación superior y el factor económico influyen en la elección de una universidad. Mamani (2018), de acuerdo a su investigación concluyó que los factores institucionales, factores sociales y factores demográficos inciden en una elección. Vázquez, Hernández y Rodríguez (2019), encontraron en su estudio que los factores que influyen en una elección de universidad son: religión, ambiente en el campus y el prestigio. Zuniga, Soria y Araya (2019), llegaron a la conclusión que la reputación de la universidad y el acceso a beneficios económicos son factores importantes en la selección de una institución de educación superior.

Metodología

Participantes

La investigación se llevó a cabo con un total de 66 estudiantes; 22 estudiantes procedentes de la alcaldía Coyoacán, 22 estudiantes de la alcaldía Iztapalapa y 22 estudiantes del Estado de México, de los cuales 33 son del sexo femenino y 33 del sexo masculino, con edades comprendidas entre los 15 y 20 años.

Método

El método utilizado tiene un alcance descriptivo donde que el estudio trabaja sobre la realidad de hechos y su característica fundamental es la de presentar una interpretación correcta que incluye estudios tales como encuestas, casos exploratorios y causales, entre otros (Zorrilla, 2007). El enfoque de investigación fue de carácter cuantitativo, Malhotra (2004), señala que es tipo de investigación busca cuantificar los datos para aplicar un tipo de análisis estadístico; por esta razón, el estudio se ajusta a la recolección y análisis de los datos.

Instrumento

El instrumento utilizado para el presente estudio fue elaborado por Romero et al. (2017), el cual está constituido por 18 ítems. Emplea una escala de Likert de 5 escalas, donde el puntaje 1 tiene un significado de sin importancia y el puntaje de 5 tiene un significado de extremadamente importante. El parámetro alfa de Cronbach fue de 0.865, por lo cual, se considera que el instrumento tiene una confiabilidad buena. El valor mínimo aceptable para el coeficiente alfa de Cronbach es 0.7; por debajo de ese valor la consistencia interna de la escala utilizada es baja (Celina y Campo, 2005).

Procedimiento

Para la recopilación de la información se utilizó la técnica de muestreo, el cual fue aleatorio simple. Se utilizó el instrumento de la encuesta, para ello se construyó un formulario en línea para que las personas la pudieran contestar. Concluido el trabajo antes mencionado, se analizaron y evaluaron los datos arrojados de los instrumentos contestados por los participantes.

Resultados y discusión

En esta sección, se presentan los resultados obtenidos, una vez realizado la implementación del instrumento. Se utilizó el software SPSS®, para validar la información recolectada. La Figura 1, muestra los datos completos. Se puede observar que, en el análisis de los datos recolectados, no se presentó ninguna pregunta incompleta.

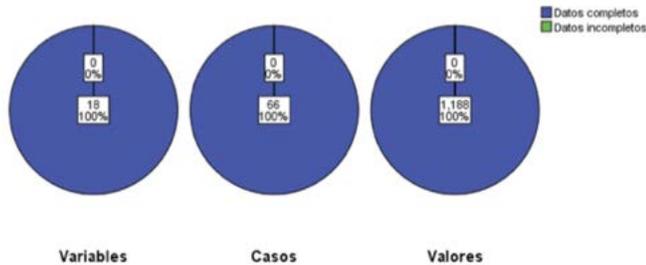


Figura 1. Resumen de valores perdidos.

Se empleó el coeficiente alfa de Cronbach para medir la consistencia interna de los datos (Luján y Cardona, 2015). La tabla 1, muestra que el resultado fue de 0.792, por lo que se considera según Nunnally (1978), que la fiabilidad del instrumento es aceptable para realizar el Análisis Factorial Exploratorio.

Tabla 1. Estadísticas de fiabilidad.

Alfa de Cronbach	N de elementos
0.792	18

Las pruebas que se calcularon fueron: índice de esfericidad de Bartlett y el valor de KMO (Kaiser Meyer Olkin) (Tabla 2). Se utilizó el software SPSS® para calcular los valores mencionados. Los resultados fueron los siguientes: índice de esfericidad de Bartlett presentó una significancia muy inferior al límite 0.05, pues fue de 0.000 y el valor de KMO osciló en 0.703, lo que indican que los valores son válidos según Montoya (2007), para continuar con el proceso de análisis factorial.

Tabla 2. Prueba de KMO y Bartlett.

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo	0.703
Prueba de esfericidad de Bartlett Aprox. Chi-cuadrado	345.516
gl	153
Sig.	0

El siguiente paso, fue el agrupamiento de las variables, para ello, se utilizó la técnica de Análisis de Componentes Principales (ACP). Los factores que se obtuvieron fueron 5. La Figura 2, muestra el número de factores representado en el punto de caída, como lo menciona Hair et al. (1999) el cual indica el número de factores que debe generar el análisis,

en el estudio fueron 5.

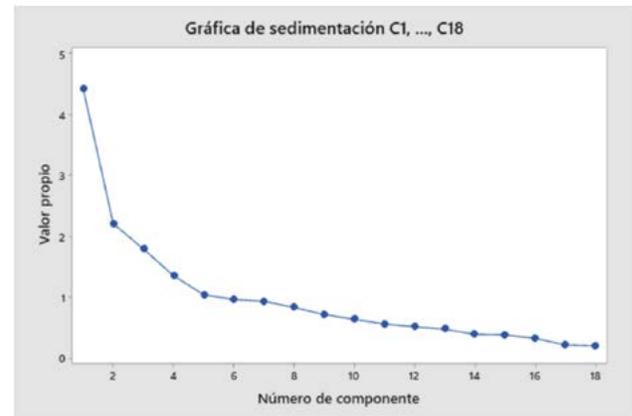


Figura 2. Resumen de valores perdidos.

La Tabla 3 se explica la varianza total explicada, donde con 5 criterios se explica un 60.130%. En las ciencias sociales, donde la información muchas veces es menos precisa, es normal considerar una solución que represente un 60 % de la varianza total (y en algunos casos incluso menos) como satisfactoria (Mejía, 2017).

Tabla 3. Varianza y criterios.

Componente	Autovalores iniciales		
	Total	% de varianza	% acumulado
1	4.426	24.591	24.591
2	2.207	12.263	36.854
3	1.793	9.963	46.816
4	1.354	7.522	54.338
5	1.043	5.792	60.130
6	0.965	5.363	65.493
7	0.935	5.193	70.687
8	0.833	4.629	75.316
9	0.718	3.991	79.307
10	0.639	3.549	82.856
11	0.563	3.125	85.981
12	0.517	2.871	88.852
13	0.477	2.650	91.502
14	0.393	2.184	93.686
15	0.385	2.140	95.826
16	0.328	1.820	97.646
17	0.219	1.217	98.863
18	0.205	1.137	100.000

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Componente	Sumas de extracción de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado
1	4.426	24.591	24.591
2	2.207	12.263	36.854
3	1.793	9.963	46.816
4	1.354	7.522	54.338
5	1.043	5.792	60.130
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Componente	Sumas de rotación de cargas al cuadrado		
	Total	% de varianza	% acumulado
1	2.491	13.839	13.839
2	2.456	13.646	27.485
3	2.221	12.339	39.825
4	1.933	10.740	50.565
5	1.722	9.565	60.130
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			

Método de extracción: análisis de componentes principales.



Figura 3. Factores que inciden en la elección de una IES.

Continuando con el estudio se empleó el método VARIMAX, con el fin de establecer la clasificación de los factores. Los resultados obtenidos muestran la agrupación de los 18 ítems en 5 componentes (Tabla 4).

Tabla 4. Matriz de componentes rotados.

	Componente				
	1	2	3	4	5
VAR00001	.195	.337	.222	-.294	.594
VAR00002	.674	.044	-.080	.086	.484
VAR00003	.800	-.015	.075	-.014	-.008
VAR00004	.239	.309	-.092	.309	.486
VAR00005	.077	-.052	.070	.726	.082
VAR00006	.194	-.068	.191	.171	.601
VAR00007	.528	.140	.265	.296	.048
VAR00008	-.018	.807	.100	.086	.099
VAR00009	-.051	.014	.539	-.512	-.102
VAR00010	.143	-.247	.781	-.068	.071
VAR00011	.076	.158	.660	.152	.296
VAR00012	.596	.133	.421	.176	.097
VAR00013	.605	.260	-.052	.025	.210
VAR00014	.232	.569	-.277	.463	.289
VAR00015	.255	.776	-.048	-.018	.012
VAR00016	.106	.361	.138	.704	-.062
VAR00017	.309	.362	.396	.125	-.478
VAR00018	.056	.457	.509	.211	-.215

Método de extracción: análisis de componentes principales.

Método de rotación: Varimax con normalización Kaiser.

Con lo realizado en el punto anterior, el análisis arroja 5 factores claros con correlaciones más altas con el factor determinado. Los factores fueron: precio, opiniones, instalaciones internas, localización y reputación (Figura 3).

Trabajo a futuro

Se recomienda ampliar la muestra con el fin de tener mayor confiabilidad en el estudio. También se sugiere tomar en cuenta las demás alcaldías de la Ciudad de México, con el fin de indagar más sobre los factores que inciden en la elección de una universidad.

Conclusiones

Con la información arrojada mediante el estudio realizado, se pudieron definir los principales factores tomados en cuenta por alumnos de diferentes lugares cercanos a la universidad de estudio. Este estudio proporciona una comprensión de las variables críticas que subyacen en la elección de una universidad desde la perspectiva de los estudiantes.

Al conocer los resultados arrojados notar como es que este se relaciona con lo obtenido con investigaciones como: Agrey y Lampadanque (2014); Liên, Hòa y Anh (2015); Proboyo y Soedarsono (2015); Romero et al. (2017); Le Anh (2018); Powell (2019), se relacionan con factores como lo es el económico, precios de las colegiaturas, prestigio de la institución, infraestructura, etc. Estos factores deben de ser tomados en cuenta por parte de la IES con el fin de desarrollar estrategias para cada uno de los factores encontrados, con el fin de llevar a cabo la adquisición de cada una de estas variables y así, lograr una ventaja competitiva.

Agradecimientos

Eduardo Rafael Poblano Ojinaga y Sonia Adolfo Durán por su tutoramiento y asesoramiento en el desarrollo del proyecto.

Bibliografía

- + L. Agrey y N. Lampadanque, "Determinant Factors Contributing to Student Choice in Selecting a University," *Journal of Education and Human Development*, 3 (2), 391-404, 2014. http://jehdnet.com/journals/jehd/Vol_3_No_2_June_2014/22.pdf
- + C. Bascuñán y H. Buscamante, "Estudio sobre los Factores que Inciden en la Elección de Carrera durante el Proceso de Transición a la Educación Superior en Alumnos de Cuarto Medio bajo la Modalidad Científico Humanista," *Universidad de la Frontera*, 2017. <http://revistas.ufro.cl/ojs/index.php/educacion/article/view/1090>
- + G. Bravo Torres y M. A. Vergara Tamayo, "Factores que determinan la elección de carrera profesional: en estudiantes de undécimo grado de colegios públicos y privados de Barrancabermeja," *Revista Psicoespacios*, 12 (20), 35-48, 2018. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6309708.pdf>
- + Y. M. Briones Palacios y J. R. Triviño Sabando, "Factores que intervienen para elegir carreras universitarias," *Universidad Técnica de Manabí*. In J.C. Tovar-Gálvez (Ed.), *Trends and challenges in Higher Education in Latin America*, (pp. 200-207). Eindhoven, NL: Adaya Press, 2018. <http://www.adayapress.com/wp-content/uploads/2018/04/20.pdf>
- + E. Carrasco, C. Zúñiga y J. Espinoza, "Elección de carrera en estudiantes de nivel socioeconómico bajo de universidades chilenas altamente selectivas," *Calidad en la educación*, (40), 95-128, 2014. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-45652014000100004
- + H. Celina y A. Campo, "Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach," *Revista colombiana de psiquiatría*, 34 (4), 572-580, 2005. <https://www.redalyc.org/pdf/806/80634409.pdf>
- + J. L. García Alcaraz y C. S. Moreno Morales, "Factores considerados al seleccionar una universidad Caso Ciudad Juárez," *Revista Mexicana de investigación educativa*, 17(52), 287-305, 2012. <https://www.redalyc.org/pdf/140/14023076012.pdf>
- + I. Gati e I. Asher, "The PIC model for career decision making: Prescreening, in-depth exploration, and choice," In T. L. Leong & A. Barak (Eds.), *Contemporary models in vocational psychology: A volume in honor of Samuel H. Osipow* (6-54). New Jersey: Lawrence Erlbaum, 2001. <https://www.cjournal.cz/files/146.pdf>
- + J.F. Hair, R.E. Anderson, R.L. Tatham y W. Black, "Análisis Multivariante," Madrid: Prentice Hall, 1999.
- + S.M. Herrera Henostroza, "Factores que influyen en la elección de la carrera de Enfermería (tesis de licenciatura)," *Universidad San Pedro*. Huaraz - Perú, 2017. http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/8662/Tesis_56765.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- + D. Hossler, J. Braxton y G. Coopersmith, "Understanding student college choice," In J. C. Smart (Ed.), *Higher education: Handbook of theory and research*. Vol. V. New York, NY: Agathon Press, 1989.
- + A. Kusumawati, V. K. Yanamandram y N. Perera, "University marketing and consumer behavior concerns: the shifting preference of university selection criteria in Indonesia," *2010 Asian Studies Association of Australia 18th Biennial Conference*, 1-16, 2010.
- + T. Le Anh, "Study the Factors Affecting the Choice of Accommodation for New Students: Case in Da Nang City, Vietnam," *International Research Journal of Advanced Engineering and Science*, 3 (4), 143-147, 2018.
- + T. Liên, NT Hòa y NT Anh, "Factors Influencing VNU-IS Students' Choice of University," *VNU Journal of Science*, 31 (4), 67-76, 2015. <https://js.vnu.edu.vn/SSH/article/view/243/236>
- + M. del R. López Saucedo, "Elección de universidad, área de estudio y carrera: estudiantes de bachilleratos públicos y privados de Hermosillo (tesis de maestría)," *Universidad de Sonora*. Hermosillo, Sonora, 2017. <http://www.repositorioinstitucional.uson.mx/bitstream/handle/unison/273/lopezsaucedamariadelrosariom.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- + E. Lucano Crisóstomo, "Factores psico-familiares asociados a

la elección de la escuela profesional en los estudiantes de la universidad andina del cusco – 2014,” *Yachay - Revista Científico Cultural*, 5(1), 167, 2017. Recuperado a partir de <http://revistas.uandina.edu.pe/ojs/index.php/YACHAY/article/view/12>

+ J. A. Luján Tangarife y J. A. Cardona Arias, “Construcción y validación de escalas de medición en salud: revisión de propiedades psicométricas,” *Archivos de medicina*, 11 (3), 1-10, 2015.

+ N. Malhotra, “Investigación de Mercados. Un enfoque aplicado. México: Pearson Educación.

+ Mamani Ramos, O. J. (2018). *Factores que influyen en la elección de una carrera universitaria (trabajo fin de máster)*,” Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España, 2004. https://eprints.ucm.es/49860/1/TFM_Sept2018_Mamami_E-prints.pdf

+ J. Mejía Trejo, “Las ciencias de la administración y el análisis multivariante. Proyectos de investigación, análisis y discusión de los resultados,” Tomo II. *Las técnicas interdependientes*. México: Universidad de Guadalajara, 2017.

+ J. C. Nunnally, “*Psychometric theory*,” McGraw-Hill, 1978.

+ O. Montoya Suárez, “Aplicación del análisis factorial a la investigación de mercados. caso de estudio,” *Scientia Et Technica*, 1(35), 281-286, 2007.

+ OCDE, “Sources, Methods and Technical Notes,” in *Education at a Glance 2018: OECD Indicators*, OECD Publishing, Paris, 2018.

+ A. M. Powell, “Factors influencing choice of major in the College of Agriculture and Life Sciences at Iowa State University (Graduate Theses and Dissertations),” Iowa State University. Estados Unidos, 2019.

+ A. Proboyo y R. Soedarsono, “Influential factors in choosing higher education institution: a case study of a private university in Surabaya,” *Jurnal Manajemen Pemasaran*, 9 (1), 1-7, 2015.

+ A. Ramírez Hassan, “Modelos de elección discreta Una aplica-

ción a la demanda por cupos universitarios en ciudades intermedias de Colombia,” *Revista Universidad EAFIT*, 44 (152), 66-79, 2011. Recuperado a partir de <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/85>

+ R. Romero López, A.C. Matheus-Marin, E.R. Poblano-Ojinaga, H. García Castellanos y J.A. Pinto-Santos, “Factores que inciden en la selección de una IES: Uso del Análisis Factorial Exploratorio (AFE),” *Journal CIM*, 5 (2), 217-223, 2017.

+ J. Trujillo, “Razones que inciden en la elección de la universidad en estudiantes del nivel secundario de la Región San Martín,” *Apuntes Universitarios. Revista de Investigación*, 6 (2), 69-79, 2016. <https://www.redalyc.org/pdf/4676/467647511005.pdf>

+ J. E. Ubeda García, “Factores de elección de universidad publica en la comunidad valenciana (tesis doctoral),” *Universitat de València. España*, 2015. http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/52757/tesis_JE_Ubeda_Fact_Elec_Univ_Publ_Com_Val_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

+ I. Vázquez Velázquez, A. Hernández Villegas y R. Rodríguez Antonio, “Factores que influyen en la elección de una universidad para cursar estudios de pregrado,” *UNACIENCIA*, 12 (23), 70-78, 2019. <http://revistas.unac.edu.co/index.php/unaciencia/article/view/247>

+ J. Zamora Araya, “Determinantes de la elección de una universidad para estudiantes de último año de educación secundaria en Costa Rica,” *Revista De Ciencias Económicas*, 28 (2), 335-352, 2010. Recuperado a partir de <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/economicas/article/view/7093>

+ S. Zorrilla, “Introducción a la metodología de la investigación,” México: Editorial Océano, 2007.

+ S. Zuniga-Jara, K. Soria-Barreto y S. C. Araya-Pizarro, “Factores Determinantes en la Elección de una Universidad por Estudiantes de Ingeniería Comercial en la Región de Coquimbo, Chile,” *Formación universitaria*, 12(5), 61-68, 2019. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062019000500061



FACTORES QUE INFLUYEN EN LA PARTICIPACIÓN DE LA MUJER EN EMPRESAS DE HOSPEDAJE A NIVEL DIRECTIVO

Artículo arbitrado 07

Edición 15

Korima del Ángel Hernández Sarao¹, José Manuel Jiménez García² y Diana Sánchez Estrada³

^{1,2}Universidad de Quintana Roo
Av. Chetumal SM 260 Mz. Y 16 Lt. 1-01,
Fraccionamiento Prado Norte
Chetumal, Quintana Roo
C.P. 77519.

³Universidad Tecnológica de Cancún
Carretera Cancún- Aeropuerto, Km 11.5
SM. 299, Mz 5, Lt1
Cancún, Quintana Roo
C.P. 77565.



1620967@uqroo.mx
jmjimenezgarcia@uqroo.edu.mx
dsanchez@utcancun.edu.mx

Recibido: Septiembre 4, 2020.

Recibido en forma revisada: Noviembre 2, 2020.

Aceptado: Noviembre 5, 2020.

Resumen: La presente investigación, se realizó con el objetivo de identificar los factores sociales, culturales y políticos que influyen en la participación de la mujer en puestos a nivel directivo en empresas de hospedaje por medio de una revisión bibliográfica exploratoria no concluyente de manera sistemática con documentación obtenida a través de Google Académico, Scielo, Redalyc, sitios web gubernamentales oficiales como el Índice de Desarrollo Relativo al Género (IDG), la Organización para Desarrollo Económico (OCDE) y la Organización Mundial del Turismo (OMT), usando criterios de búsqueda acerca de la perspectiva de género y turismo, la participación de la mujer en la hotelería y el empoderamiento de la mujer. La brecha salarial de género, la Teoría techo de cristal, la falta de equilibrio entre el ámbito profesional y personal de la mujer son factores que impiden el ascenso de las mujeres a obtener cargos con roles de toma de decisiones en la industria turística.

Palabras clave: Participación de la mujer, empoderamiento de la mujer, puesto directivo, hotelería, hospedaje.

Abstract: This research was conducted with the aim of identifying social, cultural and political factors that influence women's participation in senior positions in hosting companies through a systematic inconclusive exploratory literature review with documentation obtained

through Google Academic, Scielo, Redalyc, official government websites such as the Gender Development Index (IDG), the Organization for Economic Development (OECD) and the World Tourism Organization (UNWTO), using search criteria on the gender and tourism perspective, women's participation in hospitality and women's empowerment. The gender pay gap, the Glass Ceiling Theory, the lack of equilibrium between the professional and personal spheres of women are factors that prevent women from becoming positions with decision-making roles in the tourism industry.

✦ **Keywords:** *Women participation, women empowerment, CEO, hotels, lodging.*

Introducción

Las mujeres han demostrado ser capaces de participar, dirigir y liderar en el ámbito laboral; de acuerdo con Quiñones (2020) países como Nueva Zelanda, Islandia, Alemania, y Dinamarca son dirigidos por mandatarias, y hoy cuentan con reconocimientos por sus iniciativas que han resultado efectivas ante el manejo de la crisis del COVID-19 en el año 2020, a pesar de que solo se tiene en cuenta que menos del 10% de todas las naciones del mundo son lideradas por mujeres.

Acorde con el reportaje: las virtudes de las mujeres líderes mundiales ante las crisis de Quiñones (2020), las mujeres que lideran poseen una particular disciplina, sensibilidad y capacidad de respuesta frente a esta pandemia, y por ello han podido desarrollar mejores políticas, además, en el informe perspectivas internacionales sobre la mujer y el trabajo en hoteles, restauración y turismo Agustí y Martín (2007), menciona que la falta de mujeres en puestos directivos se ha convertido en un problema, debido a que tienen una participación promedio del 55,5% a escala global en la fuerza laboral de la industria turística, sin embargo, suelen estar representadas en posiciones de menor remuneración y especialización, en particular en posiciones de atención al cliente y gestión interna. Asimismo, Grant (2017), indica que solo el 25% de los puestos ejecutivos de los sectores públicos y privados a nivel mundial, son ocupados por la mujer.

Teniendo en cuenta lo que señala, Leroux (citado en Sandoval, 2015), la importancia de la mujer a nivel directivo juega un rol estratégico dentro del capital humano de una empresa, por lo que asegura que el aumento de la representación femenina en los consejos directivos ayuda a mejorar las relaciones con el personal, es decir, las mujeres aportan mejores resultados a las empresas y su desempeño en materia de innovación e ingresos aumenta significativamente cuando los puestos directivos son ocupados por ellas (Grant, 2017).

En este documento se presentan los resultados de una revisión bibliográfica sobre los distintos factores sociales, culturales y políticos que influyen en la participación de la mujer en el nivel directivo en las empresas de hospedaje: la información servirá para desarrollar posteriormente un Modelo de gestión de recursos humanos, que fomente la participación de las mujeres.

El artículo se presenta bajo la siguiente estructura: se expone la Teoría de techo de cristal que plantea las causas principales de la desigualdad laboral, con respecto a la participación de la mujer, posteriormente

se aborda el tema del empoderamiento de la mujer, enfatizando su concepto y la situación en que se encuentra dentro del sector. Por último, se presentan los resultados obtenidos de la revisión bibliográfica, identificando los factores que influyen en la participación de la mujer a nivel directivo en empresas de hospedaje.

Justificación

De acuerdo con la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico OCDE (citado en Mackenzie, 2017), México se posiciona en los últimos lugares en porcentaje de mujeres en consejos de administración (Figura 1), porcentaje de mujeres en consejos de Administración OCDE), sólo por encima de Japón, Chile y Brasil. En el extremo opuesto se ubica Noruega, donde casi el 40% de las féminas tienen trabajos directivos.

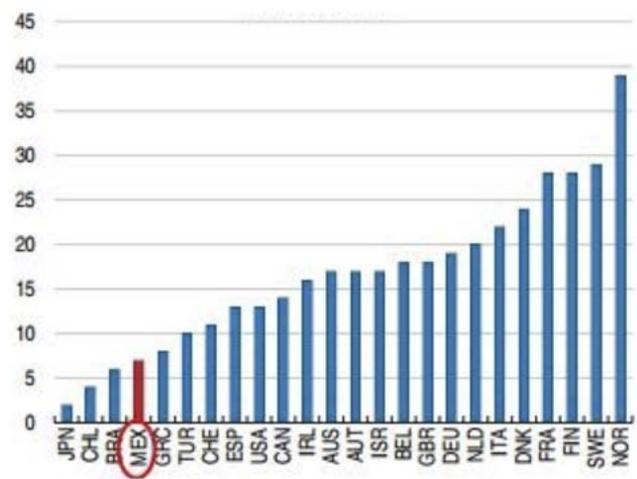


Figura 1. Porcentaje de mujeres en consejos de administración OCDE. (Citado en Mackenzie, 2017).

Complementando la figura anterior, se establece que solamente el 5% de las empresas tienen una directora o gerente, y solo el 4% tienen una participación mayoritaria femenina, siendo que hay menos mujeres en roles de toma de decisiones.

El documento Estudios Económicos (citado en Mackenzie, 2017), menciona que las mexicanas aún ganan 16.7% menos en promedio que los hombres, esto ocurre por interrupciones en su carrera profesional, segregación ocupacional y sectorial en trabajos informales mal pagados, los efectos de las barreras laborales, las preferencias, limitaciones, diferencias en horas laborales remuneradas o no remuneradas e incluso la discriminación en la contratación y ascensos.

Estos resultados hacen cuestionar la participación de las mujeres en la alta dirección dentro de las organizaciones, y la necesidad de incorporación de políticas que gestionen la diversidad dentro de la empresa, ya no en términos de equidad y justicia social, sino como un elemento más de competitividad empresarial (Vega, Santero, Castro y Gómez 2016). Sin embargo, Bucheli y Sanroman (citado en Mejía, Serrano y López 2016), menciona que siguen existiendo barreras no explícitas que obstaculizan a las mujeres para desempeñar funciones de dirección y mando

empresarial, tal como lo dictan los estudios de Brunet y Santamaría (citado en Mejía et al 2016), que señala a la invisibilidad femenina como parte de esa barrera en el ámbito ejecutivo laboral.

Objetivo general

Identificar factores sociales, culturales y políticos que influyen en la participación de la mujer en empresas de hospedaje a nivel directivo.

Hipótesis

El trabajo parte del siguiente supuesto: la brecha salarial de género, el nepotismo y la capacitación, son considerados factores que no repercuten en la participación de la mujer a nivel directivo en empresas de hospedaje.

Marco teórico

La Teoría de cristal

Dentro de las organizaciones se ha constatado la existencia del denominado Techo de cristal, éste es un término empleado desde finales de los años ochenta del siglo XX para designar una barrera invisible que impide a las mujeres altamente calificadas, alcanzar puestos de responsabilidad en las organizaciones en las que trabajan (Camarena y Saavedra, 2018).

En un principio, el concepto de Techo de cristal de Bustos (2002), fue utilizado para analizar la carrera laboral de mujeres que, teniendo una trayectoria profesional y un nivel de competencia alto en sus lugares de trabajo, se topaban con un freno al intentar avanzar en sus carreras.

Agustí y Martín (2007), explican que son pocas las mujeres que ascienden a los puestos clave de poder después de haber vencido numerosas dificultades, las que llegan, habitualmente, se ven presionadas a asumir un modelo de dirección masculino. Sin embargo, pese a que el acceso a estos puestos es complicado, no se puede calificar de imposible en tanto las mujeres dispongan de recursos que les ayuden a afrontar estos obstáculos, reduciéndolos o eliminándolos.

Una encuesta a las empresas más importantes de México, las mujeres en este país continúan enfrentando desafíos profesionales de inmensas proporciones: están sub-representadas en todos los niveles de la jerarquía corporativa, ganan menos y tienen menor probabilidad de ser promovidas que los hombres. (Bolio, Ibarra, Rentería y Garza, 2019)

Empoderamiento de la mujer

Margaret Schuler (citada en Ruvalcaba 2013), define el empoderamiento como el proceso por el cual las mujeres tienen la posibilidad de incrementar su capacidad de configurar sus propias vidas y su entorno, una evolución en la concientización de ellas sobre sí mismas, en su estatus y en su eficacia en las interacciones sociales.

Dicho lo anterior, los procesos de empoderamiento se dan a través de tres aspectos: la educación, el trabajo y el liderazgo, características que permiten entrever la contribución de la mujer en la sociedad (Ferguson, 2010), más aún y según Hernández y García (citado en Saldaña, Echeverry, Madrigal y Madrigal, 2018), la educación es probablemente la condición previa más importante para mejorar la posición de las mujeres; sin embargo, no garantiza totalmente su empoderamiento.

Con respecto al empoderamiento de la mujer en el sector turístico, Ferguson (2010), afirma que, a pesar de las desigualdades y obstáculos en la participación de las mujeres en el proceso de producción del sector turístico, los trabajos a los que han tenido acceso, de cierta forma han contribuido en su empoderamiento, debido a que fomenta que las mujeres actúen por sí mismas, para sí mismas y demanden un trato más justo en sus lugares de trabajo, en el hogar y en el conjunto de la sociedad. Podría entonces afirmarse que todas estas observaciones se relacionan con la tendencia y presión desde la perspectiva global de igualdad de género.

Turismo y género en perspectiva global

Por lo anterior, es importante definir los siguientes conceptos, para darle contexto a este apartado, John Money (citado en Ochoa y Valdez, 2014) propuso el término papel de género para describir el conjunto de conductas atribuidas a los varones y a las mujeres, pero ha sido Robert Stoller (citado en Ochoa y Valdez, 2014) quien estableció más claramente la diferencia conceptual entre sexo y género.

Por su parte, Ferguson (2010), afirma que, a pesar de las desigualdades estructurales en la participación de las mujeres en la industria turística, su participación resulta beneficiosa por las características que tienen, que permiten desenvolverse en áreas de servicio, estas características apoyan el empoderamiento de las trabajadoras, que incluso llegan a asumir puestos de trabajo de nivel directivo en el ámbito profesional turístico.

El papel de la mujer en el turismo

De acuerdo con el informe Perspectivas internacionales sobre la mujer OMT (En Hosteltur, 2018) y el trabajo en hoteles, restauración y turismo, las mujeres tienen una participación promedio del 55,5% a escala global en la fuerza laboral de la industria turística, sin embargo, suelen estar representadas en posiciones de menor remuneración y especialización, en particular en posiciones de atención al cliente y gestión interna.

Según el Global Report on Women in Tourism publicado en 2010 por la Organización Mundial de Turismo se pueden identificar las siguientes afirmaciones (citadas en Hosteltur, 2018):

1. Las mujeres constituyen una elevada proporción de la fuerza laboral del sector turístico.
2. Las mujeres están bien representadas en puestos de trabajo de servicio y de oficina, pero pobremente representadas en niveles denominados profesionales.
3. Las mujeres que trabajan en turismo cobran en promedio entre un 10 y un 15% menos que los hombres en puestos iguales.
4. El sector turístico tiene casi el doble de empleados mujeres en comparación a otros sectores económicos.
5. Solo uno de cada cinco Ministerios de Turismo está dirigido por mujeres.
6. La presencia de mujeres autónomas en el sector turístico es muy superior a la de otros sectores económicos.

7. Las mujeres que trabajan en turismo realizan una gran cantidad de trabajo no remunerado.

En este mismo reporte, se establece que una parte importante de las mujeres dentro del sector turístico están a menudo concentradas en puestos de trabajos precarios, de bajo estatus, y con salarios bajos., además se menciona que estas situaciones se deben a las barreras que se presentan a continuación las cuales evitan el crecimiento profesional de la mujer en el sector turístico.

1. Dificultades para combinar actividad profesional al máximo nivel con responsabilidades inherentes al cuidado familiar.
2. La cultura de las organizaciones es predominantemente masculina.
3. Prejuicios de género.
4. Carencia o exclusión de las redes informales de comunicación y contactos.
5. Ausencia visible de mujeres en cargos directivos.

En el caso de Cancún, de acuerdo con el Índice de Desarrollo relativo al Género en el estado de Quintana Roo, existe una marcada desigualdad entre hombres y mujeres., la brecha más importante en uno de los componentes de este índice establece que la brecha entre los salarios de los hombres y mujeres es muy amplia: las mujeres ganan, en promedio 9 mil 487 dólares mientras que los hombres 18 mil 361 dólares, lo que significa que ellas ganan alrededor de 48% menos de lo que ganan los hombres, resultando urgente y pertinente enfatizar en propuestas que mitiguen esta brecha de género en el ámbito profesional.

Materiales y métodos

El presente trabajo se realizó, a través de una investigación exploratoria no concluyente, que de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014), los estudios exploratorios sirven para aumentar el grado de familiaridad con fenómenos relativamente desconocidos, obtener información sobre la posibilidad de llevar a cabo una investigación más completa sobre un contexto particular de la vida real, ya que se efectúan, normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado o que no ha sido abordado antes. Es por esto que, es no concluyente, ya se integra de tres etapas, la primera sobre la revisión a profundidad de fuentes bibliográficas, la segunda con herramientas primarias y secundarias, incluyendo una encuesta que aporte para el desarrollo del modelo de gestión de recursos humanos que tendrá como base el Modelo de Ivacovich (1992), y la tercera como etapa concluyente con resultados finales.

En la actualidad, la información se presenta en diversos formatos y fuentes: revistas, actas de congresos, informes, guías, tesis, libros, documentos electrónicos y bases de datos. Esta investigación requirió de una revisión bibliográfica que se realizó de manera sistemática considerando los temas siguientes: la participación de la mujer en el sector hotelero, empoderamiento de la mujer, perspectiva de género y turismo,

Teoría techo de cristal, además de incluir la revisión de diversas investigaciones relacionadas con la temática.

La Estrategia de búsqueda, consistió en primer lugar en la localización de documentación a través de Google Académico, Scielo, Redalyc, Academia.Edu, páginas oficiales como el Índice de Desarrollo Relativo al Género (IDG), La Organización para Desarrollo Económico (OCDE), la Organización Mundial del Turismo (OMT), posteriormente para identificar documentos relacionados con la temática, se rescataron documentos que resultaron beneficiosos para esta investigación.

Resultados y discusión

Como estudio exploratorio no concluyente, y como resultados preliminares, se tiene que, a partir de la revisión bibliográfica, fue factible comprobar la hipótesis planteada en un inicio: El trabajo parte del siguiente supuesto: la brecha salarial de género, el nepotismo y la capacitación, son considerados factores que no repercuten en la participación de la mujer a nivel directivo en empresas de hospedaje, estableciendo que la hipótesis planteada era incorrecta, muy por el contrario : la brecha salarial de género, el nepotismo y la capacitación condicionan la participación de la mujer a nivel directivo.

Se lograron identificar otros factores que no se habían incluido tales como: la Teoría techo de cristal, además de identificar que existen dificultades para combinar actividad profesional al máximo nivel con responsabilidades inherentes al cuidado familiar, otro aspecto que afecta la participación de la mujer es la cultura que existe en las organizaciones es predominantemente masculina, además de existir prejuicios de género, carencia o exclusión de las redes informales de comunicación y contacto y por último establecemos que existe una ausencia visible de mujeres en cargos directivos.

En Quintana Roo se ha demostrado de acuerdo al INEGI, 2010, que un hombre gana más que una mujer, según datos, las mujeres ganan, como se mencionó en el trabajo las mujeres ganan en promedio 48% menos que los hombres desempeñando la misma función.

Otro de los factores más sobresalientes es la Teoría techo de cristal, que de acuerdo con diversos autores e investigaciones afecta a la mujer en diversos ámbitos de su vida; por todo esto, las mujeres no sólo se enfrentan a un “techo de cristal” que les impide acceder a los puestos superiores de la escala, sino también a un suelo pegajoso. Este concepto lo ilustra Torres y Pau (2011), como las dificultades a que se enfrentan las mujeres graduadas para acceder a los primeros niveles de la carrera académica. Asimismo, Ramos et al. (citado en Zamudio, Francisco, Serrano y María del Rosario, 2011), menciona los factores de tipo interno y externo que estarían dificultando el ascenso de las mujeres a puestos de poder:

a. Barreras internas asociadas a la identidad de género femenina. Éstas tienen relación con el proceso de socialización que fomenta el desarrollo de características y actitudes asociadas a la identidad de género femenina que pueden ser negativas para su promoción y éxito profesional.

b. Barreras externas asociadas a la cultura organizacional y los este-

reotipos de género. La cultura organizacional actúa bloqueando la promoción laboral de las mujeres a través de varios procesos influidos por estereotipos y roles de género.

De manera que, toda propuesta que surja como una alternativa para el ascenso y participación de la mujer en puestos directivos, requerirá tomar en cuenta las barreras internas y externas y acciones que aminoren la brecha de género en el ámbito profesional.

Conclusiones preliminares

Es importante reconocer que investigar no es una tarea fácil y más si se investiga sobre temas poco conocidos, como lo fue el presente trabajo, después de haber realizado la revisión bibliográfica, se concluyó que las mujeres tienen el deber de hacer frente a un mayor número de obstáculos (factores sociales, culturales y políticos relacionados a las barreras internas y externas), en comparación con los hombres en el sector turístico, especialmente cuando se trata del acceso a cargos de nivel directo y por ende con mayor responsabilidad, a pesar de que la participación de las mujeres en el sector laboral generalmente fomenta la honestidad y un mejor desempeño de la organización.

La participación activa de la mujer a nivel directivo en empresas de hospedaje ha traído beneficios, por ejemplo, las mujeres mandatarias de diversos países, como se explicó al principio afrontaron de mejor manera la situación con respecto a la pandemia, por otro lado tomando lo planteado por la Asociación Mexicana en Dirección de Recursos Humanos AMEDIRH (Citado en Camarena y Saavedra, 2018) se plantea que en los últimos 15 años la participación de las mujeres en puestos de dirección en las principales empresas del país avanzó de 43% a 52%, lo que representa que la mujer está tomando una mayor participación en puestos directivos, contribuyendo al cumplimiento de los objetivos de desarrollo social, educativo, comunitario y económico.

Aunque el incremento de la fuerza laboral de la mujer ha aumentado en el sector hotelero no significa un incremento en su participación a nivel directivo pues siguen ocupando en su mayoría puestos pocos remunerados en comparación con los hombres.

Finalmente se establece que el estudio de los factores que influyen en la participación de la mujer en puestos directivos en el sector hotelero aporta diversas vertientes para generar propuestas que solucionen la problemática, se sugiere disociar para atender los factores sociales, culturales y políticos que influyen en la poca participación de la mujer en empresas de hospedaje a nivel directivo.

Bibliografía

- + Agustí, S. y Martín, P. (2007). *Factores que dificultan el acceso de las mujeres a puestos de responsabilidad: una revisión teórica. Apuntes de psicología.*
- + Banco Mundial (2016). *Tasa de participación en la fuerza laboral, mujeres (% de la población femenina entre 15-64 años) (estimación modelado OIT).*
- + Barberá, E.; Ramos, A.; Sarrió, M. y Candela, C. (2011). *Laberinto de cristal en el liderazgo de las mujeres. Psicothema.*
- + Barberá, E.; Ramos, A.; Sarrió, M. y Candela, C. (2011). *Más allá del "techo de cristal" Diversidad de género. Revista del ministerio de trabajo y asuntos sociales, España.*
- + Bolio, E.; Ibarra V.; Rentería M. y Garza, G. (2019) *Mujer contra el techo de cristal. Artículo revista Nexos.*
- + Bustos, O. (2002). *Mujeres rompiendo el techo de cristal: el caso de las universidades. OMNIA - Revista de la Coordinación de Estudios de Posgrado.*
- + Camarena, M. y Saavedra, M. (2018) *El techo de cristal en México. La Ventana, 2018, vol.5, n.47. ISBN 1405-9436.*
- + Centro de Investigación de la Mujer en la Alta Dirección (2013). *Estadísticas sobre mujeres y empresarias en México. México.*
- + Cuadrado, I. y Morales, J. (2007). *Algunas claves sobre el techo de cristal en las organizaciones. Psicología de Trabajo y de las organizaciones.*
- + Ferguson, L. (2010). *Turismo, igualdad de género y empoderamiento de las mujeres en Centroamérica.*
- + Grant, T. (2017). *1 de cada 4 puestos directivos son ocupados por mujeres. Recuperado de: <https://www.granthornton.com.ar/prensa/Comunicados-de-Prensa-/comunicados-de-prensa-2017/wib-2017/>*

- + Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación: Roberto Hernández Sampieri, Carlos Fernández Collado y Pilar Baptista Lucio* (6ª).
- + Hernández, C.; Camarena, M. y Castanedo, B. (2009). *Para las mujeres no todo el poder; pero sí todo el trabajo*. México: UNAM FCA.R Valdez D., Valenzuela R., Rodríguez H., Ochoa B y Moreno M (2014). *Equidad de género*.
- + Hernández, E. (2010). *Nuevas tendencias en el mundo empresarial: la participación de las mujeres*. La ventana.
- + Hosteltur (2018). *¿Cómo está representada la mujer en el sector del turismo y la hostelería? España*. Recuperado de: https://www.hosteltur.com/126999_como-esta-representada-mujer-sector-turismo-hosteleria.html
- + INEGI (2010). *Las mujeres en Quintana Roo*. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. UNNIFEM.
- + Mackenzie, D (2017). *Mujeres mexicanas ocupan menos puestos directivos que hombres: OCDE*. Artículo de la revista Forbes, edición México. Recuperado de: <https://www.forbes.com.mx/las-mujeres-mexicanas-ocupan-menos-puestos-directivos-que-los-hombres-ocde/>
- + Mejía R. (2017). *Participación de las mujeres en empresas de hospedaje del municipio de Toluca México*. Análisis de su empoderamiento.
- + Mejía, R.; Serrano, R.; López, E. y Serrano, E. (2016). *Participación de las mujeres en empresas de hospedaje del municipio de Toluca, México*. Análisis de su empoderamiento. *Revista Investigaciones Turísticas*, n° 14, pp. 1-29 ISSN: 2174-5609.
- + Ochoa, B. y Valdez, D. (2014). *Conocimiento de género: impacto de los talleres de género en el personal del Instituto Tecnológico de Sonora*. En Valdez D., Valenzuela R., Rodríguez H., Ochoa B. y Moreno M. (Comp.). *Equidad de género: experiencias e investigaciones*, (pp. 9-24). México: Instituto Tecnológico de Sonora.
- + ONU MUJERES (2011). *El turismo es motor para la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres*.
- + Quiñones, L. (2020). *Las virtudes de las mujeres líderes mundiales ante las crisis*, Noticias ONU. Recuperado de: <https://news.un.org/es/story/2020/05/1474002>
- + Ramos, A. y Sarrio, M. (2000). *Mujeres directivas antes el tercer milenio: el proyecto NOWDI XXI*. *Papeles del Psicólogo*.
- + Ruvalcaba, N. (2013). *La cumbre “Iberoamericana” de la simulación*. Recuperado de: <https://www.lja.mx/2013/09/la-cumbre-iberoamericana-de-la-simulacion/>
- + Saldaña, C.; Echeverry, D.; Madrigal, B. y Madrigal, R. (2018). *Empoderamiento y vulnerabilidad social en mujeres del sur de Jalisco*. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ep/n47/0185-1616-ep-47-87.pdf>
- + Sandoval, P. (2015). *¿Por qué debe haber más mujeres en puestos directivos?*, *Revista Forbes*. México.
- + Torres, O. y Pau, B. (2011). *“Techo de cristal” y suelo pegajoso. La situación de la mujer en los sistemas alemán y español de ciencia y tecnología*. *Revista CTS*.
- + Vega, P.; Santero, R.; Castro, B. y Gómez, N. (2016). *Participación femenina en puestos directivos y desigualdad salarial. Un análisis en el mercado laboral español*. *Estudios de Economía Aplicada*, 34(1), 155-177. [fecha de Consulta 1 de septiembre de 2020]. ISSN: 1133-3197. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=301/30143731008>
- + Zamudio, S.; Francisco, J.; Serrano, M. y María del Rosario, A. C. (2011). *Análisis del desarrollo humano relativo al género en la región norte de México, 1995-2005*. *Región y sociedad*, vol.23, n.52. ISSN 1870-3925.
- + *Factores que influyen en la participación de la mujer en empresas de hospedaje* (2020).

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO DE DESINFECCIÓN DE CONTENEDORES PARA AGUA DESIONIZADA

Artículo arbitrado 08

Edición 15

Ana Mayra Luna Rodríguez¹, Iván Oswaldo Luna Rodríguez² y Luis Enrique Chinchillas Rubio³

^{1,2,3}Instituto Tecnológico Superior de
Cajeme,
Carretera Internacional a Nogales Km 2,
Cd. Obregón, Sonora, México,
C.P. 85000.



aluna@itesca.edu.mx

Recibido: Septiembre 14, 2020.

Recibido en forma revisada: Octubre 9, 2020.

Aceptado: Octubre 13, 2020.

■ **Resumen:** En este documento se expone el diseño de un sistema que permite el lavado y desinfección de contenedores de agua en forma automatizada, con el fin de evitar el cuello de botella que se genera con la limpieza en forma manual y no retrasar el proceso para la etapa de llenado. El diseño se realizó en tres fases; la primera consistió en realizar un diagnóstico del proceso, la segunda fase consistió en el diseño mecánico de los elementos del sistema; mientras que la última fase fue para el desarrollo del programa en PLC (Controlador Lógico Programable) que permite controlar todo el proceso. Este proyecto fue desarrollado con la finalidad de apoyar a una PyME (Pequeña y mediana empresa) a mejorar su proceso productivo y garantizar la calidad de su producto.

✦ **Palabras clave:** Automatización, PLC, modelado, sensores, bombas de agua.

■ **Abstract:** This paper describes the design of a system automated washing and sanitizing of water containers, in order to avoid the delays generated by manual cleaning and not affect the process for the filling stage. The design was developed in three phases, the first consisted of making a diagnosis of the process, the second phase consisted of the mechanical design of the system elements. The last phase was for the development of the PLC (Programmable Logic Controller) program that controls the entire process. This Project was developed to support

an SME (Small and medium enterprise) to improve its production process and guarantee the quality of its product.

✦ **Keywords:** Automation, PLC, modeling, sensors, water pumps.

Introducción

El ciclo natural del agua tiene diferentes compuestos que se consideran impurezas. Según Valdivia, Valdés y Laurel (2010), estas impurezas presentes en el agua se pueden clasificar en tres grandes grupos:

- Iónicas Disueltas (inorgánicos).
- No iónicas Insolubles (orgánicos, microorganismos, pirógenos, partículas).
- Gaseosas.

El agua desionizada o desmineralizada es llamada así porque se le han quitado, los cationes, como los de sodio (Na), calcio (Ca), hierro (Fe), cobre (Cu), y aniones como el carbonato, fluoruro, cloruro.

Este tipo de agua se usa de manera amplia en muchas investigaciones o campos científicos porque los iones en el agua pueden afectar de forma adversa los resultados que se intenta alcanzar. Laboratorios de investigación y desarrollo tecnológico en centros de investigación o en universidades, requieren de agua de óptima calidad para eliminar variables ocultas en los resultados de sus análisis. También en análisis clínicos, en trabajos con cultivos celulares o en fluidos con componentes bioquímicos es indispensable el uso de agua de la mejor calidad y pureza (Remtavares, 2012).

Según Ramos y Vásquez (2017), la conductancia o resistencia eléctrica se mide con dos electrodos en línea. La corriente eléctrica se desplaza por el agua mediante moléculas iónicas a modo de escalones en progresión. Cuantos menos escalones haya, más difícil es el paso de la electricidad. Habrá, por tanto, menos conductancia eléctrica y más resistencia. Por esta razón el agua desionizada se utiliza ampliamente en calderas de alimentación de agua, industria de textiles, industria química, industria farmacéutica, fábricas de cerveza, agua potable, hospitales, automóviles y baterías, fertilizantes, plantas de intercambio iónico, suavizadores o descalcificadores, plantas industriales, planta de energía, sector de petróleo y gas, entre otros.

Para obtener agua desionizada, químicamente pura (Q.P.) se usan equipos altamente sofisticados en tratamientos de agua, utilizando filtros, membranas, resinas catiónicas, aniónica y luz ultravioleta para eliminar sedimentos, compuestos orgánicos, sales minerales y gérmenes; obteniendo así un agua con la más alta pureza y calidad para usos industriales y química fina.

Tan importante como la producción de agua desionizada, es la de asegurar que los contenedores en donde dicha agua se almacena para su venta y distribución, estén completamente desinfectados y libres de partículas que pudieran afectarla.

Para el desarrollo del proyecto, se siguió el método de ingeniería

que se presenta en la Figura 1.

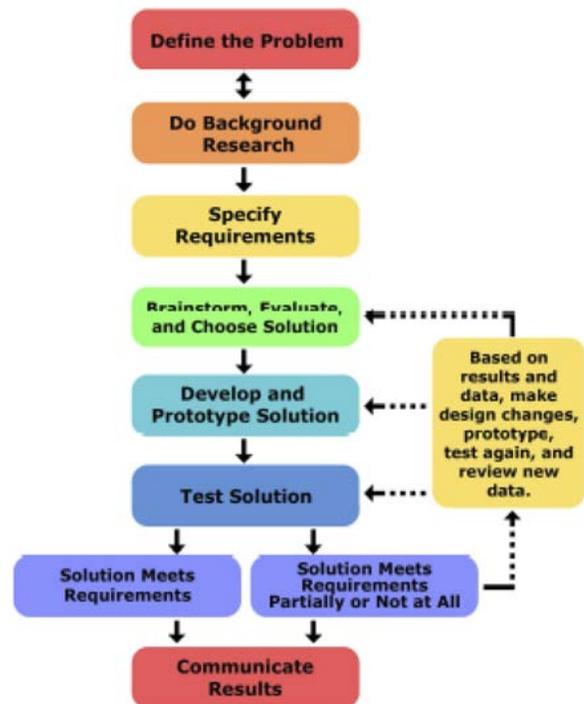


Figura 1. Proceso de Diseño de Ingeniería.

Fuente: <https://www.sciencebuddies.org/> Copyright© 2002-2020

Identificación del problema

Generalmente, para almacenar el agua desionizada se utilizan contenedores con distintas capacidades, según las necesidades del cliente.

Para la limpieza y desinfección se sigue el siguiente proceso: primeramente se someten a una etapa de inspección visual y por tacto que permite verificar su estado físico, posteriormente el contenedor se somete a un lavado interno y externo, para pasar a la desinfección aplicando una solución que incluye un fuerte oxidante, con el fin de eliminar cualquier microorganismo que pueda encontrarse dentro, finalmente se realizan dos enjuagues adicionales con agua de desionizada para retirar la solución aplicada. Al finalizar este proceso los contenedores se encuentran listos para su llenado y posterior distribución.

El proceso de lavado y desinfección se realiza en aproximadamente 15 minutos. Debido a que el proceso se realiza en forma manual por el mismo operador que posteriormente verifica el llenado, se generan retrasos en la distribución del producto, lo que puede traducirse en pérdida de clientes, al no poder satisfacer la demanda que va en aumento.

Definición de requerimientos

Aunque existen contenedores de diversas capacidades, el que más se utiliza es el de 20 litros, que cuenta con una altura de 399.3 ± 2.0 mm, largo 290 ± 2.0 mm y ancho de 240 ± 2.0 mm. El material del que está constituido es polietileno de alta densidad (HDPE) que es sólido, rígido, ligero, incoloro, translúcido, casi opaco.

El área en donde se realiza el lavado y desinfección es de 2m x 1m x 2m (largo, ancho, alto), lo que se tomó como límite máximo de las dimensiones que debía tener el sistema.

Para realizar reparaciones, revisiones o mantenimiento, los motores, tuberías y válvulas que se integraron debían poder desensamblarse del sistema de manera sencilla para el usuario, además de encontrarse aislados del agua.

Selección de componentes

La base de la estructura se fabricó con tubo PTR de hierro de 1 pulgada, ya que son de fácil armado y pueden galvanizarse para evitar la corrosión. Así mismo, se optó por utilizar canaletas de acero inoxidable AISI 304 de calibre 20, ya que se encontrarían en contacto permanente con el agua.

La banda para transportar los contenedores se fabricó de caucho sintético, ya que evita que los contenedores se deslicen y debido a su resistencia a la abrasión cuenta con mayor durabilidad.

El movimiento de la banda se realiza con un motor a pasos marca Minebea para 5 kg por centímetro debido a que la banda transporta 3 contenedores de 1.2 kg a la vez. Este tipo de motores son ideales para la construcción de mecanismos en donde se requieren movimientos precisos.

Para sensar la posición del contenedor se seleccionaron sensores infrarrojos E18-d80nk, que permiten la detección del mismo a una distancia de 15 cm, evitando el contacto con el agua. Se aprovecha además que este sensor tiene una salida de tipo digital.

Modelado

Se utilizó el software SketchUp para el modelado 3D del prototipo con medidas de 1.37m x 0.75m x 1.14m (largo, ancho, alto), cumpliendo con los requerimientos iniciales (Figura 2).



Figura 2. Modelado en 3D.
Fuente: Elaboración propia.

El mecanismo para el movimiento de la banda transportadora consiste en dos cilindros que se encargan de mantener tensa la banda, colocado con un ángulo de inclinación de 15 grados, de esta forma el agua dentro del garrafón se vacía por gravedad. La banda transportadora tiene secciones que permiten el ajuste de los contenedores mediante separadores (Figura 3).

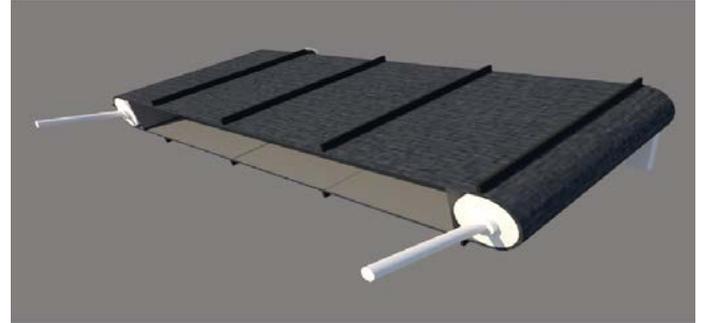


Figura 3. Modelado de la Banda Transportadora.
Fuente: Elaboración propia.

Programación del PLC

Se realizó la programación del PLC para la activación y desactivación de 3 bombas de agua y del motor de la banda transportadora. El desarrollo del algoritmo del PLC se efectuó en lenguaje de programación de escalera.

Se programaron cinco entradas digitales para las siguientes señales: los botones de inicio y paro del sistema, los 3 sensores de presencia para las diferentes posiciones del lavado del contenedor.

El sistema cumple con 3 etapas: lavado con agua desionizada, lavado de desinfección con solución y, por último, el enjuague con agua desionizada.

En la Figura 4, se presenta el diagrama de flujo del proceso programado en el PLC, en donde al presionar el botón de inicio, la banda avanza hasta que se detecta el contenedor en alguna posición designada para los diferentes lavados. Si se detecta un garrafón la banda se detiene y el proceso de lavado comienza, en este proceso se enciende la bomba o bombas correspondientes, con un temporizador de apagado de 10 segundos. Una vez terminado el tiempo de lavado la banda avanza hasta que se sensa la presencia de contenedores en alguna posición de lavado, haciendo de este proceso un bucle.

Implementación del sistema

El material para la estructura de la banda transportadora se cortó de acuerdo a las medidas modeladas y fueron soldadas. Se formaron los rodillos de acero inoxidable con baleros en sus flechas para reducir la fricción de los rodillos en las chumaceras. Se adaptó un motor reductor de 12VCD a una de las flechas de los rodillos, para realizar el movimiento del mismo sobre la banda.

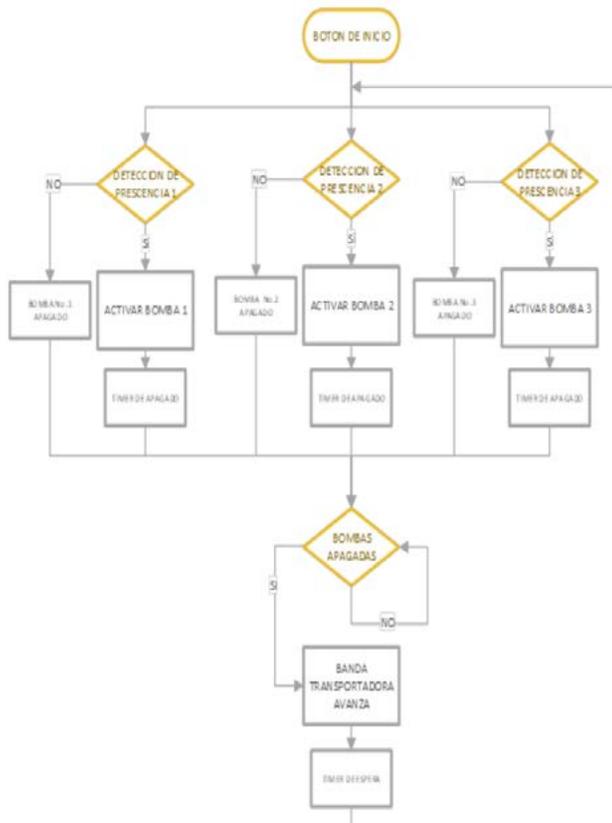


Figura 4. Diagrama de Flujo del PLC.
Fuente: Elaboración propia.

El motor se ubicó sobre una guía con la cual puede ser ajustado en conjunto con los rodillos, quedando alineados a la misma medida para evitar que la banda se mueva de su lugar o provoque vibraciones y ruido.

Los sensores fueron alimentados con 5 V de corriente directa, la cual fue suministrada por el PLC, por otro lado, las bombas instaladas requerían una alimentación de 12 V, los cuales se tomaron de la fuente de alimentación del PLC.

Todas las conexiones entre hardware y software se realizaron en un gabinete para circuitos eléctricos (Figura 5).



Figura 5. Cableado del PLC.
Fuente: Elaboración propia.

El gabinete se selló para brindar protección de salpicaduras de agua, de polvo y/o golpes por parte del operador de la máquina. Del mismo modo también se protegió el cableado de los sensores, el motor y las bombas mediante tubería PVC y en conexiones entre cableado se aplicó soldadura de estaño y se cubrió con forro termo-contráctil.

En la Figura 6, se muestra el sistema en su totalidad durante el proceso de validación, en donde se pudo determinar que un contenedor tarda 30 segundos en cada etapa de lavado, por lo que el sistema es capaz de lavar un contenedor en 1 minuto y medio.

Como se pueden lavar tres garrafones en forma simultánea, el sistema es capaz de lavar y desinfectar de seis a ocho contenedores en 5 minutos.



Figura 6. Validación del sistema.
Fuente: Elaboración propia.

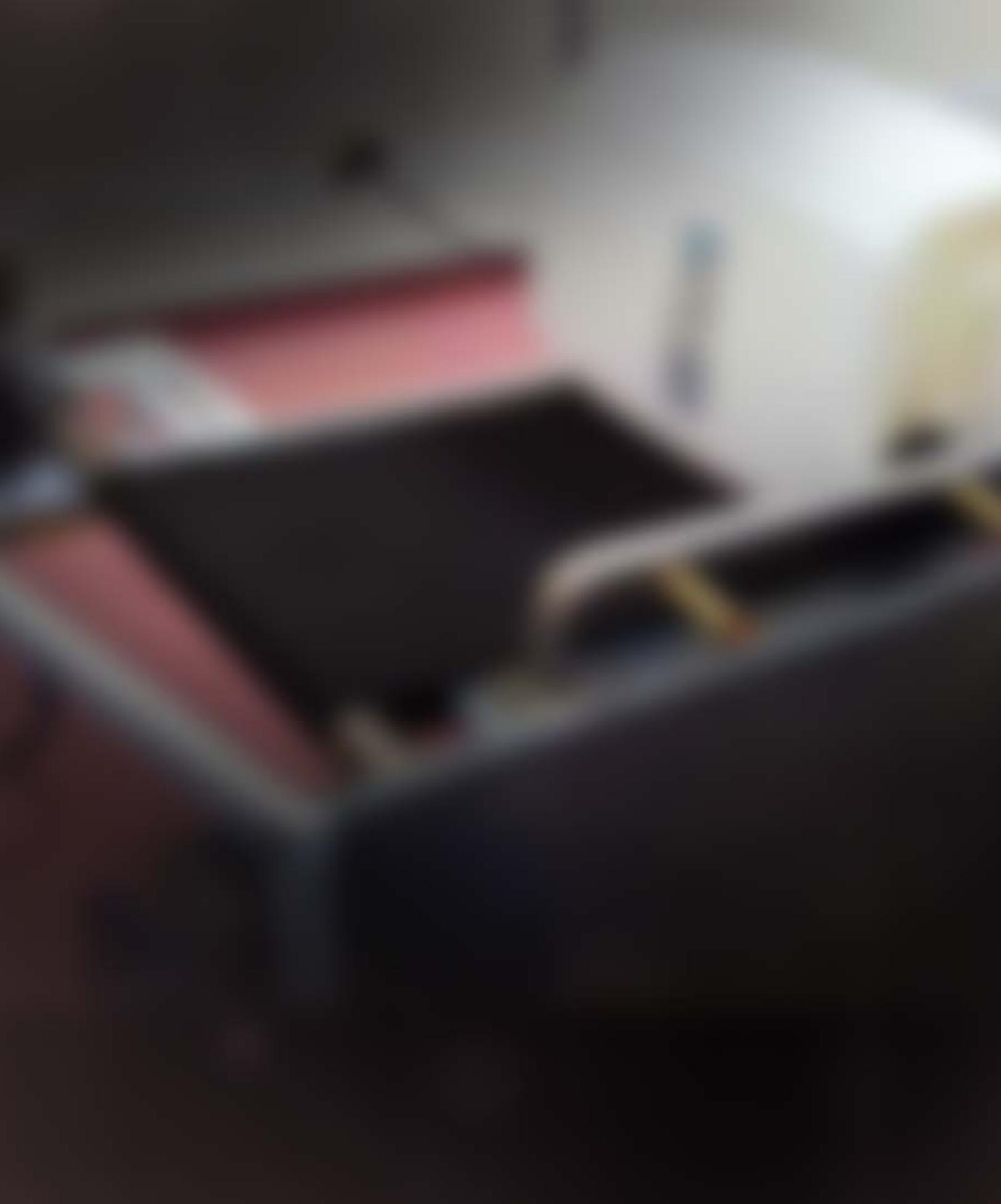
Conclusiones

Una vez realizadas las pruebas para validar el sistema, se determinó un aumento en rendimiento de tiempo para los empleados de más de 6 veces en el tiempo del proceso de lavado, reduciendo además el esfuerzo que se requería.

El sistema una vez calibrado y puesto en marcha no necesita intervención humana para correcciones, solo para vigilancia y mantenimiento ocasional.

La participación del empleado se limita a oprimir dos botones: uno de inicio y uno de paro para simplicidad y practicidad.

La automatización del proceso de lavado en la línea de producción, permitió optimizar tiempo y esfuerzo en dicho proceso, lo cual puede hacer la diferencia entre crecer como empresa o quedarse atrás en el mercado.



Bibliografía

- + Creus Solé, Antonio (2011). "Instrumentación industrial". Octava edición. México. Alfaomega Grupo Editor.
- + Enríquez Harper, G. (2012). "El ABC de la instrumentación en el control de los procesos industriales". México. Limusa.
- + Mandado Pérez, Enrique.; Marcos Acevedo, Jorge.; Fernández Silva, Celso.; Armesto Quiroga, Ignacio.; Rivas López, José Luis y Nuñez Ortuño, José María (2018). "Sistemas de automatización y autómatas programables". Tercera edición. España. Marcombo.
- + Ramos Gómez, E. y Vásquez Mellado, M. (2017). Sistema de tratamiento de aguas mediante ósmosis inversa (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad de México, México.
- + Remtavares (2012). "Red Madrileña de Tratamientos para la Reutilización de Aguas Residuales y Valoración de fangos".
- + Sánchez Marín, F.T.; Pérez González, A.; Sancho Bru, J.L. y Rodríguez Cervantes, P.J. (2007). "Mantenimiento mecánico de máquinas". Castellón de la Plana: Universitat Jaume I.
- + Valdivia Medina, R.; Pedro Valdés, S. y Laurel Gómez, M. (2010). Agua para uso en Laboratorios. Boletín Científico Técnico INIMET, Cuba, 3-10.
- + <http://www.redalyc.org/pdf/2230/223017807002.pdf>

ESTUDIO TÉRMICO DINÁMICO DEL EFECTO DE AIRE ACONDICIONADO EN UNA BIBLIOTECA

Artículo arbitrado 09

Edición 15

José Gustavo Leyva Retureta¹, Ervin Jesús Alvarez Sanchez², Fernando Aldana Franco³ y Rosario Aldana Franco⁴

^{1,2,3,4} Universidad Veracruzana.
Circuito Universitario Gonzalo Aguirre
Beltrán,
Xalapa Enríquez, Veracruz, México,
C.P. 91000.


guleyva@uv.mx

Recibido: Septiembre 14, 2020.

Recibido en forma revisada: Octubre 29, 2020.

Aceptado: Noviembre 5, 2020.

Resumen: En el presente trabajo, se realizó un estudio del comportamiento térmico-dinámico de la biblioteca ubicada en una institución de educación superior, la cual cuenta con un sistema de aire acondicionado que fue instalado sin llevar a cabo un estudio detallado de las cargas térmicas, localización del equipo y distribución de aire en su interior, por lo que se realizó un modelado arquitectónico virtual del edificio con dicho sistema, con la finalidad de analizarlo a través de simulaciones térmicas-dinámicas y de dinámica de fluidos computacional (CFD). Los resultados obtenidos del CFD muestran que la velocidad del aire al salir del aire acondicionado es de 2.03 m/s máximo disminuyéndose hasta 0.58 - 0.29 m/s al aproximarse unos metros a la salida del edificio, por lo que la distribución del aire frío es inadecuada dado que no se logra distribuir dentro de todo el espacio. En cuanto a las simulaciones térmicas-dinámicas, estas demostraron que durante los meses de verano la temperatura excede los 26°C la mayor parte del tiempo aún con el aire acondicionado en funcionamiento, otro dato interesante obtenido de la simulación es la mayor ganancia de temperatura que se obtiene a través del techo de la edificación.

+ *Palabras clave: Energía, confort, aire acondicionado.*

Abstract: In the present work, a study of the thermal-dynamic behavior of the library of a higher education institution was carried out,

which has an air conditioning system, which was installed without carrying out a detailed study of the thermal loads, location of the equipment and air distribution inside, so a virtual architectural modeling of the building was carried out with said system, to be able to analyze it through thermal-dynamic simulations and CFD (computational fluid dynamics). The results obtained from the CFD experience that the air speed when leaving the air conditioning is 2.03 m/s maximum and diminish to 0.58 - 0.29 m/s, determining a few additional meters of cold air distribution is inadequate since it is not manages to distribute throughout the room, in terms of thermal-dynamic simulations showed that during the summer months the temperature exceeds 26°C most of the time even with the air conditioning in operation, another interesting data obtained from the simulation It is the highest temperature gain obtained through the roof of the building.

+ **Keywords:** Energy, comfort, air conditioning.

Introducción

Una edificación se conforma por una envolvente exterior, muros, techo, suelo y acristalamientos, que en conjunto permiten crear un microclima interno al mismo tiempo que actúan como un refugio a las condiciones climáticas exteriores, las cuales en ocasiones pueden ser extremas y perjudiciales para el ser humano (IUSES, 2010). Sin embargo, para mantener las condiciones de confort dentro del microclima, es usual que se empleen diversas tecnologías de apoyo para poder mejorar iluminación, calefacción, ventilación y aire acondicionado, lo cual se traduce en un consumo de energía.

En México el sector edificatorio consume cerca del 30% de la energía total generada a nivel nacional, ya que se requiere acondicionar térmicamente a los edificios por medio de sistemas HVAC (Heating, Ventilation and Air Conditioning). En este sector, los sistemas HVAC, también conocidos como Sistemas Mecánicos de Climatización Activa (Secretaría de Energía, 2014), son los mayores productores y emisores de gases contaminantes hacia el medio ambiente.

Al igual que las viviendas, los edificios públicos requieren un sistema energético eficiente que permita controlar adecuadamente las variables que afectan al acondicionamiento térmico, para que éstas permanezcan dentro de los estándares de confort y energía. Para el caso de las bibliotecas, estos estándares de confort son regulados por el Consejo Nacional para Asuntos Bibliotecarios de las Instituciones de Educación Superior A.C. (CONPAB-IES), cuyo objetivo es la conservación del acervo bibliográfico, así como el fomentar un ambiente propicio para el desarrollo de actividades por parte de los usuarios.

Recientemente, se ha incrementado el número de investigaciones relacionadas con el consumo de energía y análisis de confort en los edificios públicos y privados mediante simulaciones termo energéticas. Un ejemplo es Leung (2013), en donde se lleva a cabo una investigación relacionada con el ahorro de energía utilizando el software eQUEST®, mejorando la eficiencia energética de la edificación al reducir la temperatura interior durante las horas de sueño e incrementando el confort térmico interior.

Una problemática reciente en China es la falta de análisis de datos de

simulación relacionados con los edificios públicos, por lo que en Song, Zhang y Meng (2015), realizan la simulación del consumo de energía de una biblioteca universitaria, ubicada en el norte de China, con la finalidad de evaluar las diferentes variables de la climatización interna que afectan el consumo de energía del edificio. Por su parte, Aryala y Leephakpreeda (2015), plantean una metodología que sirve como referencia para el análisis por medio de la Dinámica Computacional de Fluidos (CFD), donde se demuestra que son importantes para predecir el comportamiento del aire interior antes y después de la instalación.

Es por ello por lo que, en este trabajo, se hace el estudio térmico del aire acondicionado dentro de una biblioteca, con la finalidad de determinar si cumple con las demandas energéticas necesarias que permitan mantener las condiciones de confort en el interior del inmueble. Como caso de estudio se utiliza una Biblioteca cuyo sistema de aire acondicionado permanece en funcionamiento durante las 14 horas que dura la jornada de trabajo, lo anterior debido a que está situada en el interior de la Unidad de Ingeniería y Ciencias Químicas campus Xalapa, perteneciente a la Universidad Veracruzana. El sistema de aire acondicionado con el que cuenta la biblioteca representa cerca del 67.4% de la energía eléctrica demandada por la instalación, ya que el 18.3% se destina para iluminación y el 14.3% restante para los equipos de cómputo, con un coste energético aproximado a 52.88 kWh y un estimado de 20.32 Kg en emisiones de CO₂ al día (Fondo europeo del desarrollo regional, 2012).

Materiales y Metodología

Por medio del módulo de simulaciones térmicas-dinámicas y el módulo CFD, ambos integrados en DesignBuilder®, se evaluarán el comportamiento térmico, energético y el movimiento del flujo de aire en la biblioteca bajo estudio. Mediante el correcto y oportuno análisis energético de este espacio arquitectónico será posible determinar si el aire acondicionado instalado está correctamente ubicado y si además cumple con los requerimientos de una biblioteca dentro de una institución de educación superior. El modelar geoméricamente una edificación con DesignBuilder contempla seguir en forma secuencial los puntos reflejados (Figura 1).



Figura 1. Metodología básica para la generación de un modelo arquitectónico con DesignBuilder (Universitat de Barcelona, 2016).

La elección del lugar de estudio define la ubicación geométrica y los datos climáticos de la construcción a modelar. Una vez que se han con-

firmando la generación de resultados propicios en periodos acotados, se procede a realizar simulaciones energéticas de periodicidad anual. Con la simulación energética de los modelos base se optará por seguir al esquema metodológico (Figura 2), para evaluar las diferentes estrategias de ahorro energético.

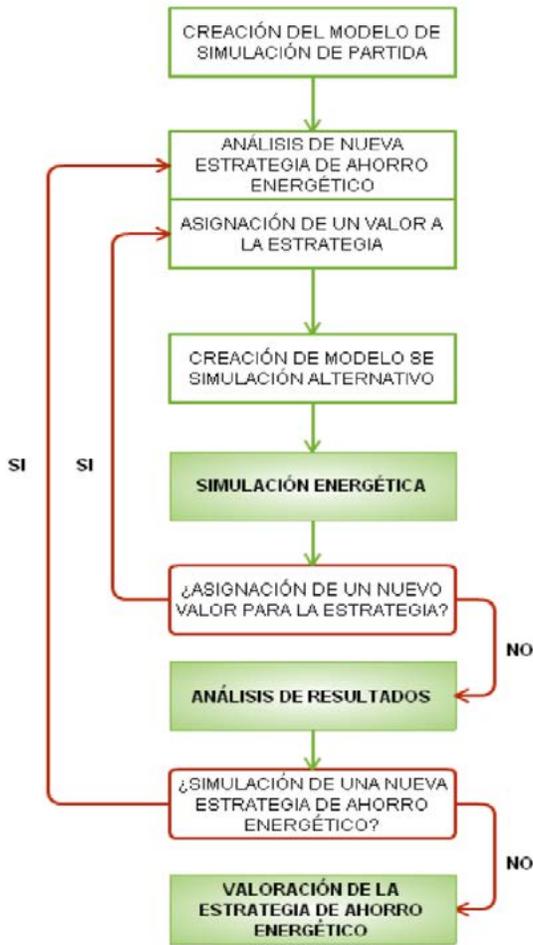


Figura 2. Esquema metodológico para la evaluación de estrategias de inmótica y bioclimática con simulaciones energéticas.

Requerimientos térmicos de una biblioteca

El material más común del acervo bibliotecario es el papel, por lo que la humedad relativa debe mantenerse idealmente en valores de 45% a 50% (Adcock, 2000). Lo anterior puede lograrse con un control adecuado de la temperatura de resguardo, ya que el papel podría mantener una vida útil de 204 a 490 años en estantería abierta si se tiene una temperatura entre 20°C y 24°C (Hernan, 2008). Por otro lado, el usuario del espacio se ve afectado cuando no se realiza de manera adecuada la renovación del aire viciado, ya que se estimulan y recrudecen problemas de salud como irritación en nariz, garganta y ojos, además de problemas de dolor de cabeza, mucosidad y cansancio (Yarke, 2010).

Los aspectos indispensables para proponer sistemas de climatización en bibliotecas académicas deben consentir la regulación de diversos parámetros. El Consejo Nacional para Asuntos Bibliotecarios de las Instituciones de Educación Superior A. C. (CONPAB-IES) limita a los principales parámetros ambientales internos a considerar en este tipo de

instalaciones (Tabla 1).

Tabla 1. Parámetros ambientales a considerar para interiores de bibliotecas de educación superior.

Ventilación y renovación del aire	De 6 a 8 cambios por hora
Temperatura	De 20 a 24°C para zonas de trabajo, lectura y estantería abierta, 16°C para estantería cerrada.
Humedad relativa	De 45 a 50%.

Fuente: (CONPAB-IES, 2011).

Para generar resultados con cada uno de los módulos en DesingBuilder® (visualización, simulación, HVAC y CFD) se necesita la creación de un modelo arquitectónico, considerando todas las características que el edificio posea, tales como sus dimensiones materiales de cerramientos, acristalamientos, ocupación y sistemas de climatización e iluminación.

Características generales para el modelo virtual de la biblioteca

En este apartado se especifican los datos generales de los modelos base alusivos a la instalación académica bajo estudio, primero considerando al sistema actual de climatización y el segundo con sistemas calculados. Las características de los cerramientos en ambos casos (muros, cubiertas y acristalamientos) se aplican de igual forma para caracterizar a los componentes restantes del Edificio, con respecto al mobiliario de la biblioteca en la simulación, solo se consideran las cargas térmicas generados por el equipo de cómputo, y dado que al aire acondicionado se encuentra en la zona lejos de las estanterías de libros, están no interfieren en el flujo del aire para las simulaciones CFD por lo tanto no son consideradas como obstrucciones.

Datos climatológicos

DesignBuilder® ofrece una amplia base de datos climatológicos en distintas localidades de la República Mexicana que se obtienen desde la página oficial de EnergyPlus. Basta con elegir la plantilla correspondiente de un sitio para que las condiciones del exterior se agreguen a los modelados a simular. En caso particular se ha seleccionado la plantilla para la ciudad de Xalapa Veracruz, la cual consiste en un TMY3 “año típico meteorológico” (Figura 3). El año característico de la localidad resulta ser el año 2002 y ha sido determinado a partir de información meteorológica con periodos de registro que datan desde el año 1950 al 2010. La fuente es Meteorología Internacional para los Cálculos de Energía (IWEC) y los datos fueron tomados del proyecto de investigación RP-1477, “Desarrollo de 3012 archivos Temporales de Año Típico

para Ubicaciones Internacionales” desarrollado por la Sociedad Americana de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado Ingenieros (ASRAHE).

Nombre	JALAPA
País	MÉXICO
Fuente	ASHRAE/WEC
WMO	766870
Zona climática ASHRAE	1A
Clasificación Koppen	Am
Latitud (°)	19.55
Longitud (°)	-96.92
Elevación sobre el nivel del mar (m)	1389.0
Presión estándar (kPa)	85.7
Hora y horario de verano	
Zona horaria	(GMT-06:00) Mexico City
Inicio del Invierno	Oct
Final del Invierno	Mar
Inicio del Verano	Apr
Final del Verano	Sep
Códigos Energéticos	
Región legislativa	MÉXICO

Figura 3. Plantilla de información climatológica para el caso estudio (DesignBuilder).

Principales materiales de construcción

Se solicitaron los datos de construcción de la edificación, encontrando que los muros están compuestos por ladrillos comunes de 12 cm revestidos y separados con mortero. Los coeficientes de transferencia de calor para estos elementos son calculados por DesignBuilder (Figura 4).

Superficie interior		
Coefficiente de transferencia de calor por convección (W/m ² K)	2.152	
Coefficiente de transferencia de calor por radiación (W/m ² K)	5.540	
Resistencia superficial (m ² K/W)	0.130	
Superficie exterior		
Coefficiente de transferencia de calor por convección (W/m ² K)	19.870	
Coefficiente de transferencia de calor por radiación (W/m ² K)	5.130	
Resistencia superficial (m ² K/W)	0.040	
Sin Puentes Térmicos		
Valor U de superficie a superficie (W/m ² K)	3.086	
Valor R (m ² K/W)	0.494	
Valor U (W/m²K)	2.024	
Con puentes térmicos (BS EN ISO 6946)		
Espesor (m)	0.2700	
km - Capacidad térmica interna (kJ/m ² K)	128.1840	
Límite superior de resistencia (m ² K/W)	0.494	
Límite inferior de resistencia (m ² K/W)	0.494	
Valor U de superficie a superficie (W/m ² K)	3.086	
Valor R (m ² K/W)	0.494	
Valor U (W/m²K)	2.024	

Figura 4. Coeficientes de transferencia de calor calculados por DesignBuilder en muros.

La cubierta de la biblioteca está construida de tal manera que corresponde a losa de hormigón armado de 20 cm, cuyos coeficientes de transferencia de calor se detallan en la Figura 5.

Superficie interior		
Coefficiente de transferencia de calor por convección (W/m ² K)	4.460	
Coefficiente de transferencia de calor por radiación (W/m ² K)	5.540	
Resistencia superficial (m ² K/W)	0.100	
Superficie exterior		
Coefficiente de transferencia de calor por convección (W/m ² K)	19.870	
Coefficiente de transferencia de calor por radiación (W/m ² K)	5.130	
Resistencia superficial (m ² K/W)	0.040	
Sin Puentes Térmicos		
Valor U de superficie a superficie (W/m ² K)	7.000	
Valor R (m ² K/W)	0.283	
Valor U (W/m²K)	3.535	
Con puentes térmicos (BS EN ISO 6946)		
Espesor (m)	0.2000	
km - Capacidad térmica interna (kJ/m ² K)	176.4000	
Límite superior de resistencia (m ² K/W)	0.283	
Límite inferior de resistencia (m ² K/W)	0.283	
Valor U de superficie a superficie (W/m ² K)	7.000	
Valor R (m ² K/W)	0.283	
Valor U (W/m²K)	3.535	

Figura 5. Coeficientes de transferencia de calor calculados por DesignBuilder para las cubiertas.

El inmueble contiene elementos acristalados compuestos de vidrio simple de 6 mm de espesor con perfiles de acero, la Figura 6, muestra los valores calculados para los coeficientes de transferencia de calor.

Valores Calculados	
Transmisión solar total (SHGC)	0.62
Transmisión solar directa	0.48
Transmisión de luz	0.57
Valor-U (ISO 10292/ EN 673) (W/m ² K)	5.718
Valor U (ISO 15099 / NFRC) (W/m²K)	5.778

Figura 6. Coeficientes de transferencia de calor para elementos acristalados.

Ocupación

La densidad de personas que se tiene en la instalación académica cuando se frecuenta a plenitud es de 0.4603 personas/m². La plantilla de actividades en el interior es personalizada como trabajo en oficina de pie y/o sentado (Figura 7).

Plantilla de Actividad	
Plantilla	Generic Office Area
Sector	B1 Offices and Wor
Tipo de zona	1-Estándar
Multiplicador de zo...	1
<input checked="" type="checkbox"/>	Incluir zona en cálculos térmicos
<input type="checkbox"/>	Incluir zona en cálculos de luz diurna c...
Ocupación	
Densidad (pers...	0.4603
Programación	Biblioteca Facul
Condiciones Metabólicas	
Actividad	Office work/Stan
Factor (Hombre=1....	0.90
Tasa de generació...	0.0000000382
Vestimenta	

Figura 7. Densidad de ocupacion y actividades interiores en la biblioteca (DesignBuilder).

Con el estudio del porcentaje de ocupación por turno, se realiza una programación característica para cada periodo del año, la Figura 8 muestra como ejemplo la programación realizada para el mes de mayo. El perfil personalizado permite definir un cierto número de intervalos por hora con un valor diferente de ocupación que va del orden del 0 al 100%, siendo este último equivalente a 100 usuarios.

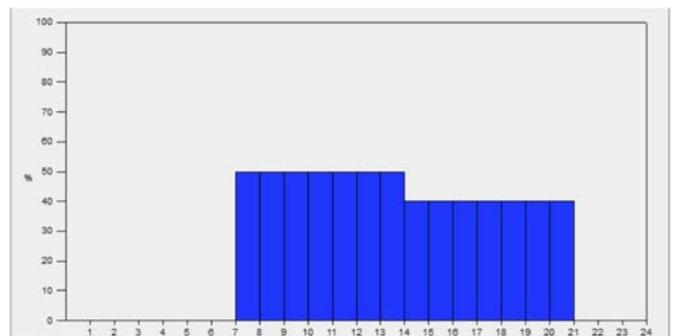


Figura 8. Programacion para el porcentaje de ocupacion en la biblioteca (mayo 2016).

Sistema de refrigeración

El consumo energético de la biblioteca académica se encuentra gobernada principalmente por un sistema mecánico de refrigeración, tec-

nología para iluminación artificial (lámparas fluorescentes) y equipos de cómputo personales (PC's). El sistema de aire acondicionado que posee la instalación es un minisplit de 3 toneladas de refrigeración marca "PRIME" tipo EMPRC362-Y (sólo frío) de 3,777 Watts de potencia, con capacidad frigorífica de 36,000 BTU/h. La ficha técnica del sistema es detallada en la Figura 9.

PRIME Supreme Piso / Techo		3 ton (36000 btu/h)
TIPO	EMPRC362-Y (sólo frío) EMPRN362-Y (frío/calor)	
CAPACIDAD	36000 Btu/h	
REFRIGERANTE	R410A	
TIPO DE UNIDAD INTERIOR	PISO / TECHO	
TIPO DE UNIDAD EXTERIOR	VERTICAL	
ALIMENTACION	230V-1Ph-60Hz	
POTENCIA	3777 W	
AMPERAJE	15.77 A	
FLUJO DE AIRE	1800 m3/h	
RUIDO	52/49/46 dB (a)	
TIPO COMPRESOR	SCROLL	
AREA RECOMENDADA	42-70 m2	
DIMENSIONES EVAPORADORA (largo x alto x ancho)	1275 x 235 x 675 mm	
DIMENSIONES CONDENSADORA (largo x alto x ancho)	600 x 759 x 600 mm	
DIMENSIONES EMPAQUE EVAPORADORA (largo x alto x ancho)	1351 x 313 x 753 mm	
DIMENSIONES EMPAQUE CONDENSADORA (largo x alto x ancho)	630 x 792 x 630 mm	
PESO NETO EVAPORADORA	30 Kg	
PESO NETO CONDENSADORA	66 Kg	

Figura 9. Características generales del sistema de refrigeración.
Fuente: (PRIME, s.f.).

El Coeficiente de Rendimiento del minisplit actual (COP) es igual a 2.512 y se estima a partir de los datos de la Figura 9, así como los valores del Factor de Eficiencia de Energía (SEER) e Índice de Eficiencia Energética (EER) y (Doty y Turner, 2009).

$$SEER_{minisplit} = \frac{36,000 \text{ BTU/h}}{3,777 \text{ W}} = 9.531$$

$$EER_{minisplit} = (9.531)(0.9) = 8.578$$

$$COP_{minisplit} = \frac{EER_{minisplit}}{3.416} = 2.512$$

El sistema ha sido automatizado en DesignBuilder (Figura 10) de tal forma que se active en horarios de préstamos de servicios y para rangos de temperatura superiores a los de consigna (20 a 24°C). La capacidad de refrigeración del sistema es equivalente a 36,000 BTU/h, es decir, 10.55 kW (1kW=3,412.14 BTU/h). Al ser la única medida actual en el inmueble para reducir la temperatura interior, la programación asegura que el sistema de refrigeración es manipulado con propósitos de conservar temperaturas de confort cuando se necesite (se tiene escasa información respecto al uso real de este sistema).

Plantilla HVAC	Split Biblioteca FIME
Ventilación Mecánica	
Calentación	
Refrigeración	
Sistema de refrigeración	Default
Capacidad de refrigeración (kW)	10.55
Combustible	1-Electricidad
CoP estacional del sistema de r...	2.512
Funcionamiento	Programacion split Biblioteca

Figura 10. Detalles del sistema mecánico de climatización actual (DesignBuilder).

Iluminación

La densidad de potencia normalizada para el equipo de iluminación se estimó en el capítulo 2, los arreglos de lámparas fluorescentes T8 2x32 W tipo superficial tienen programación de encendido a toda capacidad semejante a los horarios del préstamo de servicios (Figura 11).

Plantilla de Iluminación	
Plantilla	T8 B (25mm diam)
Iluminación General	
<input checked="" type="checkbox"/> Activar	
Densidad nor...	5.2400
Programación	07:00-21:00
Tipo de luminaria	2-Superficial
Fracción radiante	0.720
Fracción visible	0.180
Fracción convecti...	0.100

Figura 11. Equipo de iluminación empleado en la biblioteca
Fuente: (DesignBuilder).

Equipo de cómputo

Dentro de la biblioteca se toma en cuenta una ganancia de calor de 4.1 W/m² producto al uso de computadoras. Se considera una operación continua a plena capacidad de 07:00 a 21:00 horas (Figura 12).

Computadoras	
<input checked="" type="checkbox"/> Activar	
Ganancia (W/m ²)	4.1
Programación	07:00-21:00 B
Fracción radiante	0.200

Figura 12. Ganancias de calor producidas por equipos de cómputo (DesignBuilder).

Resultados de la simulación energética

La simulación base de la biblioteca con DesignBuilder se realiza para un periodo comprendido del 1 de marzo al 30 de noviembre. Uno de los diversos resultados arrojados por el software se detalla en la Figura 13, en la cual se muestra en forma horaria el comportamiento térmico interior y exterior en la biblioteca académica, se puede observar que la temperatura interior (temperatura operativa color verde) durante los meses de mayo hasta noviembre es mayor que la temperatura exterior (color azul), a su vez también es notable que las temperaturas se encuentran por encima de los 25°C durante los meses de primavera y verano, se puede observar que la temperatura inferior interior no es tan mala pues se mantiene dentro de los niveles de 20 a 25°C, la humedad relativo igual presenta fluctuaciones muy extremas para el caso de una biblioteca pues esta oscila del 15 al 70%, en ambos casos fuera de la zona de resguardo del acervo y del confort humano.

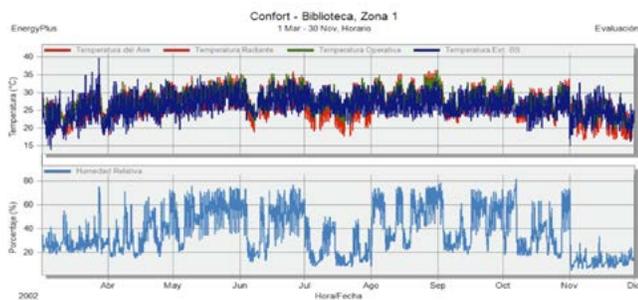


Figura 13. Comportamiento térmico.

La Figura 14, muestra la distribución de temperaturas operativas horarias en forma gráfica, esta grafica sirve para determinar el número de horas en las cuales el edificio se encuentra a determinadas temperaturas, la mayor cantidad de horas se encuentran por encima de los 26°C hasta los 32°C, esto quiere decir que aun con el aire acondicionado el edificio sigue presentando una temperatura inadecuada para el confort a lo largo de todo el año.

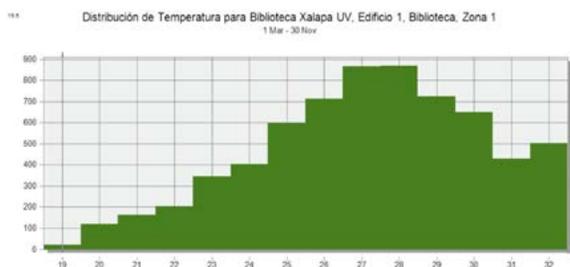


Figura 14. Distribución de temperaturas operativas (con sistema mecánico actual refrigeración).

El comportamiento horario para las ganancias internas y pérdidas de calor por refrigeración en kW-h durante el periodo solicitado se muestra la Figura 15, la cual muestra las ganancias internas y la refrigeración sensible de la zona donde se puede observar claramente la barra de color azul indica que de acuerdo al balance térmico de la biblioteca es necesario retirar hasta 25000 kWh al año para compensar las ganancias derivadas de la iluminación, equipos de cómputo, ocupación y ganancias solares.

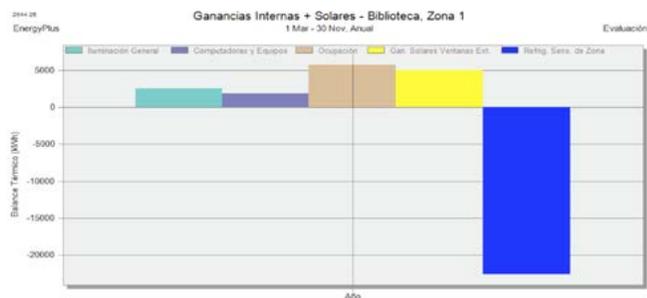


Figura 15. ganancias internas y pérdidas de calor por refrigeración.

La Figura 15, presenta el balance térmico de transferencia de calor por conducción y convección del edificio a través de sus elementos constructivos como los cerramientos y acristalamientos, se puede notar que también se tiene una ganancia total al año de 8000kWh de calor

atraves de la cubierta del edificio, esto quiere decir que sería bueno tener un aislante térmico para esa zona o hacer más ancha la losa, por otro lado los acristalamientos y los muros tienen pérdidas por conducción de 1000kwh y 2000 kWh respectivamente, una característica importante a notar en este análisis es el hecho de que no existan ganancias o pérdidas por ventilación natural, esto es debido a que la simulación se programó de manera que no estuvieran nunca abiertas las ventanas de la biblioteca, ya que en la realidad como todo el tiempo el aire acondicionado está encendido las ventanas permanecen cerradas.

Con el modelo base de la edificación y el módulo CFD que ofrece Designbuilder, se ha obtenido como resultado la distribución de las velocidades del aire, temperatura y presión interior en de la biblioteca. El día y la hora elegida para la simulación CFD ha sido considerada en base a los resultados obtenidos por las simulaciones térmicas - dinámicas, es decir, la fecha y hora detectada en donde se registró la máxima temperatura operativa en el interior de la biblioteca 23 de mayo 15:00 horas, cabe destacar que el corte transversal (límite CFD) en el eje horizontal que se muestra se ha tomado a una altura de 1.7 metros medidos de piso a techo.

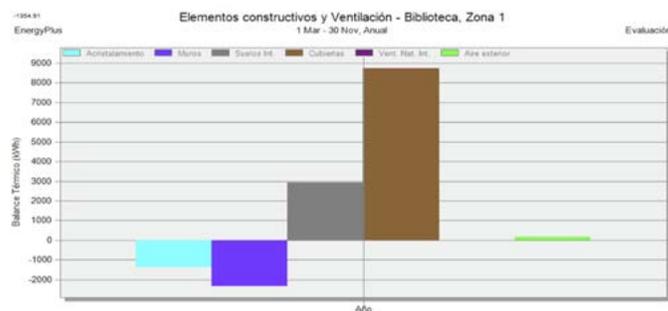


Figura 16. Ganancias y pérdidas de calor en elementos constructivos y por ventilación natural.

Como se puede observar en la Figura 17, la velocidad del aire dentro del edificio, prácticamente tiene flujo escasos metros de salida del sistema de aire acondicionado, siendo de 2.03 m/s a la salida y disminuye hasta 0.58 – 0.29 m/s en línea recta a las salidas, se puede observar que a los lados se presentan puntos de estancamiento, donde el flujo de aire es prácticamente 0 y además zonas donde ni siquiera llega el flujo de aire del sistema de aire acondicionado, mostrando inicialmente que la ubicación del sistema no es correcta y que además no es suficiente para mover el aire de todo el recinto.

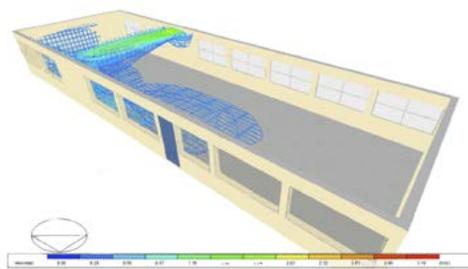


Figura 17. Distribución de las velocidades del aire interior.

Con respecto a la distribución de temperatura se observa en la figura 18, que aun operando en su máxima capacidad al sistema de aire acondicionado, la temperatura interior (29°C promedio) se encuentra

por encima del valor requerido de confort y conservación del acervo (20 -25 °C) y que solamente se contempla un punto de confort cerca de la salida del sistema de aire acondicionado, es evidente que la distribución de temperatura en el lugar es buena puesto que hasta cierto punto homogénea, pero hace notar que el sistema no puede enfriar el lugar de la manera que se está requiriendo.

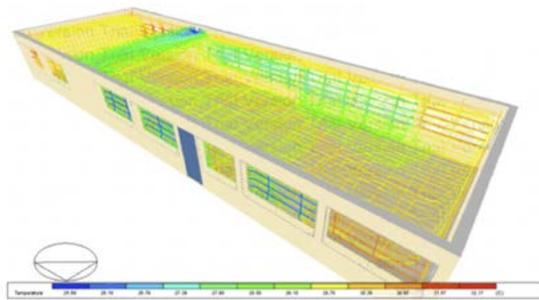


Figura 18. Distribución de la temperatura del aire interior.

Conclusión

Mediante las simulaciones térmicas-dinámicas se comprobó que la biblioteca bajo estudio no cumple con las condiciones necesarias establecidas por la CONPAB-IES, tanto en términos de ahorro de energía como de bienestar térmico. Resultó evidente que las ganancias de calor provienen en su mayoría por la cantidad de usuarios, así como por la transferencia de calor a través de las ventanas y el techo, sin embargo este estudio sirve como referente para optimizar el comportamiento térmico del edificio, ocupando estrategias para reducir estas ganancias mediante métodos de climatización pasiva tales como persianas, voladizos o el uso de un recubrimiento térmico para el techo, lo que permitiría una disminución de estas ganancias, reduciéndose de esta manera el uso del sistema de aire acondicionado. A su vez, el intercambio de calor entre el techo y las superficies de la biblioteca predomina frente a la convección libre, esto debido a que no se abren las ventanas lo cual impacta negativamente en las concentraciones de humedad y CO_2 , así pues, se debería estudiar el uso de la ventilación natural para promover las renovaciones del aire y de esta manera disminuir la temperatura al interior de la edificación.

Aunque el principal objetivo de un sistema de aire acondicionado es el de controlar la temperatura y la calidad del aire en el ambiente, esto no siempre sucede debido a la falta de un diseño adecuado de la edificación en donde está instalado el equipo, sin embargo, mediante el uso de técnicas CFD es posible obtener una aproximación eficiente en cuanto a la transferencia de calor y a las condiciones del flujo de aire en un ambiente acondicionado. Este estudio, que se llevó a cabo mediante simulación CFD, demuestra que el sistema de aire acondicionado no cumple con la tarea de mantener la temperatura de toda la biblioteca en un valor adecuado, sino que también está mal ubicado y mal dimensionado, representando de esta manera un derroche de energía y dinero para realizar una tarea que resulta incompleta.

En análisis futuro, se podrán integrar estrategias de climatización pasiva en este escenario donde además de analizar el confort interno en la biblioteca generado por el aire acondicionado, también podrá analizarse

la eficiencia energética del edificio al comparar el consumo de energía del edificio utilizando solo el aire acondicionado contra el edificio utilizando estrategias bioclimáticas, determinando de esta forma el ahorro energético y la mitigación de emisiones de CO_2 .

Bibliografía

- + Adcock, E. P. (2000). *Principios para el cuidado y manejo de materiales de bibliotecas*. Santiago de Chile: Dibam.
- + Aryala, P. y Leephakpreeda, T. (2015). *CFD Analysis on Thermal Comfort and Energy Consumption Effected by Partitions in Air-Conditioned Building*. *Energy Procedia* 79, 183 – 188.
- + C. Leung, H. G. (2013). *Sleep thermal comfort and the energy saving potential due to reduced indoor operative temperature during sleep*. *Building and Environment* 59, 91-98.
- + CONPAB-IES (2011). *Normas para bibliotecas de instituciones de educación superior e investigación*. Ciudad de México: Consejo Nacional Para Asuntos Bibliotecarios de las Instituciones de Educación Superior.
- + Doty, S. y Turner, W. (2009). *Energy management handbook*. The Fairmont Press.
- + Fondo europeo del desarrollo regional (2012). *Cálculo automático de emisiones totales en relación a los consumos energéticos de sus instalaciones*.
- + Hernan, A. S. (23 de Noviembre de 2008). *Conservation Online (CoOL)*. Recuperado el 13 de Mayo de 2016, de <http://cool.conservation-us.org/byauth/hernandez/ambient.html>
- + IUSES (2010). *Uso de la energía en edificios (manual para estudiantes)*. *Intelligent Use of Energy at School*.
- + PRIME (s.f.). Recuperado el 10 de Octubre de 2016, de <http://www.prime.com.mx>
- + Secretaría de Energía. (2014). *Balance Nacional 2013*. Ciudad de México.
- + Song, J.; Zhang, X. y Meng, X. (2015). *Simulation and Analysis of a University Library Energy Consumption based on EQUEST*. *Procedia Engineering* 121, 1382 – 1388.
- + Universitat de Barcelona (2016). *Simulación de sistemas pasivos*. Recuperado el 2016 de Mayo de 27, de <http://pasivosdb.gestor-energetico.cl/documentacion/>
- + Yarke, E. (2010). *Ventilación natural de edificios. Fundamentos y métodos de cálculo para aplicación de ingenieros y arquitectos*. Buenos Aires.

LOS RETOS PARA IMPLEMENTAR LA RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA Y CONSTRUIR UNA VISIÓN AMBIENTAL EN EL UNIVERSITARIO

Artículo arbitrado 10

Edición 15

Yuritzí Llamas Mangin¹ y Violeta Mangin Guixeras²

^{1,2}Universidad Autónoma de Tamaulipas
Calle Ayuntamiento sur S/N, Col. Infonavit,
Nuevo Laredo, Tamaulipas,
CP. 88275.



yuritzí.llamas@docentes.uat.edu.mx

Recibido: Septiembre 14, 2020.

Recibido en forma revisada: Octubre 29, 2020.

Aceptado: Noviembre 5, 2020.

Resumen: La Facultad de Comercio, Administración y Ciencias Sociales de Nuevo Laredo (FCACS), a través de su Plan de Desarrollo Académico y el Plan de Desarrollo Institucional de la Universidad Autónoma de Tamaulipas 2018 – 2021 incorpora la visión de aplicar acciones de responsabilidad social universitaria (RSU) y sustentabilidad. Lo cual requiere la generación de programas extracurriculares y curriculares para mejorar el actuar ambiental en el quehacer diario del estudiante y durante su desarrollo profesional. A través de la plataforma Google Forms, se recuperó información de alumnos y maestros de la FCACS. Con lo que se identificó que existe una baja participación en actividades de tipo social en nuestra Facultad porque existe un alto porcentaje de desconocimiento en los programas de RSU, sin embargo, los jóvenes están interesados en participar de manera voluntaria.

+ Palabras clave: Responsabilidad social universitaria, extracurricular, estudiantes, visión ambiental.

Abstract: The Faculty of Commerce, Administration and Social Sciences of Nuevo Laredo (FCASS), through its Academic Development Plan and the Institutional Development Plan of the Autonomous University of Tamaulipas 2018 - 2021 incorporates the vision of applying university social responsibility actions (USR) and sustainability. Which is required to generate with extracurricular and curricular pro-

grams to improve the environmental performance in the daily work of the student and during their professional development. Through the Google Forms platform, information was retrieved from FCASS students and teachers. With which it was identified that there is a low participation in social activities in our Faculty, because there is a high percentage of ignorance in the USR programs, however, young people are interested in participating voluntarily.

✦ **Keywords:** *University social responsibility, extracurricular, students, environmental vision.*

Introducción

La Responsabilidad Social Universitaria (RSU), es un concepto que se construyó desde el año 2000, el cual busca consolidar y actualizar constantemente el actuar de la educación superior, por lo que Vallaeys (2014), expone lo relevante de la vinculación del sector académico y el sector social, a través de los cuatro impactos positivos que genera la Universidad, solo por el hecho de dedicar esfuerzo a la preparación del estudiante. Estos cuatro ejes son la visión de la RSU como el funcionamiento administrativo, el impacto de la formación académica del estudiante, la construcción de conocimiento desde sus áreas de investigación, y el impacto social de la relación “universidad – medio ambiente – desarrollo sustentable”. Aunado a esto la Universidad debe de estar siempre alerta de que el conocimiento impartido evite el impacto negativo hacia la sociedad y el Medio Ambiente (Martín Noguera, Martín-Vilar y Almerich, 2014; Vallaeys, 2014).

Objetivo General

Determinar las causas más significativas de la ausencia del estudiante en actividades relacionadas a la responsabilidad social universitaria y la sustentabilidad.

Objetivos específicos

- Definir los beneficios de incorporar actividades de Responsabilidad Social Universitaria y Sustentabilidad en el desarrollo del estudiante.
- Identificar los retos a los que se enfrenta la implementación de la Responsabilidad Social Universitaria.

Planteamiento del problema

Existe un desconocimiento del Plan de Desarrollo Académico y Administrativo 2019 – 2022 (FCACS, 2019) y del Plan de Desarrollo Institucional de la Universidad Autónoma de Tamaulipas 2018 – 2021 (UAT, 2018) por lo que es necesario que la Facultad de Comercio, Administración y Ciencias Sociales de Nuevo Laredo (FCACS), incorpore procesos de implementación y actualización extracurricular basados en la socialización de estos. Se requiere de la difusión de los programas y actividades en los que se pueden integrar los alumnos, para garantizar el alcance de los objetivos establecidos por la Universidad y la Facultad con base en la visión de la Responsabilidad Social Universitaria.

Justificación

En 2012 la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) formalizó un vínculo de colaboración con la Procuraduría General de la República; mediante el documento: la Seguridad en Instituciones de Educación Superior. Estado actual y recomendaciones”; con la propuesta “Inclusión con Responsabilidad Social. Elementos de diagnóstico y propuestas para una nueva generación de políticas de educación superior” (ANUIES, 2012).

El propósito principal del documento consiste en: “hacer énfasis en el papel estratégico que pueden desempeñar las ANUIES para la solución de los grandes desafíos que enfrenta la Nación, convirtiéndose en actores cruciales en la tarea de construir un proceso de desarrollo basado en la inclusión con responsabilidad social” (ANUIES, 2012).

La UAT a través de sus áreas de desarrollo administrativas y académicas, promueve la implementación de programas extracurriculares y curriculares para mejorar el actuar de los estudiantes. En este caso la FCACS requiere de identificar los puntos de oportunidad para mejorar la implementación y la socialización de los Planes de Desarrollo Institucional y los Planes de Desarrollo de la Facultad en los que se incorpora ya la visión de la RSU y el cuidado al medio ambiente, para garantizar el involucramiento del alumnado, con lo que se generan bases para el desarrollo integral de habilidades, actitudes de impacto social, laboral y ambiental del estudiante al egresar de la Facultad.

Marco Teórico

Así mismo, con la RSU es posible trabajar la construcción de valores profesionales, éticos y morales con una visión ambiental a través de las bases del Comportamiento Social Responsable. Ya que van de la mano, tanto en la visión empresarial con la Responsabilidad Social Empresarial (RSE) como en la visión académica con la Responsabilidad Social Universitaria (RSU) (Martín Noguera, Martín-Vilar y Almerich, 2014; Navarro y otros, 2010). La cual se exterioriza cuando el alumno promueve buenas prácticas en sus futuros espacios laborales y en su desarrollo personal para promover un desarrollo integral del estudiante.

Tal como es el caso de las universidades chilenas analizadas bajo el contexto del involucramiento social de universitario, existen fallas de interacción entre la sociedad universitaria y la problemática social. Si bien los estudiantes pueden ser empáticos ante la presencia de los conflictos de su comunidad existen procesos de degradación del interés del joven por atender de manera activa el bienestar social (Navarro y otros, 2010).

Mencionado por Berman (1997), citado en Navarro y otros (2010), indican tres elementos fundamentales sobre las relaciones del universitario con la comunidad:

1. Comprensión de la construcción de redes de cooperación en la comunidad.
2. Construir relaciones interpersonales basadas en la ética y la empatía.

3. Actuar de manera integral con base en la propia identidad y en la aportación individual del bienestar propio, colectivo y planetario.

Estas consideraciones son resaltadas como desafíos a implementar en la formación integral del estudiante universitario ante la presencia del rol social de la universidad ya que se deben promover la formación de elementos prosociales y la construcción del altruismo. Los cuales bajo la figura de estructuras formales e informales de los programas académicos de participación generen estrategias para el fortalecimiento del capital humano en beneficio local y regional de la educación profesional con una visión del comportamiento social responsable que recae en la responsabilidad social universitaria de las facultades y universidades (Cohen, 2007).

La universidad es fuente de generación del conocimiento también conocida como “torre de marfil” por lo que es unifica la misión de la formación de la sociedad con tintes de investigación, construcción de políticas, transferencia de tecnología y el desarrollo de una comunidad basada en habilidades sostenibles proporciona con mayor fuerza la importancia de fortalecer la responsabilidad social en el estudiante y la labor social de la institución (Beltran-Llavorador, Iñigo-Bajo y Mata-Segreda, 2014).

Muestra

Se aplicó una encuesta de manera aleatoria en la población universitaria con la intención de alcanzar una muestra representativa en semestres de segundo y séptimo, para localizar la población que ha estado más tiempo en la FCACS. Ya que son lo que conocen la dinámica universitaria con relación a las actividades extracurriculares. Y a los alumnos que han pasado menos tiempo en la FCACS para identificar si tienen conocimiento de los programas sociales en los que pueden participar de manera voluntaria en la universidad. La encuesta se compone de los elementos que se describen en la Tabla 1 para la variable dependiente e independiente.

Tabla 1. Distribución de preguntas de encuesta por variable.

Variable	Indicador	Encuesta
Independiente	RSU Difusión Implementación	1.- Define lo que entiendes por Responsabilidad Social Empresarial (RSE)
		2.- Has escuchado sobre la Responsabilidad Social Universitaria (RSU)
		3.- ¿Crees que la facultad deba brindar información sobre las actividades relacionadas con la RSU y la Sustentabilidad?
		4.- ¿Has recibido información para participar en los programas y actividades de tu institución?
		5.- De haber escuchado sobre los programas ¿Por cual medio fue?
Dependiente	Alumnos Participación Motivación Desconocimiento	6.- ¿Consideras importante que, como estudiante estés informado en las actividades extracurriculares de tu facultad?
		7.- ¿Te gustaría participar en actividades académicas, talleres, capacitaciones, voluntariado, ejercicios, movilidad estudiantil y estancias de investigación para complementar tu preparación profesional?
		8.- ¿Consideras que cuentas con habilidades y capacidades para participar en convocatorias o eventos que promueve la Facultad?
		9.- ¿Actualmente realizas alguna actividad?
		10.- ¿Recibes alguna motivación por parte de tus docentes para involucrarte en actividades que incrementen tus habilidades y preparación académica?

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación de resultados

A través de la plataforma Google Forms, se recuperó información de 80 alumnos y maestros de la FCACS, en donde se analizan dos variables: el interés por participar dentro de la escuela en actividades y su motivación por realizar actividades fuera de la escuela. De los encuestados un 84% menciono que no ha escuchado sobre el concepto de Responsabilidad Social Universitaria, lo cual es consecuencia directa de la ausencia de información siendo un 68% de alumnos que desconocen el tema.

Por otro lado, un 76 % de los encuestados están interesados en participar en diversas actividades extracurriculares. Sin embargo, a pesar de su interés en dichas actividades dentro y fuera de la escuela, el 72% no realizan alguna actividad deportiva, cultural, altruista o de capacitación. Como se muestra en la Figura 1, los estudiantes cuentan con disposición positiva para participar en actividades, aunque cuentan con un desconocimiento por lo que no participan con la FCACS como voluntarias que favorece su desarrollo integral.

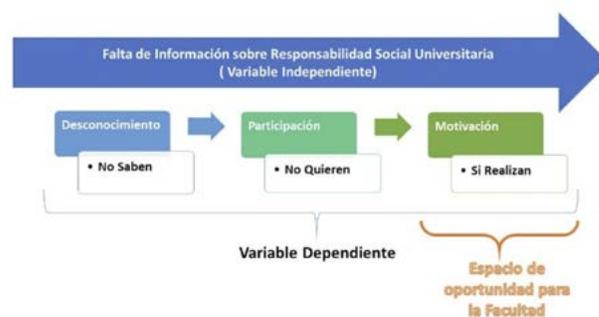


Figura 1: La influencia del acceso a la información

Fuente: Elaboración propia

Algunos ejemplos de siete actividades en las que les gustaría participar a los estudiantes son:

1. Actividades de voluntariado.
2. Educación ambiental.
3. Reforestaciones.
4. Visitas a hospitales.
5. Acciones de cuidado al medio ambiente.
6. Apoyo comunitario.
7. Apoyo a estudiantes de lento aprendizaje.

Como parte del análisis con el apoyo del software ATLAS ti versión 9 (Figura 2), se procesaron las entrevistas para obtener más información respecto a la percepción de los estudiantes respecto a este concepto de RSU la cual está asociada a marcas de empresas o a la acción de las instituciones. La encuesta maneja la escala de Likert por lo que en las preguntas relaciona con la difusión de la información predomina la respuesta muy importante e importante (145 casos) y si ellos consideran que cuenta con habilidades para el voluntariado la respuesta predominante fue totalmente de acuerdo (128 casos).



Bibliografía

+ ANUIES, Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (2012). *Inclusión con Responsabilidad Social: Una nueva generación de políticas de educación superior* [Fecha de Consulta 20 de Junio de 2020], <https://crcs.amui.es/wp-content/uploads/2012/09/Inclusion-con-responsabilidad-social-ANUIES.pdf>

+ Beltrán-Llavorador, Jose; Iñigo-Bajo, Enrique y Mata-Segreda, Alejandrina (2014). *La responsabilidad social universitaria: el reto de su construcción permanente*, *Iberoamericana de Educación Superior* [electrónica], vol 5, num 14, 3-18, Diciembre, 2014 [Fecha de consulta 19 de Octubre del 2020], <https://www.ries.universia.unam.mx/index.php/ries/article/view/128>, doi:<https://doi.org/10.22201/iiisue.20072872e.2014.14.128>

+ Berman - Sheldon, SUNY series, [electrónico], *Democracy and education. Children's social consciousness and the development of social responsibility*. State University of New York Press, USA, 1997 [consultado el 18 de Octubre del 2020] <https://books.google.es/books?id=CpiFeEvMpPgC&pg=PP1&hl=es&pg=PP1#v=onepage&q&f=false>

+ CDS, Comité para el Desarrollo Sustentable (2018). *Recuperado el 10 de junio de 2020, de Universidad Sustentable* : <http://sustentabilidad.uat.edu.mx/uat-sustentable>

+ Cohen, Daniel. *Desafíos de la Responsabilidad Social Universitaria, Razón y Palabra*, [electrónica] num 55, Febrero – Marzo, 2007 [fecha de consulta 18 de Octubre de 2020]. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199520735023>

+ FCACS, Facultad de Comercio, Administración y Ciencias Sociales. *Plan de Desarrollo Administrativo y Académico de la FCACS 2019 -2021*.

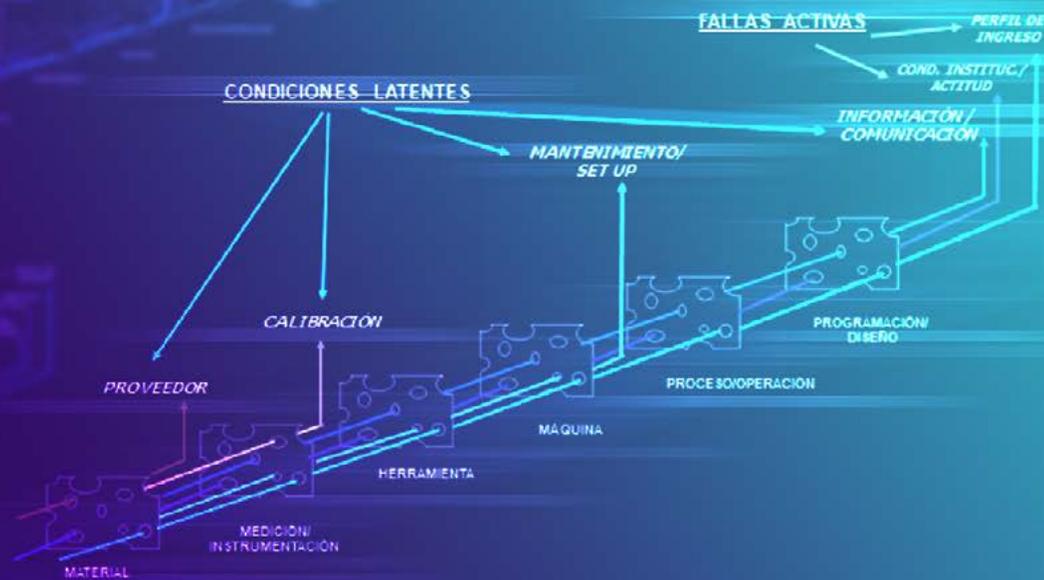
+ Martí Noguera, Juan Jose. *La Responsabilidad social de la educación superior como bien común: concepto y desafíos*, *Revista De La Educación Superior*, [electrónica], vol 47, num 187, 1-22, Junio, 2018, [fecha de consulta 14 de junio 2020]. Obtenido de <https://doi.org/10.36857/resu.2018.186.353>

+ Martín Noguera, Juan Jose; Martín-Vilar, Manuel y Almerich, Gonzalo. *Responsabilidad social universitaria: influencia de valores y empatía en la autoatribución de comportamientos socialmente responsables*, *Revista Latinoamericana de Psicología*, [Electrónico], vol 46, num 3, 160 - 168. Diciembre 2014. [Recuperado el 26 de abril de 2019] DOI: [10.1016/S0120-0534\(14\)70019-6](https://doi.org/10.1016/S0120-0534(14)70019-6)

+ Navarro, Gracia; Boero, Paula; Jiménez, Gladys; Tapia, Liliana; Hollander, Reinier; Escobar, Arturo y Espina, Álvaro. *Universitarios y Responsabilidad Social, Calidad en la Educación*, num 33, 101 – 121, Diciembre, 2010, [fecha de consulta 20 de Octubre de 2020] <https://www.calidadenlaeducacion.cl/index.php/rce/article/view/140/146>

+ UAT, Universidad Autónoma de Tamaulipas. *Plan de Desarrollo Institucional de la Universidad Autónoma de Tamaulipas 2018-2021*.

+ Vallaeys, Francois. *La responsabilidad social universitaria: un nuevo modelo universitario contra la mercantilización*, *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, [electrónica], vol V, num 12, 105 – 117, 2014. [consultado el 15 de abril de 2019] <http://www.redalyc.org/pdf/2991/299129977006.pdf>



ADAPTANDO LA PERSPECTIVA SISTÉMICA DE JAMES REASON A LAS FALLAS EN EL ÁREA DE MAQUINADO

Artículo arbitrado 11

Edición 15

Rosa Ma. Amaya Toral¹, Martha Patricia García Martínez² y Velia Graciela Guzmán Ruíz³

¹Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez
Ave. Tecnológico No 1340, C.P. 32500.

^{2,3} Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Chihuahua II
Ave. De las Industrias No 11101. C.P. 31130.



rosa.at@chihuahua2.tecnm.mx

Recibido: Septiembre 14, 2020.

Recibido en forma revisada: Noviembre 5, 2020.

Aceptado: Noviembre 9, 2020.

Resumen: Este es un Estudio de Caso en una empresa líder en maquinados convencionales y semi automatizados CNC, en el cual se utilizaron datos recopilados mediante entrevistas y encuestas, proporcionados por 3 talleres de maquinado y 2 centros de entrenamiento en alta tecnología (CENALTEC). El objetivo es conocer las relaciones causa-efecto entre las fallas ocurridas en el área de maquinado, representadas en el modelo del error humano de James Reason. Al identificar las “fallas activas” y las “condiciones latentes” que ocurren en el área de maquinado, se pudo determinar que, el error humano, puede tener mayor impacto, dentro del sistema hombre-máquina, en el perfil de ingreso (conocimientos y habilidades básicas) y en las condiciones institucionales/ actitud de los operadores, consideradas como “fallas activas”, mientras que las “condiciones latentes” pueden estar relacionadas con las condiciones de las máquinas, de las herramientas, de los instrumentos-sistema de medición, de los materiales y del diseño de los planos y programas. Identificar las fallas activas y las condiciones latentes resultó ser de gran ayuda para la empresa, al tener una más precisa actuación sobre las causas que originan las fallas y garantizar un proceso de mejora, elevando la calidad y reduciendo así tiempos y costos.

+ **Palabras clave:** Maquinados convencionales y semi automatizados CNC, sistema hombre-máquina, error humano, Modelo de James Reason.

Abstract: This is a Case Study in a leading company in conventional and semi-automated CNC machining, in which data collected through interviews and surveys was used, provided by 3 machining workshops and 2 high-tech training centers (CENALTEC). The objective is to know the cause-effect relationships between the failures that occurred in the machining area, represented in James Reason's human error model. By identifying the "active failures" and the "latent conditions" that occur in the machining area, it was determined that human error can have a greater impact, within the man-machine system, on the entry profile (knowledge and basic skills) and in the institutional conditions / attitude of the operators, considered as "active failures", while the "latent conditions" can be related to the conditions of the machines, tools, instruments-measurement system, of the materials and the design of the plans and programs. Identifying active failures and latent conditions turned out to be of great help for the company, by having a more precise action on the causes that originate the failures and guaranteeing an improvement process, raising quality and thus reducing time and costs.

+ **Keywords:** *Conventional and semi-automated CNC machining, man-machine system, human error, James Reason model.*

Introducción

En el sector metal-mecánico, en las empresas dedicadas al maquinado convencional y CNC, se presentan errores humanos que dan lugar a interrupciones y retrasos en el proceso de fabricación de piezas, generando la presencia de algunos indicadores no satisfactorios como el retrabajo, el desperdicio y las quejas del cliente. La estandarización en el trabajo, podría ayudar a incrementar los índices de productividad en empresas de manufactura (Realyvásquez y Arredondo, 2020). Identificar los tipos de fallas producidas por el factor humano, las causas y las subcausas por las que ocurren, podría ayudar a las empresas a basar sus acciones sobre la calidad del producto, a un menor costo.

Con un enfoque de sistemas (Juris, Kalnins y Jarohnovich, 2015), resaltan la importancia de sistematizar los vínculos del proceso de transferencia de tecnología en países de menor desarrollo, en un modelo de sistema adecuado. Cuando el objetivo de este modelo se basa en encontrar las relaciones causa-efecto, puede resultar que no siempre se tenga un efecto positivo, tal y como sucedió con el enfoque experimental para fortalecer la actividad de gestión de cumplimiento del sistema, de Gammisch, (2014); en esta etapa de la investigación, el modelo fue diseñado con una cuidadosa selección de componentes y relaciones causa-efecto.

El objetivo de la investigación fue conocer las relaciones causa-efecto entre las fallas ocurridas en el área de maquinado y representarlas por medio de la Teoría del error humano de James Reason, al identificar las "fallas activas" y "condiciones latentes" que se presentan en el sistema hombre-máquina del área de maquinado.

Modelo de James Reason, el error humano y la gestión de riesgos

Es un modelo de causalidad de accidentes, utilizado en el análisis y la gestión de riesgos, incluyendo la seguridad de la aviación, la ingeniería, la atención médica, las organizaciones de servicios de emergencia, entre otros. Compara los sistemas humanos con múltiples rebanadas de

queso suizo, apiladas una al otro lado de la otra, en las que el riesgo de que una amenaza se convierta en realidad, se ve mitigado por las diferentes capas y tipos de defensas que existen, una detrás de otras y no permitir que se materialice un riesgo. El modelo fue propuesto por Dante Orlandella y James T. Reason, de la Universidad de Manchester, y desde entonces ha ganado una amplia aceptación (Reason, 1990). El Centro Experimental Eurocontrol (2006), afirma que aunque el modelo es respetado por su amplio uso, es considerado un método útil para relacionar conceptos y ha sido objeto de críticas, por no contar con otros modelos suficientes que lo respalden.

Desde principios de la década de 1990, el modelo del psicólogo inglés James Reason, se ha consolidado como un modelo de referencia en la investigación o prevención de accidentes organizacionales en muchos sistemas productivos. Larouzee y Guarnieri (2015), vuelven a la historia y a sus antecedentes teóricos y al hacerlo, sugieren que el éxito del modelo no se debe tanto a la apropiación del trabajo de Reason por parte de la comunidad industrial, sino a un complejo proceso de coproducción de conocimientos y teorías.

Según las estadísticas, el error humano es el factor principal en los accidentes de aviación civil y militar y las causas de los accidentes suelen denominarse "error del piloto". Skybrary (2016), utilizó el modelo de James Reason en la investigación de accidentes aéreos y encontró otras fallas además de los actos inseguros de la tripulación, como: condiciones previas para actos inseguros, supervisión insegura y / o influencia organizacional (gerencia). Esto le permitió tomar medidas correctivas no sólo para la tripulación, sino para todo el sistema, incluidas los procedimientos, la capacitación, las regulaciones e incluso las leyes de aviación.

La gestión de riesgos en la industria manufacturera puede ser una tarea ardua para los empleadores. Las estadísticas han demostrado que los accidentes industriales han cobrado miles de vidas en todo el mundo. Mohamed e Ideris (2012), llevaron a cabo un ejercicio de identificación de peligros y evaluación de riesgos para tornos y máquinas de soldar en un laboratorio de fabricación. Con el modelo de Reason analizaron los peligros, para determinar la causa de los accidentes e identificar las posibles causas latentes de los accidentes. Cuantificaron los peligros, tanto para las máquinas de soldar como para tornos, determinando sus niveles de riesgo. Identificaron que las probables causas latentes de accidentes, fueron la falta de recursos para el monitoreo individual, la falta de cultura de seguridad y la falta de recursos para el mantenimiento de la limpieza.

Materiales y Métodos

El método utilizado fue el Estudio de Caso en una empresa líder en maquinados, mediante un estudio cualitativo y exploratorio, usando como materiales la aplicación de entrevistas y una encuesta diseñada para obtener información proveniente de 2 Centros de Entrenamiento en Alta Tecnología (CENALTEC) del estado de Chihuahua y de 3 talleres de maquinado de la ciudad de Chihuahua. Se siguió la metodología del Modelo del Error Humano de Reason y del Método K-J, de Jiro Kawakita (1960) o Diagrama de Afinidad.

Una vez obtenida la información referente a las fallas ocurridas en las áreas de maquinado por un periodo de tiempo de 4 meses, así como las correspondientes causas y subcausas por las que éstas ocurrían, se estandarizó y clasificó la terminología empleada, realizando una taxonomía de fallas. A partir de ahí se estructuraron los bloques y las subcausas de falla. El Estudio de Caso se desarrolló en la empresa A, aplicando la estructura del modelo de James Reason a la situación específica de estudio, realizando algunas adecuaciones al mismo; a continuación se presenta el procedimiento seguido:

Componentes del sistema clasificados e identificados como bloques

Utilizando la información sobre las fallas ocurridas en los 3 talleres (A, B y C), fueron clasificadas con un Diagrama de Afinidad (método K-J), obteniendo 6 bloques y representados cada uno en el Modelo de Reason, como una rebanada de queso suizo: Máquina, Herramienta, Medición/Instrumentación, Proceso/Operación, Programación/Diseño y Material.

Asignación de subcausas de las fallas

Utilizando la información sobre las fallas ocurridas en los 3 talleres (A, B y C), a cada falla se le asignó una o varias causas y subcausas de falla, estas últimas fueron clasificadas mediante un Diagrama de Afinidad (método K-J), obteniendo como resultado 6 subcausas de falla: Mantenimiento/Set up, Perfil de ingreso, Condiciones Institucionales/Actitud, Proveedor, Información/Comunicación y Calibración. Éstas fueron representadas en el modelo de Reason, por un agujero en la rebanada de queso donde tenía impacto. La Tabla 1, muestra la descripción de cada bloque obtenido en el área de maquinado.

Tabla 1. Descripción de los bloques en las áreas de maquinado de los 3 talleres.

BLOQUES	DESCRIPCION
Máquinas	Maquinaria utilizada para la fabricación de las piezas en el modo convencional y CNC.
Herramientas	Herramientas utilizadas para la fabricación de las piezas en el modo convencional y CNC.
Medición/Instrumentación	Manejo de: instrumentos de medición, sistema de medición y la actividad propia de medición, en el área de maquinado.
Proceso/Operación	Desarrollo de las operaciones de maquinado y ensamble, en el área de maquinado.
Programación/Diseño	Programación en maquinado CNC y el diseño e interpretación de los planos.
Material	Material utilizado para la fabricación de las piezas.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 2, muestra la descripción de las subcausas de falla obtenidas.

Tabla 2. Descripción de las subcausas de falla de los 3 talleres.

SUBCAUSAS DE FALLA	DESCRIPCION	
Mantenimiento/Set up	Realización del mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo aplicado a las máquinas convencionales y CNC.	
Perfil de ingreso	Conocimientos básicos, experiencia y habilidades en dimensionado y maquinado convencional y CNC.	
		Matemáticas de taller
		Interpretación de planos
		Tolerancias geométricas
Metrología		
Condiciones institucionales/Actitud	Conductas asociadas a diversos factores organizacionales e individuales que generan otros factores psico-físicos y psico-sociales.	
Proveedor	Condiciones y características del material y de máquinas-herramientas utilizadas.	
Calibración	Calibración de los instrumentos de medición y del equipo de calibración.	
Información/Comunicación	Información y comunicación sobre lo que tienen que hacer, la manera de hacerlo y los resultados esperados.	

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se presenta el desarrollo del Estudio de Caso realizado en la Empresa A.

Estudio de caso

• Descripción del problema

La empresa A, presentó un alto índice de desperdicio, por encima de su meta establecida del 5% en el año 2018, originando altos costos y quejas de cliente, además de una cantidad importante de piezas defectuosas para retrabajo. El porcentaje de piezas producidas que fueron consideradas desperdicio, durante el periodo del 20 de julio al 1 de noviembre del 2018 (Figura 1).



Figura 1. Porcentaje semanal de desperdicio producido en el área de maquinado de la empresa A, en el periodo del 20 de julio al 1 de noviembre del 2018.

• Objetivo

La Empresa A desea conocer los factores que contribuyen en la generación de fallas y que producen el alto índice de desperdicio dentro del área de maquinado y como consecuencia altos costos, para poder actuar sobre ellos y mejorar la calidad.

• Recopilación y análisis de información

El proceso de recopilación de información se llevó a cabo mediante entrevistas y un formato encuesta-cuestionario diseñado previamente para ello. Se recopiló información sobre las fallas encontradas en el área de maquinado de la empresa A, del periodo del 20 de julio al 1 de noviembre del 2018, las causas y subcausas, y utilizando el modelo de Reason, se procedió a realizar el análisis de las fallas.

- Fallas ocurridas en el área de maquinado

Se realizó una previa selección de las fallas ocurridas en el área de maquinado de la empresa A. Algunos ejemplos de estas fallas se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Fallas presentadas.

Fallas ocurridas	Fallas ocurridas	Fallas ocurridas
Pieza fracturada	Pin enterrado	Rosca fracturada
Avellanado incorrecto	Barreno fuera de especificación	Distancias cortas
Machuelo quebrado	Chafalán desalineado	Configuración incorrecta
Rebaba incrustada	Profundidad fuera de <u>espec.</u>	Escuadre incorrecto
Rosca dañada	Espesor corto	Posición fuera de <u>espec.</u>
Barreno fuera de posición	Diámetro grande	Pieza marcada
Longitud corta	Rosca barrida	Broca quebrada

- Elaboración de matriz de relación entre bloques y subcausas de falla

Considerando la clasificación de los bloques y de las subcausas de falla, en la empresa A, se elaboró la matriz de relación de la Tabla 4, donde puede apreciarse que el perfil de ingreso y la actitud están presentes en todos y cada uno de los 6 bloques.

Tabla 4. Matriz de relación entre los bloques y las subcausas de falla, ocurridas en el área de maquinado de la empresa A en el periodo del 20 de julio al 1 de noviembre del 2018.

BLOQUES	SUBCAUSAS					
	MANTENIMIENTO	PERFIL DE INGRESO	ACTITUD	PROVEEDOR	CALIBRACIÓN	INFORMACIÓN/ COMUNICACIÓN
MAQUINARIA	X	X	X			X
HERRAMIENTAS	X	X	X			X
MEDICIÓN/INST RUMENTACIÓN	X	X	X		X	X
PROCESO		X	X			X
PROGRAMCIÓN Y DISEÑO		X	X			X
MATERIALES		X	X	X		

Fuente: Elaboración propia.

- Modelo de análisis de la información

En la Figura 2, se muestra el modelo gráfico de James Reason, representado por los bloques y subcausas de fallas de la Tabla 4, adaptado para representar las fallas ocurridas en el área de maquinado de la empresa A.

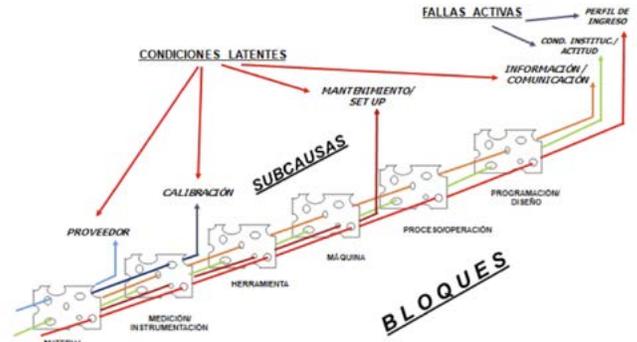


Figura 2. Modelo gráfico de James Reason sobre las fallas ocurridas en la empresa A en el periodo del 20 de julio al 1 de noviembre del 2018. Diseño propio.

Resultados

En la Figura 2, se identifican las subcausas que estuvieron presentes en todos y cada uno de los bloques, consideradas “fallas activas”, éstas son: las condiciones institucionales/actitud y el perfil de Ingreso, mientras que mantenimiento, proveedor, calibración e información/comunicación aquellas subcausas que se encontraron en sólo algunos de los bloques, fueron consideradas “condiciones latentes”. Este análisis indica, que hay que tener en cuenta que tanto las condiciones institucionales/actitud, como el perfil de ingreso de los operadores, técnicos, diseñadores y programadores, requieren atención especial, sin que el resto de las subcausas deban desatenderse.

Seguimiento a los resultados obtenidos: Enfoque en las “fallas activas”: Perfil de Ingreso y Condiciones Institucionales/Actitud

Para dar un enfoque prioritario a las condiciones institucionales/actitud y al perfil de ingreso, por considerarse “fallas activas”, es importante entender, lo que para fines de esta investigación se consideró en cada uno de los rubros. Para el perfil de ingreso, a continuación se enlistan los conocimientos y habilidades requeridos por el operador y/o técnico del área de maquinado convencional y CNC.

• Maquinado Convencional: Dimensionado, Metrología, Interpretación de planos y Tolerancias Geométricas.

• Maquinado CNC: Todas las consideradas en el maquinado convencional, Conocimientos y habilidades en maquinado convencional y Programación/Diseño.

En la Tabla 5, se presenta una breve descripción de los conocimientos y habilidades requeridos para cada área de conocimiento.

Tabla 5. Conocimientos y habilidades requeridos por áreas de conocimiento en el área de maquinado.

AREA DE CONOCIMIENTO	CONOCIMIENTOS Y HABILIDADES REQUERIDOS
Matemática de taller	-Sistema de unidades (mm-pul). -Lenguaje de taller.
Tolerancias geométricas	-Interpretar, analizar y especificar información de dibujo y tolerancias geométricas, conocer los conceptos fundamentales (símbolos y términos) utilizados en la aplicación y verificación de las tolerancias geométricas.
Lectura de planos	-Normas básicas para la interpretación de planos. -Realizar lecturas de planos de trabajo en proporción a su especialidad mecánica. Interpretar los dibujos de trabajo y en un plano alternativo, aplicar los detalles emitidos por los planos para la valoración y fabricación de componentes mecánicos.
Metrología aplicada	-Utilizar herramientas e instrumentos de medición utilizados en el taller de fabricación y en el laboratorio de metrología. -Dominio de los sistemas de medición, tipos de equipos de medición y su uso.
Maquinado convencional	-Operación de maquinado convencional utilizando los procesos de torneado, taladrado, fresado y rectificado de piezas para su fabricación, de acuerdo con las especificaciones. Inspección de piezas -Identificar partes y componentes de las máquinas herramientas.
Maquinado CNC	-Diseñar piezas, programación y ajuste en máquinas CNC. -Diseñar y maquinar con distintos procesos de las máquinas CNC, piezas con distintos requerimientos de manufactura.

Fuente: Información proporcionada por CENALTEC Cd Juárez y CENALTEC Chihuahua (2019).

Para las Condiciones Institucionales/Actitud, a continuación se mencionan algunos factores que se considera, influyen en ellos:

Factores organizacionales

- Condiciones laborales: relaciones interpersonales, sobrecarga de trabajo, presión en el trabajo, facilidades/libertad.
- Condiciones ergonómicas: adaptación y comodidad del área de trabajo.
- Condiciones de seguridad: ruido, iluminación, temperatura, equipo personal y seguridad con las máquinas y las herramientas.

Factores psico-físicos y psico-sociales: estrés, fatiga, presión, cansancio, desmotivación, frustración, ira, enojo, ansiedad, descuido, olvido, omisión, salud, actos mal intencionados (sabotaje), imprudencia, negligencia, renuencia, etc.

Discusión

El resultado obtenido a través de la estructura de Reason se basó en la interpretación de las subcausas presentes en las fallas, y siguiendo la estructura del método, se identificaron las “fallas activas”, como una sinergia de “condiciones latentes”. El sistema debe poseer una serie de barreras o defensas que eviten que esto ocurra, por lo que, un factor importante es el periodo de tiempo considerado para para la construcción del modelo y el análisis de la información, ya que pudiera existir que, en cierto periodo de tiempo, no se presentaran “fallas activas” y únicamente “condiciones latentes”, por eso resulta conveniente que la empresa cuente con un plan de acción sobre “condiciones latentes”, antes de que éstas se materialicen y se conviertan en “fallas activas”.

Conclusión

El modelo de sistema diseñado, resalta que el error humano puede estar relacionado a través de las “fallas activas” representadas por el perfil de ingreso (conocimientos y habilidades básicas) y por las condiciones institucionales/ actitud del operador, técnico, programador y diseñador. También a través de las “condiciones latentes”, como las condiciones físicas y de operatividad de las máquinas, de las herramientas, de los instrumentos y el sistema de medición, de los materiales adecuados y del correcto diseño de los planos y programas que alimentan a las máquinas convencionales y CNC. La importancia de resaltar las “fallas activas” y “condiciones latentes” destaca la necesidad de reconocimiento y actuación sobre ellas y garantizar un proceso de mejora continua dentro de los talleres de maquinado, elevando la calidad, reduciendo así tiempos y costos.

El resultado de este análisis fue de gran utilidad para continuar con las siguientes etapas de investigación, las cuales consistieron en establecer el modelo físico del sistema hombre-máquina, partiendo de las relaciones causales entre el error humano y de máquina, con las fallas en el área de maquinado y para el diseño del modelo de evaluación de la confiabilidad del sistema hombre-máquina.

Bibliografía

- + Gammisch, M. "The effectiveness of compliance management systems- An experimental Approach. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 156 (2014). 236-240.

- + Juris, H.; Kalnins R. y Jarohnovich, N. "System Thinking Approach in Solving Problems of Technology Transfer Process". Elsevier: *Procedia-Social and Behavioral Sciences* 195 (2015). 783-789.

- + Larouze, J. y Guarnieri, F. *From Theory to practice: Itinerary of Reason's Swiss cheese Model. Safety and reliability of complex Engineered Systems-Proceedings of the 25th. European Safety and Reliability Conference, ESREL, 2015, (2015).*

- + Mohamed, M. y Ideris, H. *Managing risks in a manufacturing environment: A perspective from Reason's Accident Causation Model. Universal Journal of Management and Social Sciences. (2012).*

- + Realyvásquez, A.; Arredondo, K, et.al. "Work Standarization and Anthropometric Workstation Design as an Integrated Approach to Sustainable Workplace in the Manufacturing Industry". *Sustainability MDPI. (4 de mayo 2020).*

- + Reason, J. "The Contribution of latent human Failures to the breakdown of complex systems". *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B. Biological Sciences. (1990). 327 (1241): 475-484.*

- + Smalko, Z. y Szpytko, J. *The man-machine type systems modeling approach. Journal of KONBiN. (2008). Vol. 5. PP 171-188.*
SKYBRARY. James Reason Human Factors Model. *EUROCONTROL (2016).*

PLATAFORMA DE BAJO COSTO BASADA EN IOT PARA EL MONITOREO DE CONSUMO DE ENERGÍA

Artículo arbitrado 12

Edición 15

Samuel Neftali Alvirde Valencia¹, Luis Roberto Sanabia Savaleta², Juan Miguel González López³, Ramón O. Jiménez Betancourt⁴ y Marco Antonio Pérez González⁵

^{1,2,3,4,5}Universidad de Colima, Facultad de
Ingeniería electromecánica
Km 20, carretera Manzanillo-Cihuatlan
Manzanillo, Colima, México, C.P. 28864.



jgonzalez71@uacol.mx

Recibido: Septiembre 24, 2020.

Recibido en forma revisada: Noviembre 3, 2020.

Aceptado: Noviembre 5, 2020.

Resumen: En este artículo se presenta el diseño y construcción de un sistema de monitoreo de bajo costo basado en la tecnología internet de las cosas, conocidas como IOTs. La plataforma propuesta monitorea el consumo de energía eléctrica, estas mediciones se presentan en la plataforma UBIDOTs con la finalidad de que el usuario mediante un dispositivo móvil pueda estar consiente en la forma en como esta consumiendo la energía y pueda cambiar hábitos para ahorrar energía. Las mediciones se realizan con un microcontrolador, un sensor de corriente y un divisor de voltaje para calcular la potencia medida. Los cálculos de las variables se realizan con programación en lenguaje C. En cada una de las secciones se describe con gran detalle todas las partes que conforman la plataforma para que se pueda el lector con conocimientos básicos de electrónica o afin pueda reproducirla. Para validar la plataforma se realizaron mediciones en una casa y se compararon con un instrumento de medición certificado.

Palabras clave: Internet de las cosas, Sistemas de monitoreo de energía, IOT, Smart metering.

Abstract: This article presents the design and construction of a low-cost monitoring system based on Internet of Things technology, known as IOTs. The proposed platform monitors electrical energy consumption, these measurements are presented on the UBIDOTs platform so

that the user through a mobile device can be aware of the way he is consuming energy and can change habits to save energy. Measurements are made with a microcontroller, a current sensor, and a voltage divider to calculate the measured power. The calculations of the variables are carried out with programming in C language. In each of the sections all the parts that make up the platform are described in great detail so that the reader with basic knowledge of electronics or similar can reproduce it. To validate the platform, measurements were made in a house and compared with a certified measuring instrument.

✦ **Keywords:** *Internet of things, Energy monitoring systems, IOT, Smart metering.*

Introducción

Para disminuir el consumo de energía se han propuesto una serie de alternativas y metodologías que ayuden con el ahorro de energía, en los últimos años y con un futuro prometedor para los hogares y edificios inteligentes se encuentra el uso creciente del Internet de las Cosas conocidas como las IOT (Peña y Sanchez, 2012). La idea detrás de las IOTs para la automatización es que cada dispositivo deberá ser capaz de comunicarse con un centro de control para el manejo de la energía; primeramente, debe monitorear la forma en como se consume la energía y que además los usuarios sean consientes de como se usa para reducir su consumo. Por tal motivo se han propuesto algunas alternativas, el trabajo realizado por (Román, 2011) donde se diseña un sistema doméstico para control de iluminación y monitoreo de consumo eléctrico con un desarrollo paralelo entre la interfaz gráfica de usuario y el sistema de control mediante PLC. De forma similar, (Mahecha Chaux, 2018) desarrolló una aplicación para monitorear la eficiencia energética y su consumo utilizando inteligencia artificial, optimizando la iluminación en el hogar, independientemente de la hora o el lugar donde esté el usuario.

En el proyecto (Duque Alas, 2014) se desarrolló un sistema de gestión de energía económica que permite gestionar la energía que es consumida en el hogar, así como la implementación de un sistema que informe al usuario del consumo en tiempo real en un ordenador. Peirotén, (2013), se encarga del control de los sensores y actuadores que sirven para propósitos distintos: seguridad, climatización, iluminación y ocio. También Yanza y Chafra (2011), hacen un estudio comparativo de los Sistemas Informáticos Domóticos Active Home Pro y ETS3 Profesional de automatización de viviendas y oficinas aplicando a la empresa computadoras y servicios ubicadas en la ciudad de Riobamba con el objetivo de controlar (automatizar) la red eléctrica de iluminación.

Soto y Velásquez (2012), proponen un diseño de software y hardware para el control de la iluminación y la temperatura en la habitación de un hospital por medio de un sistema demótico, para ello implementa una red Wifi para llevar a cabo la automatización, así como el monitoreo de distintos aparatos eléctricos. Humberto, Jesus, Alberto y Kenny (2014), desarrollaron un sistema demótico prototipo con la finalidad de lograr la automatización de una vivienda, tal que se pueda controlar remotamente y realizar ciertas actividades sin la supervisión u operación del usuario. Bordons, Torres y Valverde (2015), se centran en los temas relacionados con la operación óptima de las micro redes, que son conjuntos de cargas, generadores y sistemas de almacenamiento de energía, aislados o conectados al resto de la red eléctrica, que pueden ser gestionados de

manera coordinada para suministrar electricidad de forma fiable. Sin embargo, en la mayoría de los trabajos encontrados en la literatura no se presenta con gran detalle la forma en como se desarrollan estos prototipos para que se puedan replicar los resultados; por tal motivo en este artículo se presenta una plataforma de bajo costo en la cual se describe con gran detalle su construcción de tal forma que cualquier lector con conocimientos básicos de electrónica puede replicar y aplicar lo presentado en este trabajo. La implementación de esta herramienta basada en IOT es propuesta para el monitoreo de consumo de energía en casa habitación; sin embargo, también se puede utilizar en la industria, empresa e inclusive en los motores eléctricos permite el control del consumo energético. En la industria podría ser implementado en el monitoreo o gestión de mantenimiento de máquinas o aparatos eléctricos, ya sean de alto y/o bajo consumo, con la finalidad de alargar la vida útil ya que permite determinar el momento de una medición cuando esté fuera del rango como es el ejemplo de la corriente en los motores, si este supera su corriente nominal quiere decir que requiere atención o revisión ya sea por desgaste en rodamientos, falta de lubricación o alguna otra falla. Las aplicaciones de medición pueden ser muy variadas dependiendo de la necesidad de cada usuario. Pero lo más común es poner estos sistemas de medición en los alimentadores principales, submedición por áreas o líneas de producción y en cargas críticas.

En el mercado se encuentran aparatos de monitoreo y medición de energía eléctrica como es el Fluke, este aparato es de gran calidad y son muy confiables en sus mediciones por ello su costo es muy elevado. En el aspecto comercial, existen diferentes modelos desde muy económicos hasta algunos muy caros pero aunque la mayoría de ellos tienen interfaces de monitoreo fáciles de usar, su arquitectura es cerrada por lo que no es posible realizar ajustes. Por otro lado, si el dispositivo propuesto tiene alguna falla en los sensores por ejemplo, estos se pueden reemplazar fácilmente ya que se pueden obtener en tiendas de electrónica o internet a bajo costo.

Arquitectura del sistema

Configuración del sistema.

Para la medición de la energía consumida se propone el uso de un sistema propio no invasivo diseñado de forma compacta y fácil de instalar (Figura 1), donde se muestra la colocación del sistema de medición propuesto en la instalación eléctrica.

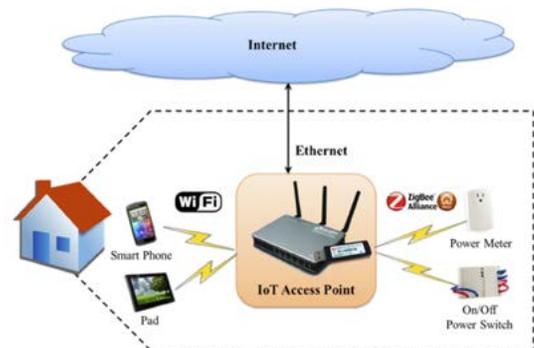


Figura 1. Esquema de la del sistema de medición colocación propuesto.

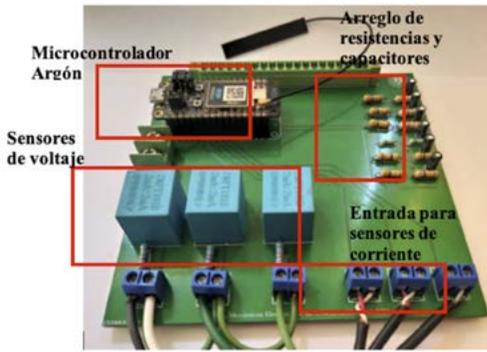


Figura 2. Montaje de sensores y componentes electrónicos en baquelita impresa.

Tarjeta de procesamiento Wifi

En la Figura 2, se muestran los componentes de la arquitectura del sistema, donde el dispositivo central es un Argón. Esta tarjeta es una potente placa de desarrollo habilitada para Wi-Fi que puede actuar como una puerta de enlace habilitada para Wi-Fi para redes Particle Mesh. Se basa en el Nordic nRF52840 y tiene un circuito de carga de batería incorporado. Cuenta con terminales a sus costados, la Figura 3, ilustra cada una de las entradas y salidas. A lado izquierda se encuentra las entradas analógicas, y de la parte derecha están las entradas digitales. Al igual cuenta con una terminal de 3.3 VDC y la terminal de GND.



Figura 3. Definición de pines y botones.

más de 2000 espiras (Figura 4). Para la implementación de este sensor de corriente se necesita un arreglo de resistencias y capacitores para poder conectarlo al dispositivo Argón, esta conexión de muestra en la Figura 5, en el que un cable del sensor de corriente va conectada a la entrada A0 del dispositivo Argón, el otro cable del sensor se conecta al nodo del capacitor y la resistencia, el arreglo muestra dos resistencias en serie y un capacitor en paralelo en una de las resistencias, de una salida de la resistencia se conecta a los 3.3 VDC y la otra al GND del Argón.

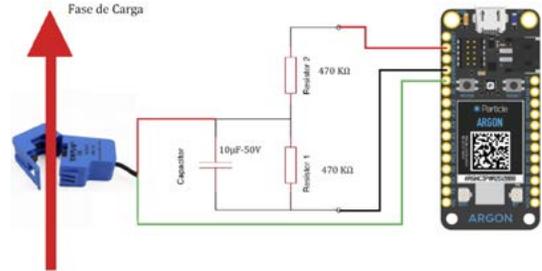


Figura 5. Arreglo del sensor de corriente.

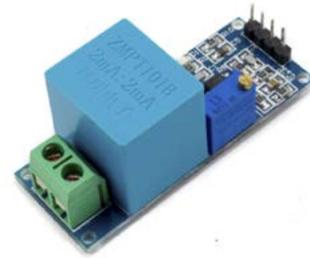


Figura 6. Sensor de voltaje ZMPT101B.

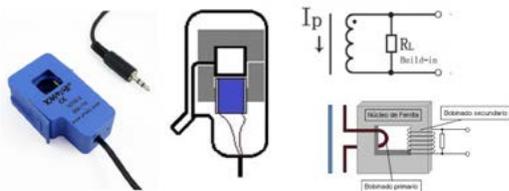


Figura 4. Funcionamiento del sensor de corriente.

Sensor de corriente

Los sensores de la serie SCT-013 son sensores que trabajan como transformadores, la corriente que circula por el cable que deseamos medir actúa como el devanado primario (1 espira) e internamente tiene un devanado secundario que dependiendo del modelo pueden tener hasta

Sensor de voltaje.

El módulo transformador de voltaje alterno ZMPT101B permite medir voltaje alterno (Figura 6) como el que tenemos en nuestros hogares (en México: 220VAC-60Hz), este voltaje AC no puede ser medido directamente por el ADC del Argón pues escapa al rango de entrada (0V a 5V). El módulo ZMPT101B soluciona el problema reduciendo el voltaje AC de entrada a un voltaje menor que pueda ser leído por el Argón o cualquier otro microcontrolador. Para la implementación de este sensor de voltaje al igual que el de corriente se necesita un arreglo de resistencias y capacitores para poder conectarlo al dispositivo Argón, esta conexión de muestra en la Figura 7, en el que la fase se conecta en serie con una resistencia y posteriormente a una terminal del sensor de voltaje se conecta una resistencia en paralelo, y una salida se conecta a la entrada del Argón y la otra salida a un arreglo similar al de sensor de corriente. Todos los componentes se montaron en una baquelita impresa debido a que más accesible al momento de soldar resistencias, capacitores y los sensores de medición, otro motivo por la cual implementar una baquelita impresa es que tiene la ventaja de que no requiere de cableado,

por lo que hay más espacio de incorporar más elementos de medición y no presenta falsos contactos en la circuitería como se muestra en la Figura 8.

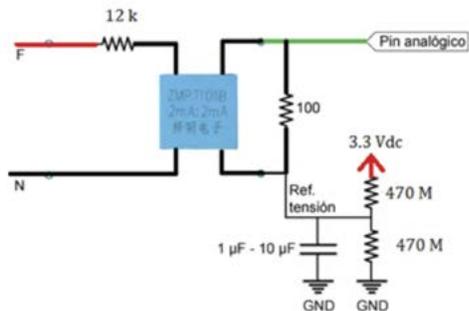


Figura 7. Arreglo del sensor de voltaje ZMPT101B.

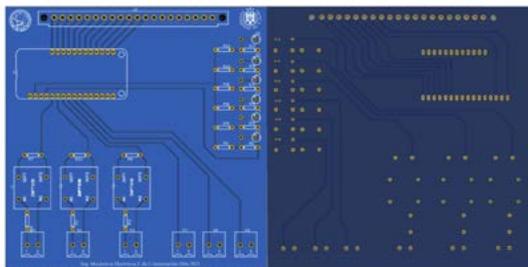


Figura 8. Diseño de Baquelita impresa.

Algoritmos de medición

Base matemática para medición de variables

La placa lee las señales de voltajes y corrientes, calculan los parámetros eléctricos; en este caso se implementaron las conocidas relaciones para el cálculo de los valores verdaderos rms por sus siglas en ingles (Root Mean Square) de la potencia activa y el consumo de energía en kWh, las expresiones se dan a continuación:

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{v_1^2 + v_2^2 + \dots + v_N^2}{N}} \quad \text{V} \quad (1)$$

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{i_1^2 + i_2^2 + \dots + i_N^2}{N}} \quad \text{A} \quad (2)$$

Dónde V_{trms} e I_{trms} son las muestras de voltaje y corriente . respectivamente en este caso se utilizaron 1000 muestras con un $fs=kHz$. La Figura 11 muestra la comparación con un medidor de calidad de energía comercial para propósitos de validación de la marca Fluke43 que muestra que el sistema propuesto es preciso.

La potencia aparente es el producto de los valores rms de voltaje y corriente y sus unidades son VA, que es el consumo de los aparatos eléctricos tanto de forma negativa y positiva, pero esto no es algo real debido a que estos mismos aparatos tienen elementos inductivos y capacitivos por lo que la energía la almacenan y se calcula mediante la siguiente ecuación: (IEEE Std, 2000).

$$S = V_{trms} I_{trms} = \frac{1}{N} \sqrt{\sum v_k^2 \sum i_k^2} \quad (3)$$

La potencia promedio puede ser obtenida ecuación (4):

$$P_{prom} = \frac{1}{N} \sum v_k i_k \quad (4)$$

Esta expresión permite obtener la potencia en watts con mucha precisión a medida se incrementan la cantidad de muestras o mediciones, ya que es como se va construyendo y formando la onda senoidal. La potencia reactiva Q es una medida del intercambio de energía entre la fuente y la parte reactiva de la carga. La unidad de Q es el volt-amperre reactivo (VAR). Por lo general el valor de la potencia reactiva es 0 cuando se trata de cargas puramente resistivas con un FP igual a 1, si el valor es menor a cero quiere decir que se encuentra el FP en adelante y tiene carga capacitiva, si la potencia reactiva se encuentra por arriba de 0 quiere decir que FP está en retraso y tiene carga mayormente inductiva (IEEE Std, 2000).

$$Q(t) = v(t)i(t) - \frac{V_p I_p}{2} \cos(\delta - \theta) = \frac{V_p I_p}{2} \cos(2\omega t + \delta + \theta) \quad \text{VAR} \quad (5)$$

En forma discreta, la expresión (5) se transforma en:

$$Q = \frac{1}{N} \sqrt{\sum v_k^2 \sum i_k^2} - \frac{1}{N} \sum v_k i_k \quad \text{VAR} \quad (6)$$

El factor de potencia es adimensional, ya que es la proporción entre la potencia promedio y la potencia aparente, y es el resultado del coseno de los ángulos de desfase entre el voltaje y la corriente. Para obtener el valor del FP se emplea a través de la medida estadística del coeficiente de correlación de Pearson, se muestra en la siguiente ecuación:

$$FP = \frac{\sum v_k i_k - N \frac{\sum v_k}{N} \frac{\sum i_k}{N}}{\sqrt{\sum v_k^2 - N \left(\frac{\sum v_k}{N}\right)^2} \sqrt{\sum i_k^2 - N \left(\frac{\sum i_k}{N}\right)^2}} \quad (7)$$

Código fuente

Al inicio del código se encuentra System_THREAD(ENABLED) que es utilizado para que el Argón corra el programa sin tener una conexión a internet, por lo que no se puede realizar modificaciones o ver los resultados en tiempo real, sin embargo, cuando ocurre una falla este si podrá detectarla y abrir el circuito.

En este código se declara una variable flotante Ia y Van como vector de la fase a y la variable Irms_a=0 esta variable es la corriente RMS, se agrega una condición "For" que toma 100 muestras para calcular los parámetros, por lo que con estas muestras es posible reconstruir de forma muy similar la onda senoidal, otra variable flotante es sensoria y sensorVan que son las entradas a donde se conectan los sensores al Argón.

Después se hace la conversión de información analógica para calibrar el sensor, esto se valida con un amperímetro de gancho conectado a la fase de la carga.

El valor de 4096 es el valor digital con una gran capacidad para ver cantidades pequeñas, se convierte una de digital a analógico. El 3.3 es el valor de voltaje que se alimenta el sensor, y los 1.65 es el resultado de dividir 3.3/2 que es el desfaseamiento de la onda convertida. El valor de 27.62 es la sensibilidad que tiene el sensor de corriente y 827.95 para el sensor de voltaje, pero este es se cambia para obtener el valor semejante con respecto a la medición del multímetro. Luego inicia el cálculo de los valores rms de voltaje y corriente almacenando y acumulando los cuadrados de cada muestra de corriente. Posteriormente las variables IRMS_a es la raíz cuadrada de las variables Irms_a /100, ya que son 100 muestras de la onda senoidal. La parte del código donde esta String Current = String(IRMS_a); toma valor numérico de una lista de caracteres y mandarlo a la nube. Cuando menciona que es "Private" quiere decir que solo el usuario puede ver la información que está enviando el Argón a la nube. El código utilizado para calibrar los sensores con 100 muestras es el siguiente:

```
SYSTEM_THREAD(ENABLED); // Correr programa sin conexión a Internet
#include "math.h"
#include "stdio.h"
// developed by Ph D. Ramon J Betancourt
//September 2019
// All rights reserved
float Ia[99] = {}; // Vector de Iphase A
float Van[99] = {}; // Vector de Vphase A
float IRMS_a;
float VRMS_an;
void setup() {
}
void loop() {
float Irms_a = 0; //Corriente RMS
float Vrms_an = 0; //Voltaje RMS
for (int i = 0; i <= 19; i++) { // Se toman 20 muestras para calcular los parametros
float sensorIa = (analogRead (A3)); // Lectura de corriente de fase
float sensorVan = (analogRead (A0)); // Lectura de corriente de fase
// Conversión de información analógica (calibración):
sensoria = ((sensorIa/4096)*3.3-1.65)*27.62; // reemplazar 27.62
```

```
sensorVan = ((sensorIa/4096)*3.3-1.65)*827.95; // reemplazar 27.62
// aqui inicia el cálculo de los valores RMS de voltaje y corriente
Ia[i] = pow (sensorIa, 2); // se almacena el cuadrado de cada muestra de corriente
Van[i] = pow (sensorVan, 2); // se almacena el cuadrado de cada muestra de corriente
Irms_a = Irms_a + Ia[i]; // se acumulan los cuadrados de cada muestra de corriente
Vrms_an = Vrms_an + Van[i]; // se acumulan los cuadrados de cada muestra de corriente
delay(1);
// finaliza el cálculo de RMS de voltaje y corriente
}
IRMS_a = sqrt(Irms_a/100);
VRMS_an = sqrt(Vrms_an/100);
String Current = String(IRMS_a);
String Voltaje = String(VRMS_an);
Particle.publish("Corriente", Current, PRIVATE);
Particle.publish("Voltaje", Voltaje, PRIVATE);
delay(1000);
}
```

Interfaz gráfica en UBITOTs

La información de los valores de voltaje y corriente RMS se envía a la plataforma de Ubidots en la que se puede manipular creando graficas o herramientas visuales para entender mejor los parámetros de la energía. Mediante la calibración de todos los sensores se crea un programa en el que incluya todas las los sensores de tanto de voltaje y de corriente y mediante las ecuaciones mostradas anteriormente, calculan la potencia real, reactiva, aparente y el factor de potencia, de ese modo en la interfaz de Ubidots en la parte de "Dashborad" se crea un Canvas (Figura 9), que es la visualización de información dentro de una imagen creada, y los valores van cambiando con respecto al tiempo, es decir actualiza las mediciones de los sensores.

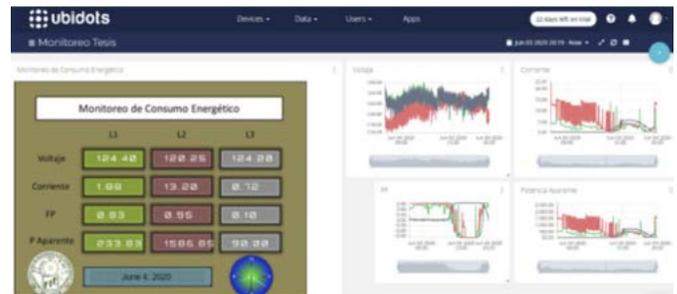


Figura 9. Visualización de la información en Ubidots.

En la Figura 10, se muestra una prueba de medición aplicada a una casa con conexión bifásica, las mediciones se realizan en el tablero principal de distribución de cargas. Se utilizó un analizador de calidad de la energía marca Fluke 435a para validar las mediciones.

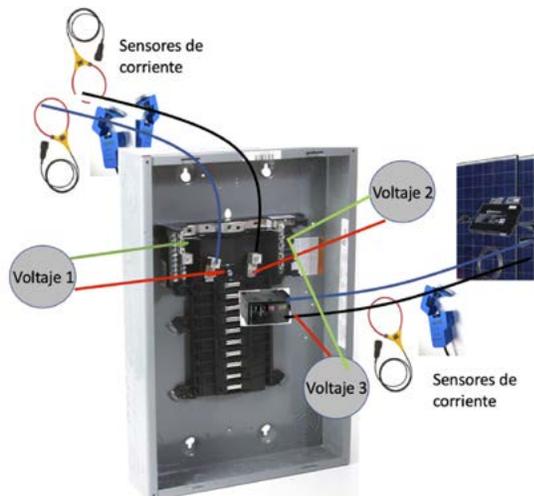


Figura 10. Mediciones en casa.

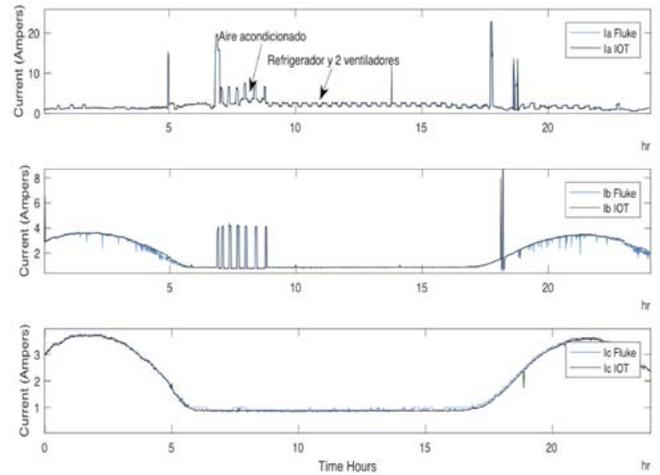


Figura 12. Mediciones de Corriente.

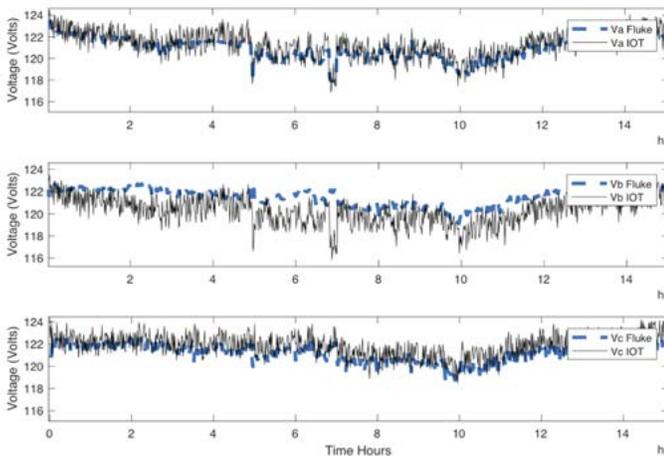


Figura 11. Mediciones de Voltaje.

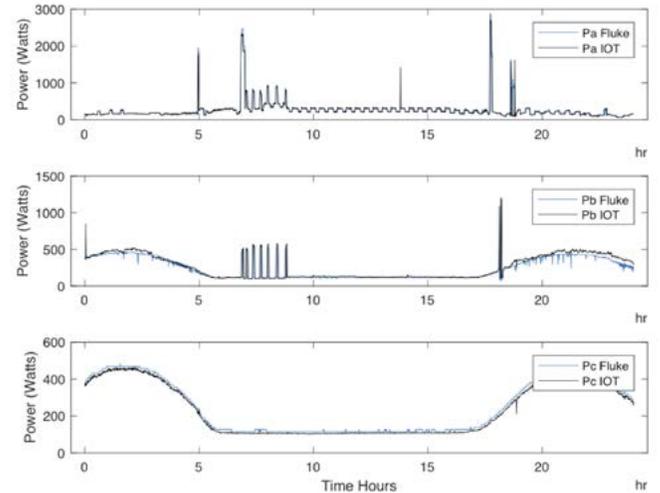


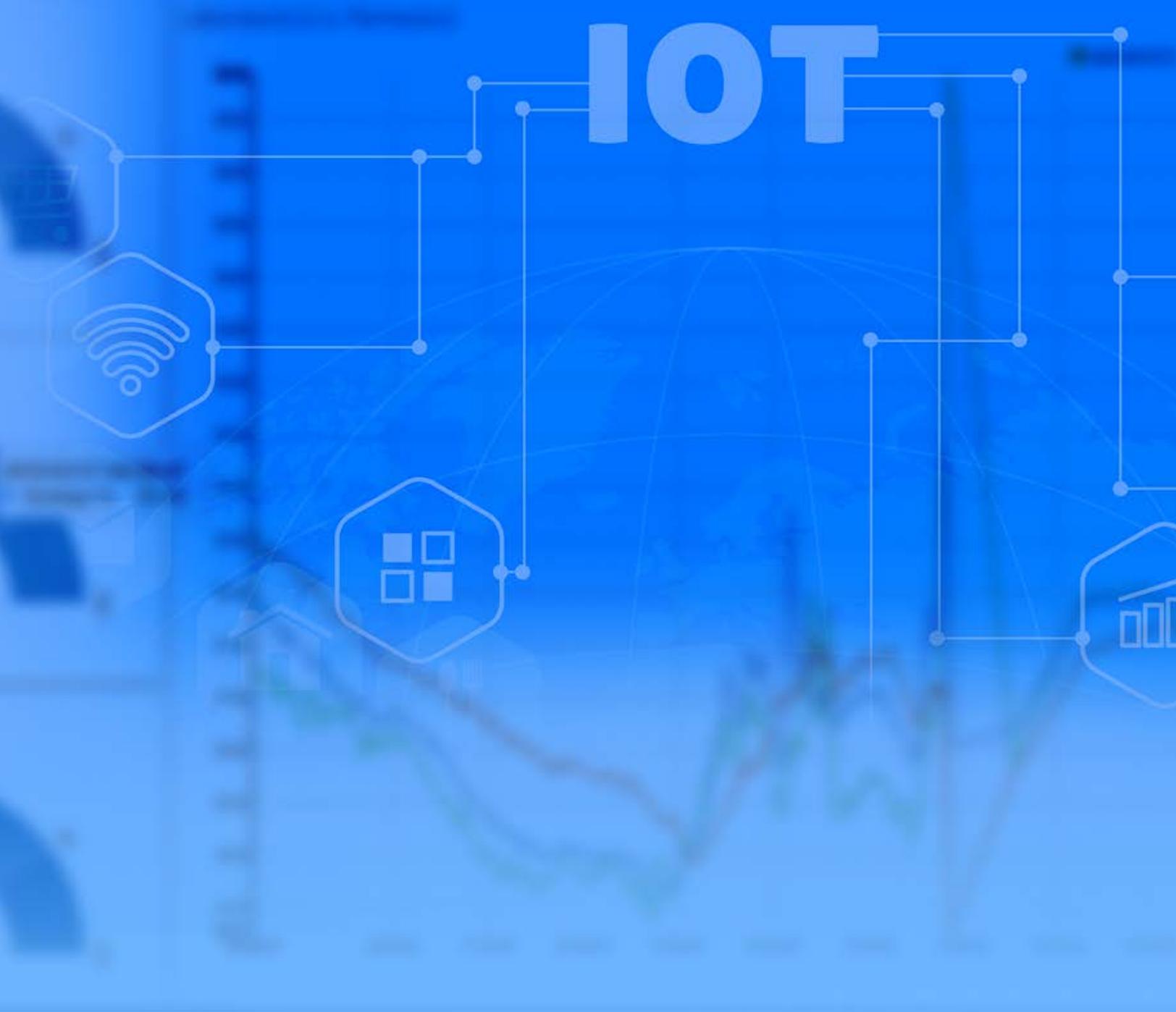
Figura 13. Mediciones de potencia.

En la Figura 11, se muestra la gráfica de voltaje, en el que se puede mostrar la calidad de las mediciones, la línea punteada ilustra las mediciones del Fluke, mientras que la línea continua muestra las mediciones de la tarjeta, el único detalle que se observa que la tarjeta incorpora ruido en la aproximación. Las mediciones se realizaron durante 15 horas comenzando a las 11.20am del día 27 de mayo 2020. De forma similar en la Fig. 12 se ilustran las mediciones de corriente. Se puede observar claramente en la gráfica de la primera medición cuando un aire acondicionado esta consumiendo corriente, al igual que con el refrigerador y algunos ventiladores. La Fig. 13 muestra la potencia consumida, de forma similar se observan los momentos en los que el aire acondicionado y el refrigerador consumen energía de la red. También se puede observar que el sistema fotovoltaico generalmente esta inyectando energía a la red.

Conclusión

Con la implementación de un dispositivo de medición se muestra el consumo por un periodo de tiempo de las cargas conectadas en la red, se muestra en las gráficas existen lapsos de tiempo en el que los aires acondicionados consumen más energía y otro menos, esto es debido a la presencia de calor dentro del aula, sin los aparatos de medición no se podría tomar en consideración cual es el consumo total y máximo de un aparatos eléctrico, o de la línea en el que esta conectad, con esto podemos saber si el equipo requiere manteamiento o si no está trabajando de manera adecuada, o incluso programarlo para que trabaje de manera más eficiente y ahorre energía eléctrica, por lo que esta solución es adecuada para realizar estas activadas por lo que no se requiere de invertir demasiado considerando que son sensores y dispositivos que se encuentran de manera accesible en internet.

IOT



Bibliografía

- + Bordons, C.; Torres, F. y Valverde, L. (2015). *Gestión óptima de la energía en microrredes con generación renovable*. *Renovable*. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática industrial*, 117-132.
- + Duque, A. (2014). *Optimización del sistema de monitorización remota de medidores de energía eléctrica*. *Doctoral dissertation*, Universidad de El Salvador.
- + IEEE (2010). *IEEE standard definitions for the measurement of electric power quantities under sinusoidal, nonsinusoidal, balanced, or unbalanced conditions*. *IEEE Std 1459-2010*, 1-50.
- + Mahecha, J. (2018). *Diseño e implementación de una aplicación domótica para iluminación usando inteligencia artificial*. *Ciencia Unisalle*.
- + Peirotén, M. (2013). *Sistema domótico para una casa inteligente*. *Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ICAI) Ingeniero Industrial*.
- + Peña, A. y Sanchez, J. (2012). *Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora*. *AENOR*.
- + Román, R. (2011). *Diseño de un sistema domótico para control de iluminación y monitoreo de consumo energético*. *Trabajo de grado UIS*.
- + Saavedra, C.; Aguirre, M.; Mejía, G. y Riaño, M. (2014). *Diseño e implementación de un prototipo para automatización de vivienda*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Diego_Tibaduiza_Burgos/publication/278029276_Memorias_encuentro_nacional_de_semilleros_de_investigacion_en_ingenieria_electronica_Tendencias_en_Investigacion_de_los_semilleros_de_investigacion_en_ingenieria_electronica
- + Soto, A. y Velásquez, D. (2012). *Control de iluminación y temperatura por medio de un sistema domótica para habitación de hospital*. *Framework para aplicaciones web*. *Tesis Doctoral*. *Administrativa, Financiera, Sistemas y Computación*.
- + Yanza, W. y Chafra, S. (2011). *Estudio Comparativo de Sistemas Informáticos Domóticos para Viviendas u Oficinas, Caso Práctico: Empresa Computadoras y Servicios*. *Tesis de Licenciatura*.

PANORAMA DE LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN MÉXICO UN ANÁLISIS CRÍTICO DESDE LAS CIENCIAS SOCIALES

Artículo arbitrado 13

Edición 15

José Domingo Rafael Castañeda Olvera¹, Sergio Uriel Nónigo Talavera² y Xóchitl Martínez Ramírez³

^{1,2,3} Universidad Tecnológica Fidel Velázquez
Av. Emiliano Zapata s/n Col. Tráfico
Nicolás Romero, Estado de México, México,
C.P. 54400.



jdomingo.castaneda@utfv.edu.mx

Recibido: Septiembre 17, 2020.

Recibido en forma revisada: Octubre 16, 2020.

Aceptado: Octubre 20, 2020.

Resumen: La crisis climática contemporánea exige de cambios radicales en el estilo de vida del ser humano. Un modelo que requiere un cambio acelerado debido a la huella ecológica que representa a escala global es el modelo energético. Transitar de una matriz basada en recursos fósiles a otra basada en energías renovables requerirá el apoyo decidido de gobiernos, empresas, inversionistas y consumidores. Buscamos con este artículo presentar un panorama amplio de los principales proyectos de energías renovables en México para evaluar este tránsito toda vez que nuestro gobierno ha adquirido compromisos en este sentido, a la vez que intentamos sumarnos a las voces que han criticado el desarrollo de estos bajo una lógica mercantilista, de explotación de recursos y despojos bioculturales.

+ Palabras clave: *Energías renovables, desarrollo sostenible, impactos bioculturales, megaproyectos, modelos energéticos.*

Abstract: The contemporary climate crisis requires radical changes in human lifestyle. One model that requires accelerated changes due to ecological footprint it represent on a global scale is the energy model. Transiting from fossil resource-based matrix to another based on renewable energy will require determined support of governments, companies, investors and consumers. We seek to present a comprehensive overview of main renewable energy projects in Mexico to assess this

transit as our government has made commitments in this regards, while trying to join the voices that have criticized the development of these under a mercantilist logic, resources exploitation and biocultural offal.

+ **Keywords:** *Renewable energy, sustainable development, biocultural impacts, megaprojects, energy models.*

Introducción

El debate sobre el modelo de producción energética imperante a nivel mundial, modelo que se basa en la explotación de recursos fósiles no renovables, ha colocado en el tapete de la discusión dos temas fundamentales; por un lado, la serie de impactos negativos que ha traído consigo este modelo energético en el medio ambiente, a saber, contaminación de suelos, aire, ríos, lagos y océanos, además de las serias repercusiones a la salud humana, las altas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y la contribución tanto al cambio climático como al calentamiento global que este modelo ha traído consigo; por otro lado, hay también una intensa reflexión sobre las secuelas del agotamiento de las reservas fósiles en las que este modelo se basa, agotamiento que pone en riesgo su continuidad y, con ello, el riesgo del colapso de la estructura económica de muchos países, específicamente de aquellos con economías petrolizadas como la nuestra, aunado a la volatilidad de los precios de los recursos fósiles en el mercado contemporáneo.

Respecto al primer punto, cifras del Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés), el fenómeno antropogénico del cambio climático es responsable del aumento entre 0.6 ± 0.2 °C del planeta durante los últimos 100 años; esto ha ocasionado que tanto la cobertura de nieve como la extensión de hielo hayan decrecido imperceptible pero irreversiblemente y que, como consecuencia, el nivel medio del mar se haya elevado entre 0.12 y 0.2 m durante el siglo XX en diferentes regiones del mundo. De igual forma, estas cifras confirman que las concentraciones de GEI en la atmósfera (esencialmente CO_2 , N_2O y CH_4) se han incrementado paulatinamente, alcanzando cifras que rondan 49 ± 4.5 Gt CO_2 -eq/año como resultado de las actividades humanas, especialmente por la quema de combustibles fósiles [1].

El efecto sinérgico de tales fenómenos ha generado cambios importantes sin precedentes en el sistema climático planetario, que incluye variaciones cuantiosas en la precipitación y salinidad de los océanos, en los patrones del viento, en las temperaturas árticas, así como estados del tiempo extremos asociados a sequías, olas de calor, intensidad de ciclones tropicales, precipitaciones intensas, entre otros [2].

Por otro lado, respecto al segundo punto, los estudios acerca del Cenit petrolero [3] aseveran que la era de explotación de este recurso de manera rentable ha llegado a su fin, lo que ha colocado en riesgo a aquellas economías que basan su estabilidad económica en la explotación y comercialización de este recurso no renovable [3]. El debate y la reflexión sobre ambos puntos ha dejado en claro hasta ahora la necesidad de transitar hacia un cambio del modelo energético imperante a otro basado en energías renovables. México no ha sido ajeno a este debate y ha buscado insertarse en este escenario, buscando explotar su potencial basado en las ventajas geográficas que posee. Desde 2008, el gobierno mexicano ha buscado generar una estructura institucional que posibilite dicho tránsito, aunque sin mucho éxito por el momento [4].

El objetivo principal de este trabajo es mostrar un panorama de los principales proyectos de desarrollo de energías renovables en México, analizando algunos casos paradigmáticos y posibles rutas a futuro. Si bien es cierto que las energías renovables son un pilar fundamental para comprender alternativas al modelo energético imperante, también lo es el hecho que las condiciones en las que los proyectos que buscan implementarlas han priorizado la rentabilidad económica y la búsqueda del plusvalor por encima de los beneficios ambientales, generando fenómenos como invasión y despojo de territorios, afectaciones profundas al equilibrio de los hábitats locales y violencia contra los pobladores originales que, regularmente, han habitado las regiones donde estos se han llevado a cabo.

El agotamiento del modelo energético en México

México es un país altamente vulnerable a los efectos que traerá consigo el cambio climático. Sus impactos negativos se percibirán en 15% del territorio nacional, en 68% de su población y en 71% de la economía [8]. Sumémosle a este hecho el bajo presupuesto del gobierno mexicano al tema: de 2000 a 2018, el presupuesto de mitigación al cambio climático representaba 0.2 ± 0.4 del PIB nacional (Figura 1), pese a que algunos estudios (IPCC, 2014) aseveran que el costo para hacer frente el cambio climático debería contar con al menos el 1% del Producto Interno Bruto Global (PIBG).

Más aún, economías dependientes y con desarrollo parcial como la nuestra presentan contextos de mayor vulnerabilidad y rezago que exigiría una apuesta gubernamental significativamente mayor a ese porcentaje, debido a que existe una relación intrínseca entre marginación y los impactos ambientales que se generarán por el cambio climático global [13].

Pese a que la reciente administración casi duplicó para 2020 el monto al combate al cambio climático (Figura 1), este sólo representa el 0.77% del PIB nacional.

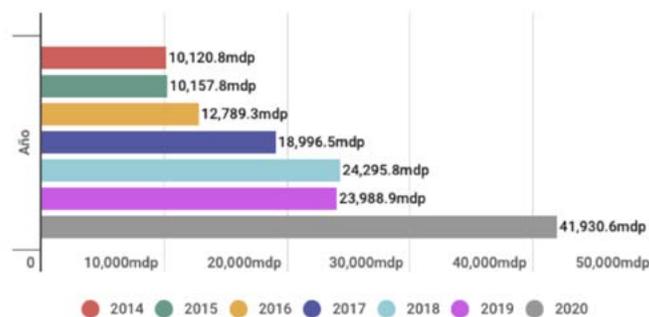


Figura 1. Presupuesto de mitigación ante el cambio climático. Fuente: Presupuesto de Egresos de la Federación, 2014-2020.

La problemática que representa la relación entre las afectaciones del cambio climático y la vulnerabilidad social cobra aún mayor relevancia si analizamos la marginación por entidad federativa en nuestro territorio.

rio: tres estados mexicanos presentan un muy alto grado de marginación (Chiapas, Oaxaca y Guerrero) y siete un alto grado de marginación (Veracruz, Michoacán, Hidalgo, Puebla, Tabasco, Yucatán y San Luis Potosí). Si a ello se suman los siete estados con marginación media, se tiene que más de la mitad de las entidades federativas enfrentan graves problemas de marginación, lo que nos hace un país altamente vulnerable ante los efectos antropogénicos del cambio climático [11].

De ahí que sea prioritario analizar en paquete la respuesta gubernamental ante este escenario. Entre estas respuestas, una de ella es fundamental y es pieza clave del análisis de esta investigación: el cambio de modelo energético.

Pese a que este tránsito ya se ha iniciado, algunos factores han ido fortaleciendo la idea que éste no generará los beneficios socioambientales que las energías renovables deberían traer consigo, ya que los grandes capitales han encontrado una nueva veta de inversión en tal industria, de forma tal que han logrado trasladar las lógicas del capital y del mercado a este sector, generando escenarios donde las injusticias, la desigualdad social y la corrupción han sido develados en la mayoría de los megaproyectos de energías renovables en nuestro país.

Quedan claras, entonces, dos cosas: primero, que el modelo basado en la explotación/uso de recursos fósiles muestra ya evidentes signos de agotamiento: a nivel global, este modelo es el responsable de cerca del 40% de las emisiones de GEI. En México, la generación de electricidad basada en este modelo (cerca del 70%, basado en el uso de carbón, petróleo y gas, esencialmente) representa el 31% de sus emisiones GEI anuales [9]. Con el nuevo modelo se busca reducir 30% las emisiones de GEI para 2030, tomando como base lo producido en el año 2000, y 50% menos para el 2050.

Segundo, que el modelo de generación de energía en México es un aparato monumental e insostenible, cuyas críticas de fondo se deben esencialmente a los efectos colaterales que ha traído consigo: nunca ha internalizado sus costos de emisión (con los efectos al desequilibrio ecosistémico que ellos representa, incluida la salud humana), y menos aún los costos por el agotamiento histórico de los recursos no renovables. Además, la infraestructura de distribución y suministro de gas y combustóleo que utiliza se ha logrado gracias a los recursos fiscales y/o públicos, sin mencionar que hasta la fecha se sigue favoreciendo presupuestalmente a la Comisión Federal de Electricidad (CFE), a quien se le ha exentado de pago alguno por el aprovechamiento y uso de bienes propiedad de la nación. Es decir, el monopolio por uso de los recursos fósiles para la generación energética en México creó a través de los años redes de subsidios y financiamientos baratos convertidos en deuda pública, generando un enorme aparato altamente burocratizado, ineficaz e insostenible [9].

Energías renovables en México

Las energías renovables son definidas como aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por el ser humano, regenerables naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua y periódica, libres de emisiones contaminantes. Ejemplo de este tipo de energía son la energía eólica, la bioenergía, la energía

oceánica, la hidroeléctrica, la geotérmica y la solar. Esta definición de energías renovables es acorde a la del Informe Especial del Grupo Intergubernamental de Expertos en Cambio Climático en materia de renovables, la cual define que éstas son aquellas provenientes de fuentes solares, geofísicas o biológicas cuya característica fundamental es que se renuevan mediante procesos naturales a un ritmo igual o superior al de su utilización. Se obtienen, pues, de los flujos de energía constantes o repetitivos que están presentes en el medio ambiente natural: biomasa, energía solar, calor geotérmico, energía hidroeléctrica, energía eólica, energía mareomotriz y de oleaje y la energía térmica oceánica [12].

Tener en claro esta definición nos permite diferenciarlas de las llamadas energías limpias, las cuales incluyen a aquellas de fuentes no necesariamente renovables (como la nuclear), por cogeneración y en uso de tecnologías con bajas emisiones. Debido a esto, las energías limpias han sido blanco de duras críticas por parte de grupos especializados, ya que permiten el acceso tanto a tecnologías como a fuentes de generación que no son renovables.

Nuestro país se generó metas ambiciosas para el cambio de matriz energética: 35% de la energía generado en 2024 debían provenir de energías limpias y 50% para 2050. Al cierre de 2019, la capacidad instalada de generación mediante energías renovables alcanzó casi los 25,000 MW, lo que representó una cifra cercana al 25% de la capacidad de generación total [15]. La energía hidroeléctrica y la eólica representaron casi el 80% de la capacidad instaladas, siendo esta última la que más creció en los últimos cinco años (104.7% anual), aunque la energía hidráulica presentó una mayor concentración en la participación total de capacidad instalada [15]. Respecto a la energía solar, según la Asociación Mexicana de Energía Solar en nuestro país hay una capacidad instalada de 3,364 MW, lo que implicó un crecimiento de 32% en los últimos años.

En este estudio y debido a su importancia y porcentaje de crecimiento en los últimos años, así como el aporte nacional a la generación energética, nos enfocaremos en la presentación del panorama de tres tipos de energía renovable en México: la eólica, la solar y las hidroeléctricas.

Energía eólica

Nuestro país cuenta con unos de los potenciales eólicos mundiales más altos, genera alrededor de 1,900 MW entre producción independiente y autoabastecimiento. Sin embargo, parece lejana la cifra comprometida a alcanzar de acuerdo a lo señalado en la Ley para el Aprovechamiento de Energías Limpias y el Financiamiento de la Transición Energética, donde nuestro país se impuso la meta de generar 65% de su energía a través de energías renovables para 2024, lo que implicaría instalar 25,000 MW de tecnologías renovables en los próximos 4 años.

Por su parte, la Asociación Mexicana de Energía Eólica (AMDEE) señala que alcanzar los 12,000 MW instalados tendría un impacto acumulado en el PIB de cerca de 170,000 millones de pesos y la creación de más de 45,000 empleos, fortaleciendo de paso el tejido industrial nacional.

Se resumen los principales proyectos de generación de energía eólica
Figura 2.

MÉXICO	REGION					
	NORTE	Baja California	LA RUMOROSA	10MW	GAMESA	MARZO DE 2010
		Nuevo León	EL MEZQUITE	252 MW	CUBICO	ABRIL DE 2019
		Tamaulipas	TRES MESAS	50.8 MW	NO DISPONIBLE	AGOSTO DE 2019
		Tamaulipas	CIUDAD VICTORIA	49.5 MW	ISOLUX	SEPTIEMBRE DE 2017
		Tamaulipas	REINOSA	200 MW	ENGIE	MAYO DE 2017
		Tamaulipas	SALTIRILLOS	103 MW	GREEN POWER	MAYO DE 2019
		Jalisco	PALO ALTO	129 MW	GREEN POWER	2016
	CENTRO	Guanajuato	SANTIAGO	105 MW	IBERDROLA	NOVIEMBRE DE 2019
		Puebla	PIER II	66MW	IBERDROLA	JULIO DE 2015
	SUR	Oaxaca	PIEDRA LARGA	90MW	GAMESA	OCTUBRE DE 2012
		Oaxaca	EURUS	250.5 MW	ACCIONA	2019
		Chiapas	SAN JACINTO	21MW	NO DISPONIBLE	2019
		Chiapas	ARRAIGA	28.8 MW	GRUPO SALINAS	2012
		YUCATAN	TIZIMIN	75.6 MW	GAMESA	2018

Figura 2. Plantas eólicas instaladas en México. Elaboración propia.

Debido a su importancia, se han resaltado tres (Tabla 1):

ESTADO	NOMBRE DE LA EMPRESA	AÑO DE INSTALACIÓN	EMPRESA PÚBLICA O PRIVADA	CAPACIDAD PRODUCTIVA	OBSERVACIONES
Oaxaca (La ventosa)	Acciona	2011	Privada	306 MW	Complejo integrado por 3 parques eólicos de 102 MW cada uno (Oaxaca II, Oaxaca III y Oaxaca IV)
Guanajuato (Santiago)	Iberdrola México renovables	Diciembre de 2019	Privada	105 MW	Con una inversión de 157 millones de pesos
Nuevo León (Mezquite)	Cubico Sustainable Investment	Abril 2019	Privada	252 MW	Conjunto de 100 generadores

Tabla 1. Principales plantas eólicas por región en México. Elaboración propia.

Sin embargo, no es ajena a la realidad la gran cantidad de artículos de investigación y reportes periodísticos donde se han documentado la serie de irregularidades y despojos a territorios que se han cometido en las comunidades donde algunos de estos proyectos se han llevado a cabo. La más de ellos coinciden en señalar que la lógica extractivista tras algunos megaproyectos ha imperado por encima de los derechos humanos, derechos territoriales y comunales que los pueblos originarios poseen, generando así injusticias de carácter socioambiental que manchan las bondades del cambio de matriz energética.

Energía solar

Datos de la Asociación Mexicana de Energía Solar aseguran que a lo largo del territorio nacional hay 44 parques solares en 14 entidades federativas (Tabla 2), con una operación comercial que asciende a los 3,364 MW, con inversiones que el año pasado ascendieron a los 45 mdd [7].

Tabla 2. Principales plantas eólicas por región en México. Elaboración propia.

ESTADO	NOMBRE DE LA EMPRESA	AÑO DE INSTALACIÓN	EMPRESA PÚBLICA O PRIVADA	CAPACIDAD PRODUCTIVA (MW)	OBSERVACIONES
Baja California (Sur)	Lenova, Semptra Energy	2016	Privada	41	Tiene la capacidad de proveer energía limpia; creó 800 empleos directos e indirectos.
Sonora	Oomapas Nogales	2016	Privada	0.90	Cuenta con 3920 paneles, reduce emisiones de efecto invernadero
Sonora	Productora Yoremas(gen) S. de P.R de R.L	2016	Privada	0.74	Inversión de 182 millones de dólares, permiso de generar capacidad de hasta 3 MW
Chihuahua	Los Santos S.I, S.A.P.I de C. V	2015	privada	13.7	Parque solar Ahumada, inversión de 960 millones de pesos
Durango	Eosol, Dos	2018	Privada	6.25	Tienen como objetivo implementar más de 200 fuentes de empleo permanentes
Durango	Eosol, Cinco	2018	privada	30.00	Planta fotovoltaica Las Ánimas.
Durango	Tai, durango S.A.P.I de C.V	2011	Privada	15.63	Emisiones no contaminantes, producción de energía limpia
Aguascalientes	Neoen	2019	Privada	375	Se realizó en el municipio de El Llano, a 920 km de la ciudad de Aguascalientes
Estado de México	Lusosol	2016	Privada	18.30	Contó con una inversión inicial de 38 mdd
Tlaxcala	Enel Green Power	2019	Publico	53	Producirá energía para abastecer a una cantidad equivalente a 450 mil hogares mexicanos y 1.4 millones de personas, cifra similar a la población de Tlaxcala.
Yucatán	Alter Enersun	20 de febrero 2020	Ambos	6.5	Alter Enersun ha puesto en marcha la mayor planta fotovoltaica la plata fue llamada "Hueva 2020"
Campeche	Global Solare	2019	Privada	2.5	Forma parte del proyecto de energía solar fotovoltaica llamada Kin transpeninsular
Quintana Roo	Jinco Solar	2019	Privada	18	Producirá energía limpia

Sin embargo, esto no representa el alto potencial energético solar que se calcula para nuestro país. La gran mayoría de estos parques solares han sido instalados en sitios con poca población, buscando tener la menor afectación socioambiental; el reto, claro, ha sido trasladar el volumen de producción energética a lugares poblados que, generalmente, se encuentran alejados a kilómetros de sus matrices. Debido a ello, se han propuesto proyectos ubicados en las grandes urbes como la Ciudad Solar, para la Ciudad de México, cuyo objetivo es promover el uso eficiente de la energía y de fuentes renovables en las instalaciones de edificios públicos y privados de la Ciudad de México [6].

Energía hidroeléctrica

Nuestro país posee unos de los modelos de producción energética a través de hidroeléctricas más representativo de Latinoamérica. Existen 86 centrales con una capacidad total instalada de cercana a los 13 mil MW, equivalentes al 10% de la generación total energética en el total nacional (Tabla 3). Las cinco más grandes se encuentran en Chiapas, una más en Michoacán y otra en Nayarit.

Tabla 3. Principales plantas hidroeléctricas por región en México.

Elaboración propia.

Estado	Nombre de la empresa	Año de instalación	Capacidad productiva (MW)
Sinaloa	CFE	1963	90
Nayarit	CFE	1994	960
Coahuila	Comisión internacional de límites y agua	1969	66
Chiapas	CFE	1976	90
Sinaloa	Conagua, CFE	1987	92
Chihuahua	CFE	1916	25
Guerrero	Conagua	1986	600
Chiapas	CFE	1958-1966	1080
Chiapas	CFE	1969	900
Chiapas	CFE	1974	2400
Chiapas		1979	420
Chiapas	CFE	1980	2400
Nayarit	CFE	2007	750
Tamaulipas	Comisión internacional de límites y agua	1950	63
Michoacán	CFE	1961	1120
Sinaloa	Conagua	1981	1000
Nayarit-Jalisco	CFE	2008	750
Sinaloa	CFE	1992	422
Chiapas	CFE	1966	1080
Sinaloa	CFE	1952	60
Sonora	CFE	1959	10
Sonora	CFE	1964	135
Chiapas	CFE	1987	420
Puebla	Generadora Fénix S.A.P.I de C.V	1962	300
Nayarit	CFE	-	28.8
Sinaloa	CFE	1939	145
Jalisco	CFE	1964	61

Las plantas de generación eléctrica explotando la energía cinética y el potencial de cauce o reservorio de agua son libres de emisiones y es considerada una fuente significativa de electricidad limpia no solo en nuestro país, sino también alrededor del mundo, ya que en el proceso no se genera CO₂.

Por último, es importante añadir que una tendencia universal es generar mini centrales hidroeléctricas, que se contraponen al modelo clásico hidroeléctrico que ha generado controversia debido a la infraestructura que debe incorporarse a la planta, modelo que igualmente ha sido duramente criticado por ambientalistas y defensores de derechos humanos ya que invade territorios, redistribuye el cauce natural de ríos con afectaciones a regiones agrícolas y, desde luego, con afectaciones al equilibrio ecosistémico que encontraba equilibrio en los cauces modificados.

Conclusiones

La transformación de la matriz energética a nivel mundial está dando pasos importantes; sin embargo, los estudios demuestran que la velocidad con la que este tránsito se está llevando a cabo no está aparejado con la gravedad de la crisis climática. Aunado a ello, en diversas regiones del mundo, una gran cantidad de proyectos de energías renovables han sido duramente cuestionados ya que los inversores, y con ellos los gobiernos locales que les promovieron, han guiado la realización de megaproyectos en detrimento de las comunidades donde se instalaron, invadiendo territorios, afectando su estilo de vida, sus usos y costumbres y dejando de lado convenios internacionales que velan por la participación de las comunidades en este tipo de proyectos.

Nuestro país ha adquirido ya compromisos internacionales de transitar a este nuevo modelo; tres son las energías renovables que con mayor esfuerzo se han logrado abrir paso: la eólica, la solar y la hidroeléctrica. Entre ellas, hasta el año pasado lograron sumar el 20% de la generación energética nacional, lejos aún de alcanzar las cifras prometidas ante los Acuerdos de París y las metas de la Reforma Energética. Aunado a esto, nuestro país se suma al escenario antes descrito: son múltiples las investigaciones y los reportajes de empresas, firmas y gobiernos locales que han despojado a los pobladores originales de sus territorios donde han desarrollado megaproyectos de este tipo, violando sus derechos, violentando sus estilos de vida y en claro agravio de sus derechos humanos.

Pese a la urgencia del cambio de modelo energético, este debe guiarse en una lógica de salvaguarda de las garantías de los pueblos originarios, en respeto de sus tradiciones y sus decisiones sobre sus territorios, haciéndolos partícipes de tales desarrollos y anteponiendo la preservación ambiental sobre el beneficio económico.

Bibliografía

[1] IPCC. *Climate Change 2021: Mitigation of Climate Change*. Disponible en <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-3/>

[2] IPCC. *Special Report: Global Warming of 1.5 °C. Framing and Context*. Disponible en <https://www.ipcc.ch/sr15/chapter/chapter-1/>

[3] Peak Oil. *Exploring Hydrocarbon Depletion*. Disponible en <https://peakoil.com/consumption/zoom-and-gloom>

[4] Solís, Arturo (2020). "México, de campeón a paria de las energías renovables en menos de dos años", *Forbes México*. Disponible en <https://www.forbes.com.mx/negocios-la-4t-y-la-ip-se-confrontan-por-las-energias-renovables/>

[5] Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático. *México comprometido con sus CND hacia una economía verde y baja en carbono*. Disponible en <https://www.gob.mx/inecc/prensa/mexico-comprometido-con-sus-cnd-hacia-una-economia-verde-y-baja-en-carbono?idiom=es>

[6] Herrera, Gerardo (2019). "Inmenso, el potencial de México en energía solar", *Forbes México*. Disponible en <https://www.forbes.com.mx/inmenso-el-potencial-de-mexico-en-energia-solar/>

[7] Asociación Mexicana de Energía Solar (AMES) (2019). *Monitor de información comercial e índice de precios de generación solar distribuida en México*. México, AMES.

[8] Castillo, Emiliano (2011). *Las implicaciones socioambientales de la producción de energía eólica*. Observatorio de Multinacionales en América Latina, Documento de trabajo, 5 pp.

[9] Centro Mexicano de Derecho Ambiental (CEMDA) (s/a). *Posibles impactos ambientales y sociales de la reforma energética*. México, CEMDA.

[10] Centro Mexicano de Derecho Ambiental (CEMDA) (2017). *Marco jurídico de las energías renovables en México*. México, CEMDA.

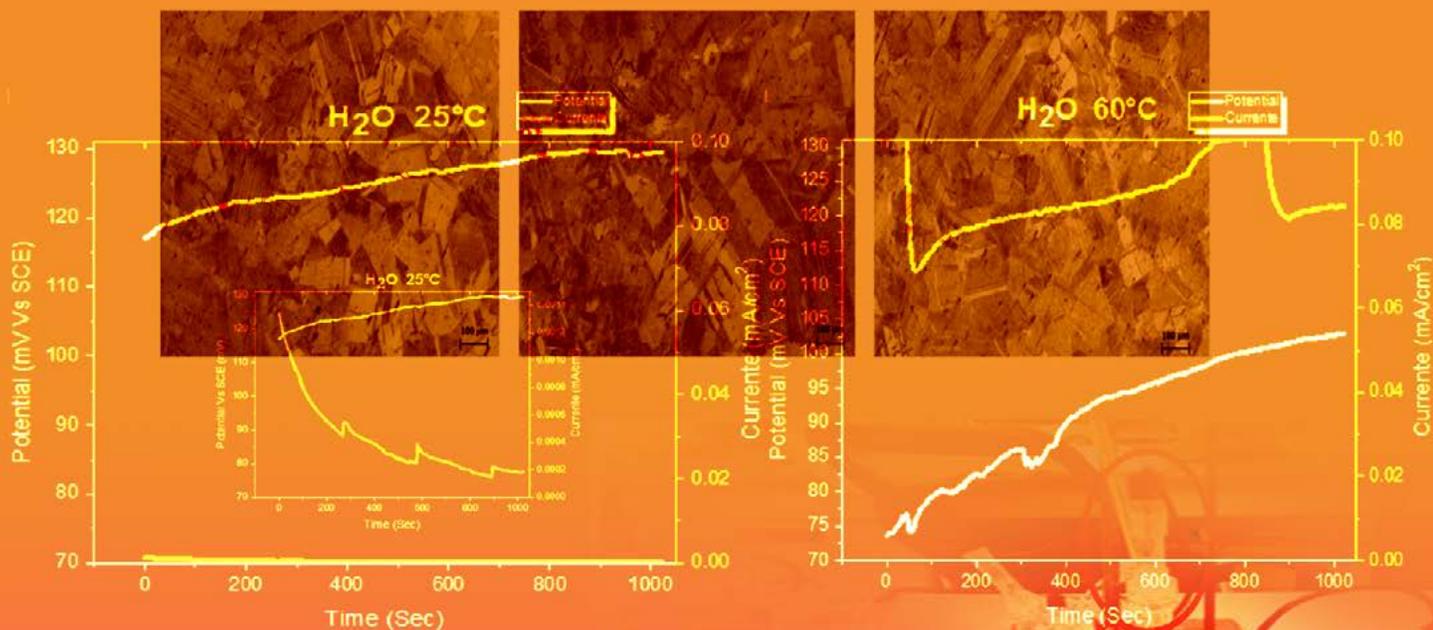
[11] Coneval (2019). *Metodología para la medición multidimensional de la pobreza en México*. México, Coneval.

[12] CMUCC (2013). *Reporting and accounting of LULUCF activities under the Tokyo Protocol*. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Bonn, Alemania.

[13] Guijarro, Alberto; Lumbreras, Julio, Habert, Jonathan y Guerrero, Arantxa (2009). *Impacto de los proyectos MDL sobre el desarrollo humano*. Informe de Investigación. Grupo de Cooperación en Organización, Calidad y Medio Ambiente, Universidad Politécnica de Madrid.

[14] IPCC (2014). *Cambio climático 2014. Informe de síntesis*. Nueva York, PNUMA.

[15] Secretaría de Energía (SENER) (2020). *Prospectiva de las Energías Renovables 2016-2030*. México, SENER.



CORROSIÓN ELECTROQUÍMICA EN UNA SUPERALEACIÓN BASE COBALTO

Artículo arbitrado 14

Edición 15

Jesús Manuel Jáquez Muñoz¹, Manuel Alejandro Lira Martínez², Facundo Almeraya-Calderón³, José Ángel Cabral-Miramontes⁴, Marianggy Del Carmen Gómez Ávila⁵ y Shehret Tivaldyev⁶

^{2,5,6} Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ).
Av. del Charro, no. 450 Norte, Colonia Partido Romero
Ciudad Juárez, México, C.P. 32310

^{1,3,4} Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).
Pedro de Alba s/n San Nicolás de los Garza,
Nuevo León C.P. 66451

✉
manuel.lira@uacj.mx

Recibido: Septiembre 14, 2020.
Recibido en forma revisada: Noviembre 5, 2020.
Aceptado: Noviembre 10, 2020.

Resumen: Las superaleaciones base cobalto se caracterizan por sus propiedades mecánicas elevadas a altas temperaturas. Por lo que la siguiente investigación muestra el análisis de corrosión electroquímica de una superaleación base cobalto. El objetivo de realizar la corrosión electroquímica es la caracterización y la evaluación de la superaleación frente en diferentes medios corrosivos a diferentes temperaturas. La evaluación de la superaleación fue mediante la técnica electroquímica y de ruido electroquímico (EN) en presencia de tres agentes corrosivos a temperatura ambiente y 60 °C. Las evaluaciones de los resultados revelan un comportamiento más agresivo a una temperatura de 60 °C generando picaduras en la superficie metálica en comparación de temperatura ambiente.

+ Palabras clave: Corrosión, ruido electroquímico, superaleación, cloruro de sodio, haynes ultimate.

Abstract: The Cobalt base superalloys are characterized by their high mechanical properties at high temperatures. The present investigation shows the analysis of corrosion electrochemical of the cobalt base superalloys. The purpose to make analysis of corrosion electrochemical is to characterize and see the behavior of the cobalt base superalloys against different corrosive media and different temperatures. The evaluation of the superalloys was through techniques electrochemical of

cyclic polarization curves and electrochemical noise in through three corrosive agents in room temperature and 60 °C. The evaluation of results shows a behavior more aggressive in 60 °C temperature generate stings in the metallic surface in comparison of room temperature.

+ **Keywords:** *Corrosion, electrochemical noise, superalloy, cloruro de sodio, haynes ultimate.*

Introducción

Las superaleaciones base cobalto tienen una gran relevancia en la implementación de motores a reacción en la industria aeronáutica y en las turbinas de gas utilizadas en la industria de generación de energía, debido a su comportamiento frente a altas temperaturas (Fu et al., 2017). En la industria aeronáutica, la implementación de superaleaciones tienen un gran impacto debido a su resistencia mecánica frente a esfuerzos generados al estar la aeronave en vuelo. Las superaleaciones base Níquel presentan resistencias mecánicas a altas temperaturas mayores a las de base Cobalto, pero sin poder desplazarlas debido a que es mayor la resistencia a la corrosión por parte de las superaleaciones base cobalto (Yu et al., 2017). La importancia de una alta resistencia en los materiales ante la corrosión, es para evitar deterioro superficial que pueda causar eventualmente una falla estructural. Los diferentes tipos de corrosión que se pueden llegar a presentar en una aeronave pueden variar dependiendo de las condiciones atmosféricas en las que se esté sometiendo, ya sea en vuelo o en tierra, el tipo de metal que se esté implementando, la función que desempeñe, la rugosidad y la presencia de los agentes corrosivos que se presenten. Las aleaciones base cobalto se implementan principalmente en distintas partes de los motores a reacción y de las turbinas de gas como son: los álabes, discos y en las boquillas.

Las investigaciones en su mayoría relacionadas con las superaleaciones base cobalto, son enfocadas a altas temperatura debido que en las industrias se implementan en las turbinas de gas y en la implementación aeronáutica en los motores de las aeronaves; sin embargo, el estudio de la superaleación base cobalto carece de información en condiciones de temperatura ambiente ya que su principal implementación es en temperaturas mayores de 800 °C. El objetivo de este trabajo es evaluar el comportamiento que presenta una superaleación base cobalto en soluciones de H₂O, cloruro de sodio (NaCl) y ácido sulfúrico (H₂SO₄) a temperatura ambiente y 60 °C. La elección de las soluciones corrosivas se realizó con el fin de simular las condiciones atmosféricas a las que se somete la aeronave estando en vuelo o en tierra como pueden ser: lluvia ácida en zonas industriales, la niebla salina en zonas marítimas y el agua de lluvia. Las condiciones que se eligieron para esta investigación tienen una gran importancia debido a que las aeronaves tienden a pasar la mayor parte del tiempo en tierra donde están expuestas a este tipo de condiciones.

Metodología

Las muestras que se analizaron fueron cortadas con anterioridad para generar un acabado espejo mediante la técnica de metalografía, la cual consiste en un pulido de la pieza mediante diferentes lijas empezando desde una lija 280 y finalizando con una lija de 4000. Una vez generado

el acabado espejo, se procedió a realizar un ataque químico para poder obtener la metalografía. El ataque químico se realizó con una solución basada en el documento ASTM, E407-07, de HNO 2.5 mL, FeCl₃ 32.5 gr y HCl 100 ml (Vander Voort, 2000).

La técnica de ruido electroquímico consiste en observar las fluctuaciones de potencial y corriente en función del tiempo sin modificar las condiciones del sistema. El ruido electroquímico se realiza primordialmente para evaluar rangos de corrosión e identificar el mecanismo de corrosión que está actuando, de esta manera es evaluado por un análisis de voltaje y corriente (Caines et al., 2017). El arreglo electroquímico para realizar las pruebas consta de un sistema de tres electrodos, que incluyendo el electrodo de trabajo 1 (WE1), electrodo de trabajo 2 (WE2) y el electrodo de referencia (RE). El WE1 es el metal a estudiar, mientras que el WE2 es un material nominalmente idéntico al WE1, por último, se tiene el electrodo de referencia de calomel saturado (Caines et al., 2017). En la Figura 1, se puede ver un ejemplo de un sistema de conexión para ruido electroquímico.

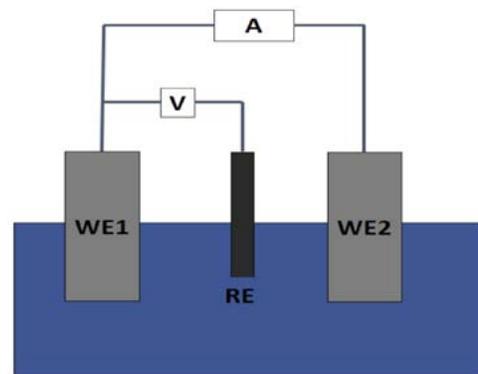


Figura. 1. Ejemplo de cómo funciona el sistema en una conexión para ruido electroquímico.

Durante la etapa de prueba, se llevó a cabo la medida de potencial como se aprecia en la Figura 2, exponiendo parte del área de la superficie al agente corrosivo para evaluar su comportamiento. También se puede apreciar la celda donde se hicieron las pruebas a temperatura ambiente, cuenta con un soporte para colocar el WE1 ubicado del lado izquierdo, se tiene el RE conectado al centro y finalmente el WE2. Se puede apreciar un multímetro que se utiliza para medir el potencial de la muestra, con el objetivo de saber cuándo hay una estabilidad de potencial y así proceder con las pruebas de ruido electroquímico.

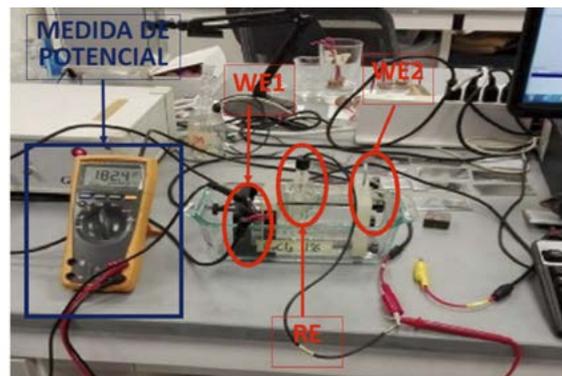


Figura. 2. Conexión para ejercicio de ruido electroquímico.

Para las pruebas a una temperatura de 60 °C, se utilizó una celda conformada de soportes (son tornillos sinfin), tuercas, un vaso de precipitados de plástico resistente a altas temperaturas, una resistencia en forma de banda encargada de mantener caliente la celda, un contador de tiempo el cual modifica los intervalos en los que funciona la resistencia y un termómetro encargado de monitorear la temperatura del agente (Figura 3).

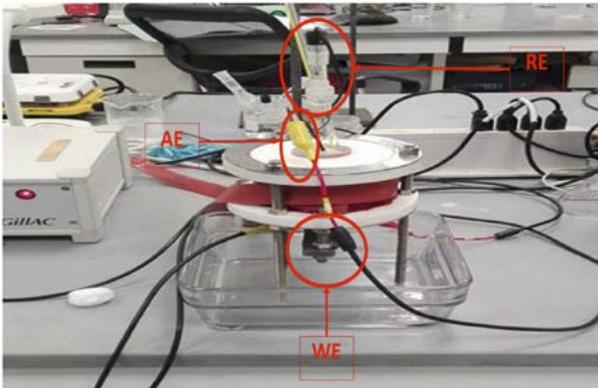


Figura 3. Celda de pruebas con temperatura mayor a la ambiental.

Antes de realizar la prueba a una temperatura de 60 °C, se calentó previamente la solución corrosiva para después colocar la resistencia en forma de banda manteniendo la solución a 60 °C durante la prueba.

Resultados y discusión

Metalografía

Una vez generado el ataque químico, se analizó la prueba en el microscopio óptico para evaluar la microestructura de la superaleación. En la Figura 4, se puede apreciar la microestructura obtenida en el material, la cual consta de una estructura austenítica, presentando maclas y algunos precipitados en los límites de grano.

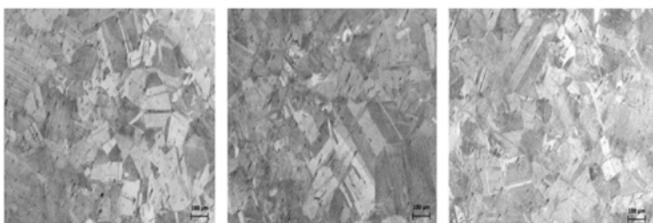


Figura 4. Metalografía.

Ruido electroquímico

En la Figura 5, se pueden observar las series de tiempo de ruido electroquímico en potencial y corriente en presencia de H₂O en temperatura ambiente y a 60°C. La evaluación del comportamiento del H₂O en temperatura ambiente revela una tendencia a pasivar, este comportamiento se puede apreciar al observar que el comportamiento del potencial, el cual tiende a valores más nobles a través del tiempo, mientras que la demanda de corriente tiene un decremento acercándose a valores nulos.

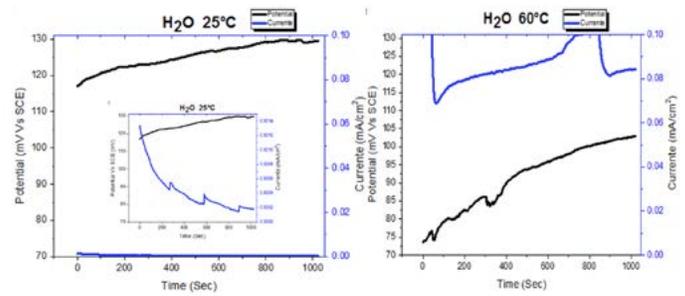


Figura 5. Series de tiempo de ruido electroquímico en potencial y corriente en HO₂ a 25°C y 60°C.

Las series de tiempo de ruido electroquímico en potencial y corriente mostradas en la Figura 6, con la solución de cloruro de sodio (NaCl) a temperatura ambiente, muestra ciertos transitorios en el comportamiento de la corriente, hasta llegar al punto donde el comportamiento del potencial tiende a decrecer ocasionando una demanda de corriente, es decir, la capa de óxido formada sobre la superficie de la superaleación tiende a romperse debido a que se está generando una corrosión por picadura.

El comportamiento del cloruro de sodio (NaCl) en las series de tiempo de ruido electroquímico en potencial y corriente a 60 °C tiende a tener pequeños aumentos y descensos mientras que la demanda de corriente va en aumento en conjunto de ciertas fluctuaciones que indican una corrosión por picadura.

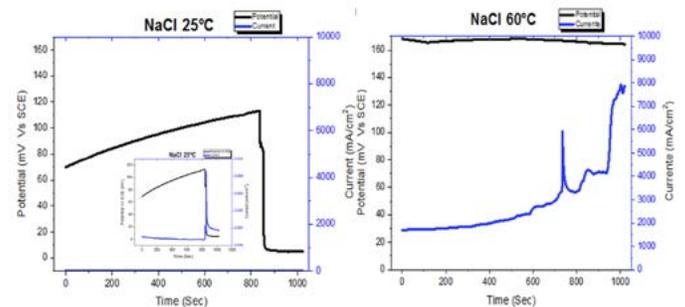


Figura 5. Series de tiempo de ruido electroquímico en potencial y corriente en HO₂ a 25°C y 60°C.

En la Figura 7, se aprecia las series de tiempo de ruido electroquímico en potencia y corriente a temperatura ambiente con un comportamiento de transitorios de potencial y de corriente en descenso, es decir, se está dando origen de una burbuja sobre la superficie de la superaleación. Esto puede ser resultado, de la generación de poros en el material con tendencia a corroerse. Se puede apreciar ciertas fluctuaciones de corrientes lo cual indican ligeras picaduras, pero es importante señalar que la variación de voltaje es muy pequeña.

Las series de tiempo en ruido en potencial y corriente en ácido sulfúrico (H₂SO₄) a temperatura de 60 °C revela un comportamiento de ascenso y descenso en los registros de potencial resultando en una demanda de corriente, es decir, este comportamiento se atribuye a una corrosión por picadura. Se puede observar que las fluctuaciones en los registros del potencial no tienen una amplitud grande, como consecuencia de una demanda de corriente pequeña.

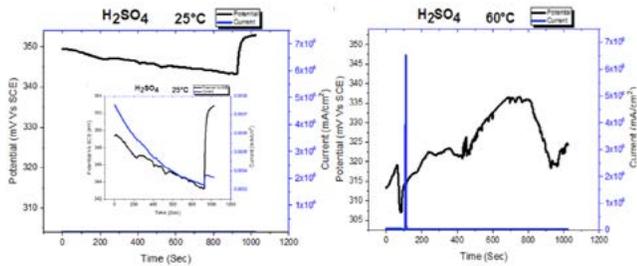


Figura 7. Series de tiempo de ruido electroquímico en potencial y corriente en H₂SO₄ a 25°C y 60°C.

En la Figura 8, se puede apreciar la microestructura de la superaleación después de haber sido sometida a la prueba de ruido electroquímico ante las soluciones H₂O, cloruro de sodio (NaCl) y ácido sulfúrico (H₂SO₄).

Una vez finalizada la prueba de ruido electroquímico en H₂O, la superficie de la superaleación mostraba pequeñas manchas las cuales se limpiaron antes de llevar al microscopio óptico. Una vez limpiada la superaleación, se pudo observar que las manchas continuaban en la superficie, por lo que se determinó que las manchas generadas en la superficie era una corrosión localizada. El comportamiento del H₂O a una temperatura 60°C no mostró una consideración en comparación de la solución a temperatura ambiente.

Al evaluar la prueba de ruido electroquímico en la solución de cloruro de sodio (NaCl) a temperatura ambiente y a 60°C generaron pequeñas manchas de herrumbre en zonas pequeñas distribuidas, pero sin generar grandes estragos.

El comportamiento del ácido sulfúrico (H₂SO₄) al ser evaluado revela una picadura con un tamaño menor de 50 μm bajo las condiciones de temperatura ambiente, en cambio, la evaluación a 60°C revela pequeñas picaduras, pero siendo marcas muy pequeñas sin causar grandes daños en la superficie.

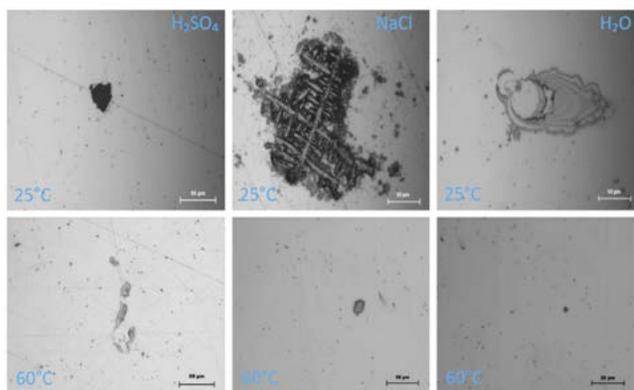


Figura 8. Imágenes de picaduras causadas por el ácido sulfúrico, cloruro de sodio y agua potable en Ruido Electroquímico con 200x de aumento en el microscopio.

En la Tabla 1, se muestran las variables electroquímicas que se toman en cuenta para obtener la velocidad de corrosión por año. Donde se tiene una pequeña descripción de los valores que se presentan en la

tabla:

El índice de localización indica el tipo de corrosión que se generó después del ruido electroquímico.

- La velocidad de corrosión más crítica se presenta en el electrolito de cloruro de sodio (NaCl) a una temperatura de 60°C, esto se debe a la pérdida de material de 6.05 mm por año, mientras que las demás no llega ni al milímetro.

- Cuando se hacer referencia a una corrosión localizada en la mayoría de las pruebas a excepción del H₂O que muestra una corrosión mixta. La corrosión generalizada se está generando sobre la picadura ya creada.

Tabla 1. Resultados con variables electroquímicas de la prueba de ruido.

Muestra	Solución	σ_v	σ_i	RN ($\Omega \cdot \text{cm}^2$)	Velocidad de corrosión, (mm/año)	IL	Tipo de Corrosión
ULHO25	H ₂ O	3.397	2.59E-4	10271	0.021	0.53	Localizada
ULHO60		8.764	8.60E-3	799.7	0.274	0.09	Mixta
ULNA25	NaCl 3.5%	3.544	1.55E-4	17935	0.012	0.98	Localizada
ULNA60		1.104	2.39E-2	36.28	6.058	0.32	Localizada
ULSO25	H ₂ SO ₄ 3.5%	2.383	1.19E-4	15630	0.014	0.24	Localizada
ULSO60		7.192	2.68E-3	2104.2	0.108	0.21	Localizada

Conclusión

- El comportamiento que presentó la superaleación en relación con las soluciones implementadas reveló un ataque mayor a una temperatura de 60°C en comparación a temperatura ambiente, Los resultados de las pruebas electroquímicas muestran que al estar en funcionamiento de una alta temperatura las superaleaciones base Cobalto tienden a ser corroídas con mayor facilidad. Esto es debido al incremento de actividad electrónica por parte del aumento de temperatura, siendo estos 2 proporcionales. Se espera que a mayores temperaturas la cinética de corrosión sea mayor.

- El comportamiento de la superaleación en presencia de H₂O tiende a pasivarse a temperatura ambiente al igual que a altas temperaturas, ya que esta sustancia no es tan activa como el NaCl o el H₂SO₄.

• Los resultados de velocidad de corrosión son altos, sobre todo en la superaleación a 60°C en NaCl, por tanto, no se recomienda el uso de esta aleación en ambientes con alto contenido de NaCl a relativa alta temperatura. Sin embargo, a 25°C, el deterioro no es tan agresivo.

Símbolos

σ_v Desviación estándar del ruido en potencial (V)

σ_i Desviación estándar del ruido en corriente (A)

RN Resistencia del ruido (Ω -cm²)

IL Índice de localización (adimensional)

Bibliografía

- + ASTM (1999). "Standard Reference Test Method for Making Potentiostatic and Potentiodynamic Anodic Polarization Measurements", Designation: G 5-94.
- + Ávila (1995). *Más Allá de la Herrumbre, Ciudad de México*, Fondo Nacional de Cultura S.A de C.V, pp. 36-70.
- + Fu, Du, Han, Cui, Zhang (2017). "Deformation mechanisms in a Co-rich nickel based superalloy with different size of γ' precipitates. Materials letter", *Elsevier*, V. 152, pp. 272-275.
- + Cordero (2015). *La industria Aeroespacial y el Despegue de la Productividad en México, Comercio Exterior*, pp. 8.
- + Vander Voort (2000). *Metallography Principles and Practice*, AST International, pp. 626.
- + Hao Yu, Shigeharu Ukai, Naoko Oono (2017). "Tensile properties of Co-based oxide dispersion strengthened superalloys", *Journal of alloys and compounds*, Elsevier V. 714, pp. 715-724.
- + Higuchi, Shohji, Ando, Koyama, Mizutani, Inoue (2017). *Electrochemical Corrosion of Copper and Copper Alloy in Aqueous Propylene Glycol Containing Rust Inhibitors*, ICEP, pp. 282-288.
- + Karthik, Stango, Vijayalakshmi, Swaroop (2016). "Electrochemical behavior of laser shock peened Inconel 625 superalloy", *ELSEVIER*, V. 311, pp. 46-54.
- + Liu, Wu, Yu, Chen (2013). "Oxidation behaviour and mechanism of a cobalt based superalloy between 1050 and 1250°C", *ELSEVIER*, V. 283, pp. 590-598.
- + Min (2008). *An Introduction to Corrosion*, CMM NDT Services.
- + Caines, Khan, Zhang, Shirokoff (2017). "Simplified Electrochemical potential noise method to predict corrosion and controlled", *Journal of Loss Prevention in the process Industries*, V. 47, pp. 13.
- + Tovar E. (2016). *Industria aeroespacial mexicana: Panorama 2016*. Modern Machine Shop.
- + Shen, Zhou, Xiong (2017). "Study on the combination of cobalt-based superalloy and ferrous alloys by bimetal-layer surfacing technology in refabrication of large hot forging dies", *ELSEVIER*, V. 714, pp. 338-347.
- + Abdullah, Petitjean, Panteix, Mathieu, Rapin, Vilasi, Hussain, Rahim (2016). "Electrochemical characterization of chromia-and alumina-forming nickel-based superalloys in molten silicates", *ELSEVIER*, V. 360, pp. 9.
- + Yu, Ukai, Oono (2017). "Tensile properties of Co-based oxide dispersion strengthened superalloys", *ELSEVIER*, pp. 715-724.

MODELOS DE NEGOCIOS

COMO FACTOR DE COMPETITIVIDAD EN CIUDAD JUÁREZ EN EL SECTOR DE MANUFACTURA

Artículo arbitrado 15

Edición 15

Francisco Arturo Bribiescas Silva¹ y Guillermo Marin Balcazar²

¹Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
Ciudad Juárez, Chih., Méx. C.P. 32310.

²Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez
Av. Universidad Tecnológica No. 3051, Col.
Lote Bravo II
Cd. Juárez, Chih. Mex C.P. 32695.



fribriescas@uacj.mx
guillermo_marin@utcj.edu.mx

Recibido: Septiembre 24, 2020.

Recibido en forma revisada: Octubre 16, 2020.

Aceptado: Octubre 20, 2020.

Resumen: La llegada de la industria maquiladora a la ciudad, trajo como consecuencia una nueva dinámica de trabajo. La inversión extranjera ha traído consigo una nueva manera de ver la competitividad en estas organizaciones dando lugar a nuevas maneras de contratación como lo es el outsourcing como una manera de crear una ventaja competitiva. Se realiza una investigación cualitativa con un instrumento validado en empresas del giro del plástico y del hule buscando visualizar el modelo de negocio. Una muestra de 14 organizaciones resulta de la aplicación de la fórmula sobre la población. Se realiza un levantamiento de datos y posteriormente se analiza y se grafica presentando los resultados y las interpretaciones. Se plantea como resultado ante un mundo competitivo la exigencia de modelos de negocio que les permitan a las organizaciones no solo su permanencia si no lograr una ventaja competitiva.

+ Palabras clave: Maquiladoras, modelos de negocio, contratación.

Abstract: The arrival of the maquiladora industry to the city, brought as a consequence a new work dynamic. Foreign investment has brought with it a new way of looking at competitiveness in these organizations leading to new ways of hiring such as outsourcing as a way of create a competitive advantage. A qualitative research is carried out with a validated instrument in companies of the plastic and rubber in-

dustry, seeking to visualize the business model. A sample of 14 organizations results from the application of the formula on the population. A data survey is carried out and later it is analyzed and plotted presenting the results and interpretations. As a result, in a competitive world, the demand for business models that allow organizations not only their permanence but also to achieve a competitive advantage arises.

✦ **Keywords:** *Maquiladoras, business models, contracting*

Introducción

A partir de la década de los años cuarenta Ciudad Juárez experimentó un gran crecimiento, originado principalmente por el incremento del turismo, el comercio en la frontera y la migración. Se vio reflejado en la instalación de diversas industrias locales, casi todas fábricas pequeñas de aceite y grasas, manteca, jabón, medias, hilados, escobas, molinos de harina, despepitadoras de algodón, la destilería de whiskey, entre otras.

La industria maquiladora se consolidó definitivamente en la frontera Norte cuando se dio autorización de hacer fideicomisos mexicanos, que permitían a las nuevas maquiladoras a ser casi dueñas de los inmuebles, situación que permitió grandes inversiones del extranjero, por lo que se fueron estableciendo empresas que tenían gran inversión en equipo para la producción de productos electrónicos que requerían una mano de obra con conocimientos tecnológicos más avanzados, además los sistemas de producción en el mundo ya se enfocaban a conceptos diferentes de calidad (Pastrana, 2005).

Tal es el caso de Delphi-Juárez: El centro de ingeniería de autopartes Delphi-Juárez es parte de Delphi Automotive Systems (Delphi-A), que a su vez es una de las seis divisiones de la transnacional General Motors. Delphi-A tiene a su cargo la producción de las autopartes dentro del complejo transnacional (un auto regular contiene 3 mil autopartes) y está conformada por manufactura, investigación y desarrollo y productos químicos. La empresa se especializa en cuatro grandes áreas: baterías, sistemas de fuel injection, sistemas de purificación atmosférica y energía y sistemas de motor. La matriz de Delphi-Juárez se encuentra en Detroit y está representada por Delphi Energy y Engine Systems (Delphi-E); en junio de 1996 contaba con 5 mil 500 empleados.

En los años recientes, la maquila juareense vio crecer una modalidad de contratación, nos referimos a la subcontratación y al outsourcing, modalidad que no es nueva en este contexto.

A partir de 2010, se ha registrado una importante recuperación de puestos de trabajo en la industria maquiladora de Ciudad Juárez. Esta dinámica incluso ha llevado a diferentes voceros empresariales y gubernamentales a hablar de una nueva etapa de expansión en el sector. Así, estadísticas regionales refieren que, durante los primeros ocho meses de 2014, las maquiladoras instaladas en esta frontera duplicaron la generación de empleos, en relación con los creados durante todo 2013, de acuerdo con el reporte que emite Index-Juárez. En síntesis, según esta misma fuente, entre enero y finales de agosto de 2014, las maquiladoras generaron 27 mil 746 empleos, mientras que durante todo el año 2013 la apertura de nuevas plazas fue de 12 mil 827, (Melgoza y Sánchez, 2016).

Respondiendo a las crecientes oportunidades presentadas por los nichos de mercado, y basados en tecnologías que hacen posible la manufactura costo efectiva de pequeños lotes o aun de instancias individuales de muchos artículos, la manufactura está cambiando de una operación predominantemente impulsada por la escala, a un sector caracterizado por múltiples modelos de producción. La producción a gran escala siempre dominará algunos segmentos de la cadena de valor, pero otros tres modelos de producción se están levantando para tomar ventaja de nuevas oportunidades: manufactura local distribuida a una escala más pequeña, ecosistemas de fabricación ligeramente acoplados (como aquel en Shenzhen, China), y un creciente enfoque en métodos de manufactura ágiles en operaciones más grandes. Mientras que cada uno de estos modelos reduce costos, también Re-imaginan y reestructuran el modo en que son hechos los productos, con un profundo efecto a largo plazo sobre la creación de valor.

La aparición de modelos de negocios centrados en nichos de mercado, y la producción a una escala más pequeña, hace que sea más fácil que los nuevos participantes se establezcan, atraigan clientes, y potencialmente penetren los mercados masivos tradicionalmente atendidos por fabricantes a gran escala.

Para fabricantes más grandes, un interés renovado en la manufactura ágil está ayudándolos a ser competitivos mientras se mantienen sensibles a señales de mercado, cada vez más volubles e impredecibles. La clave de esta creciente agilidad: una estructura digital que suministra acceso a datos de punto de venta (POS) casi en tiempo real, en lugar de los atrasados reportes de ventas mensuales o trimestrales. Entre más acertadas sean dichas predicciones, más sentido tiene escoger grandes corridas de producción altamente eficientes. Sin embargo, cuando se introduce un nuevo producto con menos seguridad de aceptación del mercado, o cuando se hacen mejoras o cambios al diseño del producto, los fabricantes podrían entonces escoger enfocarse en producir “cantidades de lotes mínimos viables”, empatando las prácticas de manufactura ágil con la agilidad en la cadena de suministro. La producción extranjera y envío de carga, forzará las cantidades de fabricación mínimas a compensar por largos plazos de entrega, desde la producción hasta el cliente. Para artículos más pequeños, el costo de carga aérea y los ciclos más cortos de entrega podrían rebasar el costo de almacenar inventario, costo de capital, y obsolescencia.

Arrojando una cantidad anual de aproximadamente de \$224 millones 691 mil 258 pesos, contando con un margen realmente bueno para el pequeño porcentaje que representa dicha especialidad en la ciudad. También con este 5.5% no hay competencia verdadera que ponga en riesgo las grandes cantidades que arroja el mercado, (Deloitte University, 2015).

Competir en la reñida arena global es un reto que las empresas manufactureras mexicanas deberán asumir si aspiran a permanecer haciendo negocios en este siglo de la globalización. La competitividad es una característica que se fortalece de diversos factores internos y externos a las empresas y a las regiones.

A lo largo de la historia de la humanidad, la geografía y el clima jugaron un rol clave en la capacidad de las naciones y sus regiones para generar riqueza, como lo evidencia en el primer capítulo de su libro “La riqueza y la pobreza de las naciones” el historiador de Harvard, David

Landes. En este, relata cómo hay naciones localizadas, en ciertas latitudes, a las que nunca favoreció su clima, ni su ubicación para producir alimentos de alta calidad y bajo costo, mientras que otras regiones se han visto siempre, ampliamente, favorecidas por dichos factores “casuales” (Landes, 2008). El desarrollo tecnológico progresista, fortalecido por la revolución industrial, trajo consigo nuevas ventajas competitivas a las naciones que se subieron primero a dicho movimiento.

La tecnología otorgó la posibilidad de acceder a más recursos, dispersos a lo largo y ancho del orbe, con mejores costos y en tiempos más cortos. Las ventajas de la tecnología, que durante finales del siglo XIX y la primera mitad del XX estuvo restringida a sus creadores, se reflejaron en el poder militar, subyugando y obteniendo el máximo provecho de aquellas regiones que no contaban con esta. Sobre estos principios se escribió la historia del colonialismo y del imperialismo en la segunda parte del segundo milenio de la era cristiana.

Las ventajas competitivas de la geografía y el clima, así como de la propiedad de la tecnología no se aprovecharon, exclusivamente, en poderío militar, sino también en la producción más económica de alimentos, mejores niveles de salud y educativos en las respectivas poblaciones que generaron así círculos virtuosos. No obstante, la segunda mitad del siglo XX y un desarrollo más acelerado de la tecnología, planteó un cambio radical de paradigma.

Evidencias de cómo el factor geográfico perdió importancia, están en la forma en la que el pueblo judío transformó su desierto en un lugar habitable y en el que hoy se genera enorme riqueza basada en la creación de conocimiento. Cómo los japoneses lograron superar los niveles de riqueza de muchos países europeos con larga trayectoria y de los mismos Estados Unidos. Cabe destacar casos como el de la próspera ciudad de Monterrey en México, en una región sumamente árida o Singapur y Hong Kong, países muy pequeños y sin acceso a vastos recursos naturales. Son muy diversos los estudios en los que se han tratado de explicar los factores que han empujado la competitividad de algunas regiones y sus empresas, o viceversa, por los que otras regiones y sus empresas son incapaces de mejorar, competir en la arena global y así impulsar la prosperidad de sus habitantes. Uno de los estudiosos de la competitividad más reconocidos mundialmente, es el de Michael Porter (1999), quien entre muchas otras afirmaciones célebres sostiene que la competitividad de un país o una región es el resultado de la productividad de las empresas de la región.

Las empresas manufactureras globales han evolucionado sus modelos de negocios en cuatro factores esenciales: procesos flexibles en lugar de procesos rígidos, competitividad colaborativa por competitividad depredadora, de explotación de recursos baratos a basadas en intangibles y de organizaciones que hacen trabajo burocrático a organizaciones orientadas al trabajo estratégico.

En la actualidad se está empezando a diseñar un nuevo modelo de negocios para las empresas de manufactura, en el cual se esperan ver resultados para el 2020, este nuevo modelo tiene por nombre Manufactura 4.0. El término manufactura 4.0 incluye la promesa de una nueva revolución industrial que transforme la historia de la producción. El uso de las nuevas tecnologías permite hacer más eficiente la cadena productiva, simular virtualmente la fabricación de un producto, prevenir y reparar averías vía remota, así como hacer más flexible la producción, todo esto

con menores costos de operación (Martínez, 2016).

En los años ochentas: Los modelos de negocios en las compañías eran actualizados dependiendo de los resultados de estudios basados en Calidad Total, enfoque tipo Ishikawa, círculos de calidad, reingeniería de procesos, entre otros. Estos estudios estaban dirigidos a analizar como los procesos y sus relaciones habían sido diseñados para una compañía en particular sin eliminar pasos que no agregaban valor y sin reemplazarlos por otras actividades que si agregan valor.

En los noventa, la escases de inventarios, cuellos de botella, falta de capacidad de inventario para responder a la demanda, mejoramiento en las relaciones con el cliente. En muchas empresas manufactureras como producto de proyectos de reingeniería se incluía el desarrollo e implantación de procesos del tipo “Just inTime”, en los cuales existían ciertos indicadores que de deparaban rápidamente y de una manera flexible, sensibilizaban al área de la manufactura y esta respondía mediante la ejecución de sus procesos y seguimientos se realizaba la carga y transporte del producto.

En los últimos 25 años: Tres son las razones principales que hacen que sea necesario para toda empresa el análisis y la necesidad de evolución a cambio de modelos de negocios que tradicionalmente ha definido su funcionamiento:

I. La velocidad actual del mercado.

II. Los ciclos de vida de los productos o servicios; que creamos para aportar algo nuevo al mercado, son cada vez más cortos. Aparecen novedades alternativas a gran velocidad y esa obliga a una evolución continua de nuestro modo de trabajar.

III. La competencia intraindustrial; que existe hoy en día.

Cada día más aparecen nuevos productos y servicios que, si bien no son análogos a los nuestros, sí que puede ser sustitutos de estos es por eso por lo que el modelo de negocios fue evolucionando con el tiempo (UNIVERSIA, s.f.).

Materiales y métodos

Una investigación cuantitativa mediante la cual se observan los diferentes modelos de negocios en las empresas de este giro que es la industria de manufactura especializada en plástico y hule. Esto justificado que los datos son cuantificables, sin embargo, algunas preguntas llevadas a cabo dentro de dicha encuesta son cualitativas, para visualizar el modelo de negocios en la organización, cuál es su impacto, que lo diferencia de los otros, su ventaja competitiva, empleados capacitados para dicho modelo, etc.

Universo

Según la estadística Integral del Programa de la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación del INEGI, hasta febrero del año 2016 en Ciudad Juárez existían 321 plantas en las que trabajaban 250 mil 577 empleados. Eso significa que, en promedio, cada planta de Ciudad Juárez tiene 781 trabajadores. Esta ciudad es la que

mayor crecimiento tiene en la cifra promedio de empleados por planta. Sólo en el último año, el número de personas ocupadas por maquiladora en Juárez ha crecido un 8.8 por ciento, muy por encima de la media nacional que es de 4.9 por ciento. Según los datos del INEGI, a nivel nacional la industria emplea a 2 millones, 373 mil 416 personas. Eso significa que cada una de las 5 mil 008 maquilas que hay en el país tienen una media de 474 trabajadores.

Respecto al análisis más reciente por parte de INEGI, en el año correspondiente del mes de marzo, se determinó lo siguiente:

Tabla 1. Relación de personal activo en las empresas de manufactura en Ciudad Juárez.

Concepto	Maquilas	Total	Personal Directo		Personal Subcontratado			
			Total	Obreros y técnicos	Administrativos	Total	Obreros y Técnicos	Administrativos
Juárez	329	280674	258090	234338	23752	22584	20273	2311

Fuente: INEGI. Estadística Mensual del Programa de la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación (IMMEX).
 “INEGI. Estadística del Programa de la Industria Manufacturera, Maquiladora y de Servicios de Exportación IMMEX.”

Muestra

Dado que existen 30 establecimientos activos, si se hiciera la muestra respecto a estos datos, se entrevistan 18 establecimientos que están en ciudad Juárez dedicados.

Validación de instrumento

La fórmula utilizada para sacar el tamaño de la muestra, usando los establecimientos en ciudad Juárez activos dedicados a la industria automotriz en la fabricación de arneses, con un nivel de confianza del 85% y un margen de error del 15% (contando las encuestas que pudieran salir erróneas, se estimó una muestra de 14 establecimientos. Esto mediante el uso de la siguiente fórmula:

Tamaño de la muestra:

$$n = \frac{.85^2 * .15(1 - .15)}{.15^2 + (.85^2(.15 * .85)/N)}$$

Ecuación 1

Listado de empresas a entrevistar:

Veritiv, International Paper, PCA, Wesco Distribution, Fagerdala, EVCO, Lexmark, NYPRO, Power Plastics, Thermotech, THORGEN, CR, Likom, Jones Plastics.

Resultados

Se presentan los siguientes resultados a partir del levantamiento de datos y su análisis.

La respuesta que dan los encuestados ante la primer pregunta referente a su permanencia en la empresa.

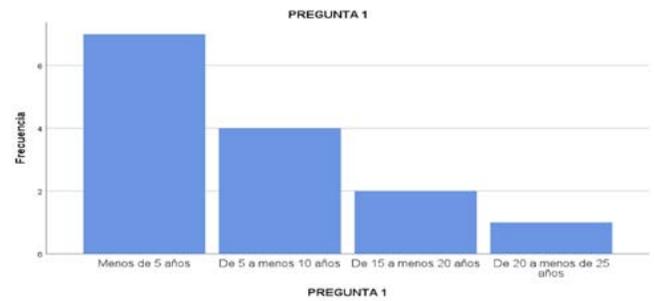


Figura 1. Pregunta 1: Antigüedad en la empresa.

De acuerdo con los últimas investigaciones por parte de El Diario y otras entidades fronterizas, la rotación va en aumento, teniendo a la fecha un 11.1 % en rotación a nivel maquiladora. Esto debido, según industriales, a los empleados foráneos que regresan a sus lugares de origen y regresan a esta frontera, pero a otro lugar de trabajo. Como también confirma una hipótesis que uno de los motivos podría ser que existen muchas vacantes y cuando eso sucede, la mano de obra tiende a cambiarse más fácilmente si en una empresa les ofrecen mejor comida o transporte. Esto se da en empresas de comercio y maquiladoras a nivel operativo, las vacantes a nivel técnico y profesionista no tienen en este problema. Otra de ellas sería la búsqueda del mejor ambiente laboral posible para su mayor confortabilidad en el horario de trabajo. Es por eso que la mayor parte de las respuestas se observa que no tienen más de 5 años en un trabajo.

Ante la pregunta sobre la ubicación de la empresa se reciben las siguientes respuestas.

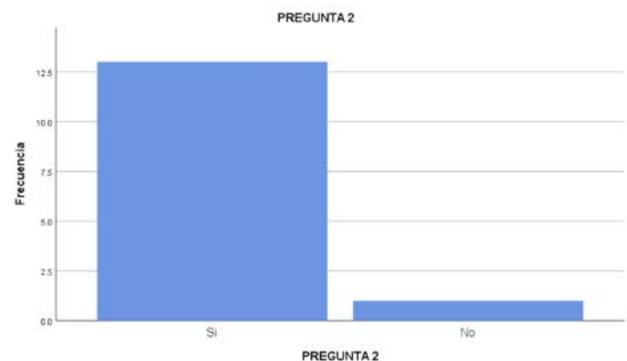


Figura 2. Pregunta 2: ¿Considera usted que su empresa está localizada en un área apta para la misma?

Actualmente los modelos de negocios se basan en la mayor confortabilidad hacia los empleados, es por eso por lo que la instalación de una maquiladora en la ciudad se realiza un estudio de campo para alcanzar la mayor ocupación posible en la empresa. Todo es posible con mayor facilidad ya que se encuentran parques industriales donde se conglomeran la mayor parte de las maquiladoras. Gracias a esto, las rutas de transporte son de mayor accesibilidad para recortar los tiempos de operación, como también los posibles gastos en la misma área.

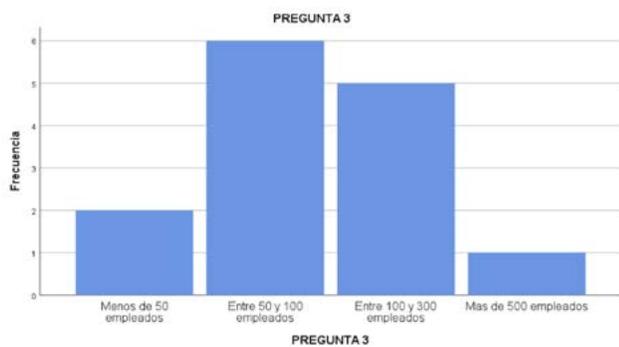


Figura 3. Pregunta 3: ¿Cuántas personas trabajan en su empresa?

De acuerdo con los resultados, los encuestados contestaron que su empresa es de tamaño mediana, esto hace que el implementar un modelo de negocios eficiente y productivo en base a la calidad, precio, proceso y servicio sea de mayor facilidad el poder dar un seguimiento eficiente y satisfacer los nuevos requerimientos que dicta el mercado y poder ser un modelo de negocios eficiente y eficaz.

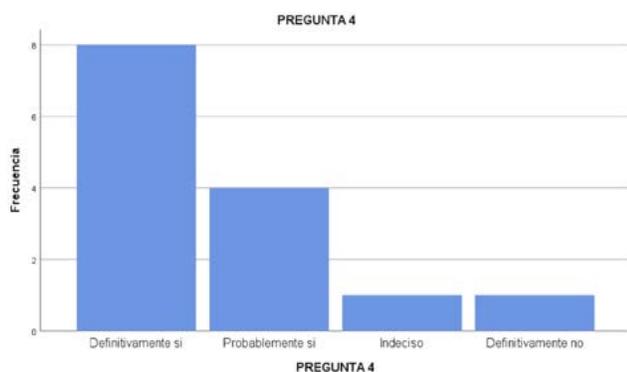


Figura 4. Pregunta 4: ¿Ha encontrado en el departamento donde labora el apoyo y las facilidades necesarias para que usted desarrolle de modo optimo sus labores?

De acuerdo con las respuestas obtenidas la mayoría de las personas encuestadas en las empresas donde laboran se observa que una de sus principales inquietudes o tareas diarias es el facilitar todas las herramientas y el punto clave ya antes visto en la investigación es el proveer al empleado todas sus necesidades para optimizar su rendimiento y mejorar su entorno laboral mediante la capacitación constante en las maquinas o herramientas nuevas. La tecnología es clave para mejorar la productividad y cada una de estas herramientas mejora el performance de la empresa y motiva a los empleados. Es una inversión que genera

un Retorno de Inversión en el mediano plazo y mejora la cultura organizacional.

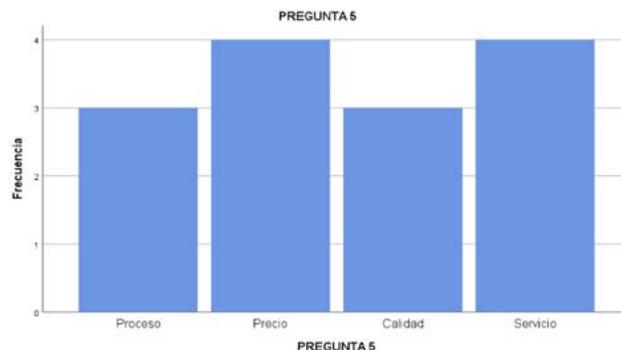


Figura 5. Pregunta 5: ¿Por qué cree que su producto es exitoso?

Se observa la impresión de los ingenieros que contestaron la encuesta, lo más importante y no por mucho margen entre uno y otro son los 4 puntos, que son los beneficios básicos que satisfacen las necesidades y deseos del consumidor. A estas variables, se suman con el medio y largo plazo el branding, o imagen de marca, que debe ir construyéndose poco a poco sin dudas y sin pausas. Es por eso por lo que de acuerdo a lo investigado la importancia de contar con un valor agregado al producto es el poder cumplir como un mínimo con los 4 puntos o variables que es el proceso, precio, calidad y servicio.

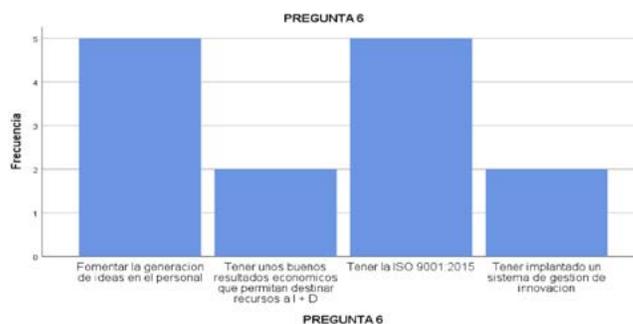


Figura 6. Pregunta 6: ¿Qué requisitos se caracterizan para lograr ser una empresa innovadora?

De acuerdo con los resultados obtenidos, los modelos de negocios actuales en las empresas se basan en la fomentación de la integración del personal con la toma de decisiones a nivel operativo para una mejora continua y como también el que tan importante es el contar con una certificación. Ya que con esto es el contar con plus y garantizar al cliente próximo una garantía de buena calidad.

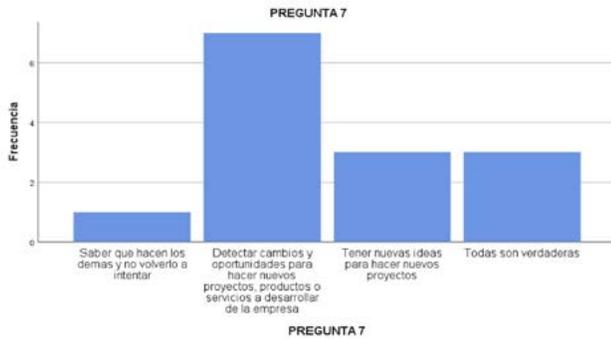


Figura 7. Preguntar 7: La información para innovar es necesaria para:

La innovación constante en los modelos de negocios es esencial para garantizar un desarrollo eficaz y estar actualizados conforme al mercado y a la competencia directa, el ver qué es lo que hacen para sobresalir con su producto y poder hacer una competencia, sobresaliendo de los demás. Es importante contar con actualizaciones eficaces e ideas realmente sobresalientes para tener vigente el modelo de negocios. Lo interesante es combinar estrategias de diferentes modelos. Se puede crear un modelo disruptivo con todo lo que hay, en creación de negocios innovadores. Un ejemplo práctico puede ser dibujar el modelo de negocio de un mercado y, a partir de ahí, ver cómo cambia a medida que vamos activando unas u otras palancas. Pero también podemos crear modelos nuevos o combinar unos y otros.

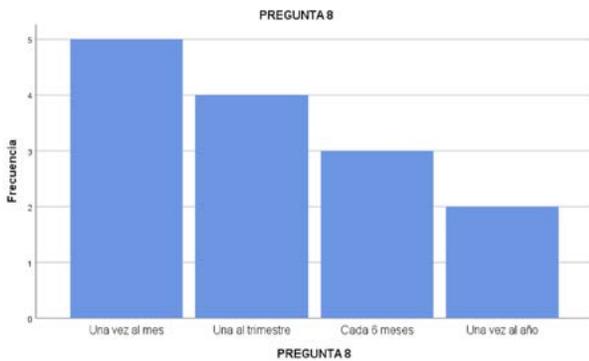


Figura 8. Preguntar 8: ¿Qué tan frecuente su empresa capacita al personal operativo?.

Se puede observar que en los modelos de negocios actuales la capacitación es una clave y necesidad en su plan. Se puede observar que lo mínimo en la compañía se les capacita cada 6 meses. De acuerdo con lo investigado, la capacitación es pieza clave para lograr una calidad total al cliente, ya que es la respuesta a la necesidad que tienen las organizaciones o instituciones de contar con un personal calificado y productivo, mediante conocimientos teóricos y prácticos que potenciará la productividad y desempeño del personal.

En la actualidad, la capacitación en las organizaciones es de vital importancia porque contribuye al desarrollo de los colaboradores tanto personal como profesional. Por ello, las empresas deben encontrar mecanismos que den a su personal los conocimientos, habilidades y acti-

tudes que se requiere para lograr un desempeño óptimo durante toda la estadía del trabajador dentro de la organización. No obstante, sólo una de cada ocho empresas capacita a su personal, aun y cuando ha quedado demostrado que trae una mejora en la calidad y procesos del producto. Es por eso que se tiene que realizar un énfasis en la capacitación de los nuevos modelos de negocios en la industria mexicana.

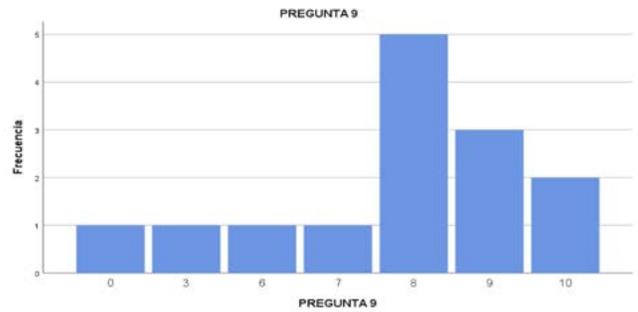


Figura 9. Preguntar 9: En la escala del 0 al 10, valore la capacitación que ha obtenido por parte de la empresa.

La poca o casi nula capacitación en los modelos de negocios de la industria mexicana se podría decir que no es de mala calidad en la ciudad ya que calificada en mayor parte por un 8 de calificación. Esto es gracias a que los planes de capacitación son mandados por las oficinas centrales y estas se encuentran en diferentes países, por lo que deben de tener varias pruebas antes de enviarlas aquí a la ciudad. Gracias a esto, la mayoría de las capacitaciones tienen una calidad alta y eficiente para el proceso que es destinada. Es de vital importancia que se realice una buena capacitación para el personal ya que sin eso el modelo de negocios no puede ser eficiente ya que rompería con el proceso de la obtención de un producto de calidad.

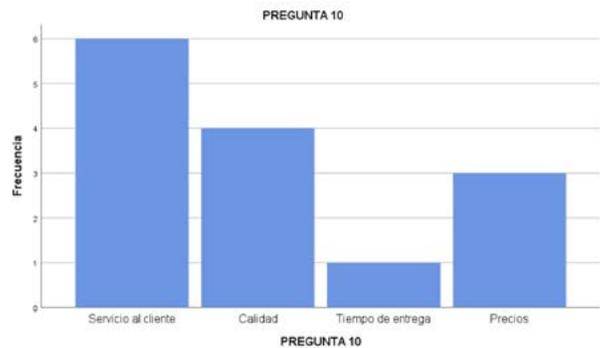


Figura 10. Preguntar 10: ¿Cuál es el atributo de su modelo de negocio que más destacan sus clientes?

Conforme a lo investigado los modelos de negocios han cambiado sustancialmente en los últimos años, ya no se puede definir como la manera que una empresa genera dinero, ni cómo una persona consigue clientes. Hoy en día estos modelos van mucho más allá y se adentra en las necesidades puras de los empleados y los clientes, cerca del cliente, relaciones muy estrechas desde el principio para saber cuáles son sus necesidades. Es por eso que al cliente le da más importancia al servicio que se le otorga que al precio, ya que un modelo de negocios eficiente se podría definir como la manera que una empresa o persona crea, entrega y captura valor para la satisfacción del cliente.

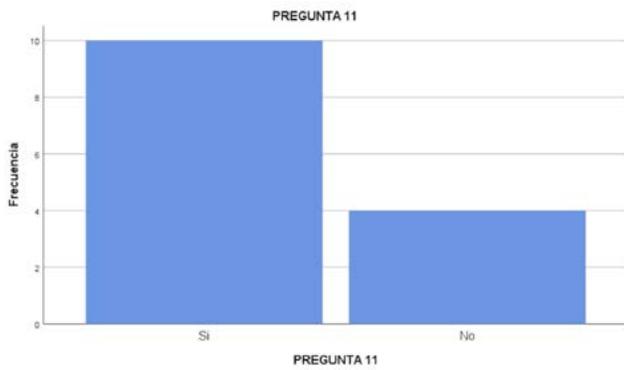


Figura 11. Pregunta 11: ¿Utiliza su organización procesos innovadores con respecto a la mayor parte de sus competidores?

De acuerdo con el grafico se puede interpretar que más de la mitad de las empresas manufactureras de empaques, han hecho cambios innovadores durante el último año y lo que va del presente, se interpreta que aseguran que los materiales que se hacen en las maquiladoras lleguen más seguro y sin daños al consumidor final. Por consecuente está garantizando que las empresas manufactureras que utilizan cartón como medio de protección a las unidades que producen han mejorado la calidad con sus clientes ya que las unidades no llegan dañadas.

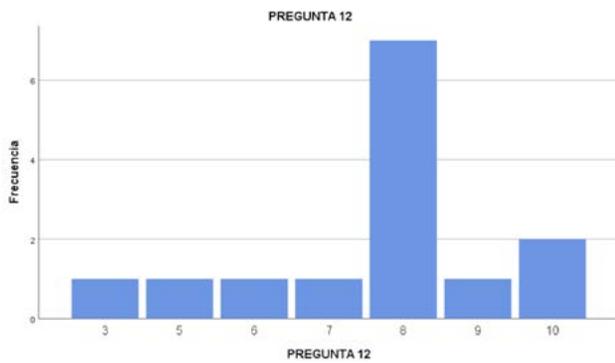


Figura 12. Pregunta 12: En la escala del 0 al 10, ¿qué tan innovador considera que son los procesos que tienen en su empresa?

La grafica muestra que más del 70% de las empresas que manufacturan empaque consideran que han implementado procesos innovadores para que los empaques en los que se transportaran los materiales sean mejores y más seguros, esto también muestra que la competencia directa solo está dentro de esos que pertenecen al 70% de las empresas que ha innovado dejando a fuera el 30% del mercado que aún siguen trabajando en mejorar sus procesos mediante procesos nuevos de innovación, si el 30% logra aplicar de forma eficiente las innovaciones necesarias dentro de sus líneas de producción ese porcentaje pudiera reducir y verse reflejado el próximo año fiscal, lo que significa que el 70% aumentaría y por consecuente la competencia lo que ayuda a la industria maquiladora en general a cuidar más las unidades que envían a diferentes partes del mundo.

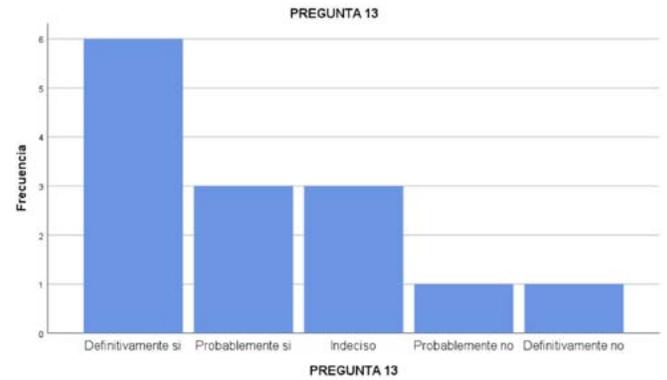


Figura 13. Pregunta 13: ¿Considera que las estrategias de su empresa son aptas para la innovación de la misma y a la vez sea competitiva?

Dentro del 70% de las empresas innovadora creen que sus estrategias de innovación son eficaces y funcionales y el 30% por ciento cree que no, debido a fallas que han presentado o la no aceptación de los cambios en el proceso de producción, así mismo hay empresas que se han visto estancadas porque en sus procesos no se han aplicado innovaciones que sean efectivas, esto es demostrado en las quejas de clientes que tienen dentro de las empresas manufactureras, existen empresas las cuales se limitan en crear solo prototipos con ciertas especificaciones, de ahí se derivan las quejas de clientes porque no son capaces de crear nuevos empaques que no solo protejan las unidades sino que también aseguren los accesorios que algunos modelos llevan, es por eso que el 30% de los que no han aplicado nuevas innovaciones se han visto afectados por sus competidores.

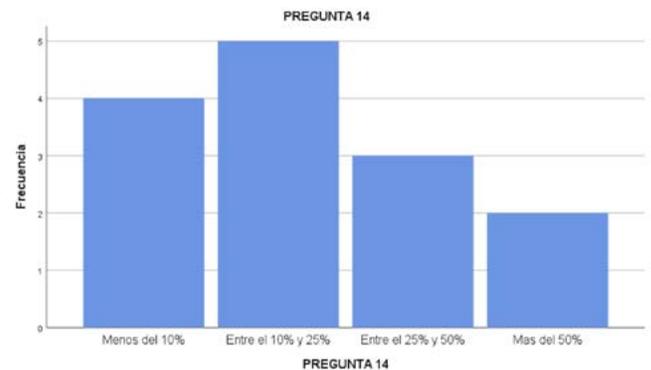


Figura 14. Pregunta 14: ¿Qué porcentaje espera que sus ventas crezcan en los próximos 3 años si aplican modelos de negocios innovadores?

Al término del año fiscal del año 2019 hasta el término fiscal del 2022, las empresas que manufacturan empaque verán que por lo menos sus ventas incrementaran en un 10% si siguen implementando los procesos que hasta ahora han desarrollado internamente y con una buena aplicación de procesos innovadores verán que sus ventas se elevaran en un 50% más que los últimos 3 años, si en el 2022 las empresas de empaque implementan sus ventas y sus utilidades, en ciudad Juárez habrán más oportunidades de empleo para los ciudadanos, por lo menos en las empresas que manufacturan cartón. Por otro lado, si en 3 años estas

organizaciones siguen en los mismos procesos, muchos de los competidores dejarían de serlo por el mundo globalizando que sigue avanzando y si no se aplican las innovaciones necesarias dentro de las líneas de producción correrán el riesgo de desaparecer.

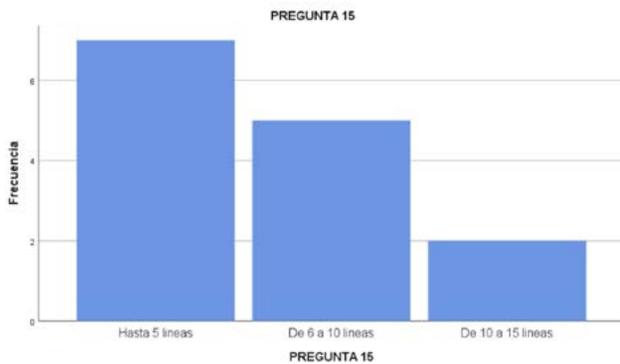


Figura 15. Pregunta 15: ¿Cuántas líneas de producción tiene su empresa?.

De acuerdo a la gráfica se interpreta que la mayoría de las empresas cuenta con pocas líneas de producción con las cuales se han mantenido dentro del mercado, solo una cuarta parte del total de competidores cuenta con líneas de producción de entre 10 hasta 15 líneas, las empresas con más de 10 líneas de producción son los que tienen mayor demanda y mayor cartera de clientes, lo que significa que no solo cuentan con más empleados, sino que también han estado en mejora continua dentro de sus procesos de producción así como nuevas máquinas que procesan con mayor rapidez y volumen la demanda que sus clientes tienen, es por ellos que esas empresas son las que encabezan el mercado y son los que van poniendo las reglas dentro de la misma, es necesario que las demás empresas que cuentan con menor número de líneas de producción sigan en mejora continua al igual que sus competidores para que estos no corran el riesgo de desaparecer del mercado del empaque.

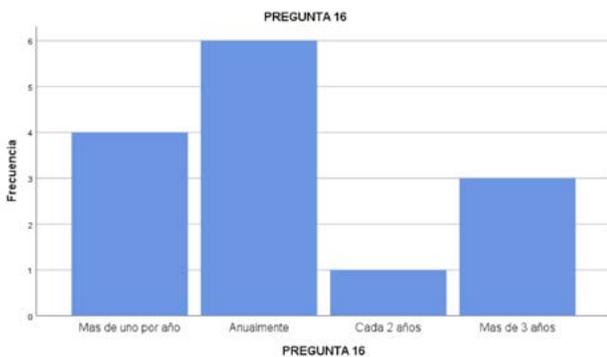


Figura 16. Pregunta 16: ¿Qué tan frecuente se realizan cambios mayores en las líneas de producción?

En Ciudad Juárez se ven cambios anuales en las empresas que se dedican a crear empaque para la industria maquiladora, como cambios

en procesos, aplicación de procesos innovadores, layout, procesos de seguridad e higiene, etc. Lo que significa que la mayoría del mercado piensa en innovar por lo menos una vez al año cualquier proceso dentro de sus instalaciones, mientras un porcentaje mínimo hace cambios cada dos años, estos se ven retrasados en innovación hasta por dos años.

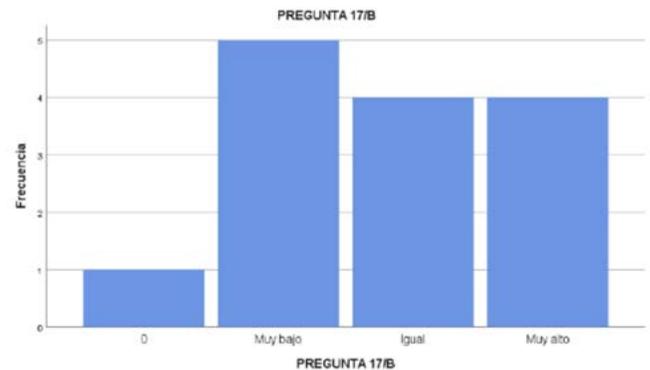


Figura 17. Pregunta 17: ¿Cuál es la comunicación que existe entre los empleados de producción y consumidores?

En la gráfica A, se visualiza que el trabajo en equipo es muy alto en este tipo de empresas en el personal administrativo y operativo, se emplean estrategias de comunicación efectivas, sin embargo, en la gráfica B muestra que, en cuanto a procesos, el personal operativo no se ve muy involucrado.

Para lograr que se implementen nuevos procesos en las líneas de producción de las empresas que manufacturan empaque, los empleados administrativos deberán trabajar mano a mano con los operadores de producción, escuchándolos y capacitándolos en nuevos procesos implementados a las nuevas requisiciones de clientes, de esta manera las quejas de cliente disminuirán en la mayoría de las empresas y por consiguiente las ventas aumentarán, así mismo se verá reflejado aún más la fuerza de trabajo entre los empleados por lo tanto las tasas de rotación no serán altas ya que se habrá creado un sentido de pertenencia entre todos los empleados en general, que es un proceso de innovación también.

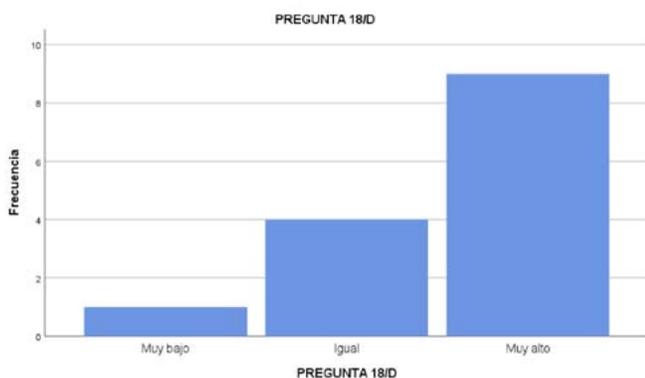
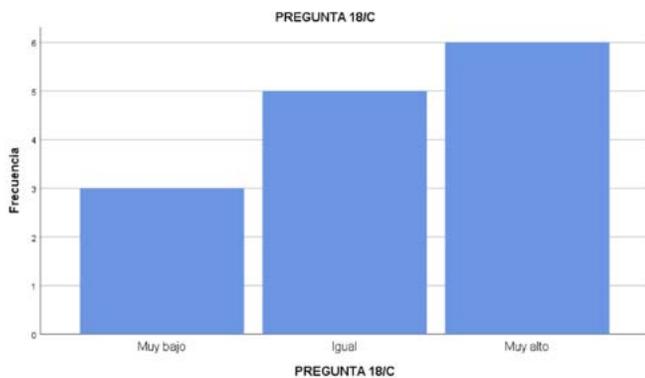
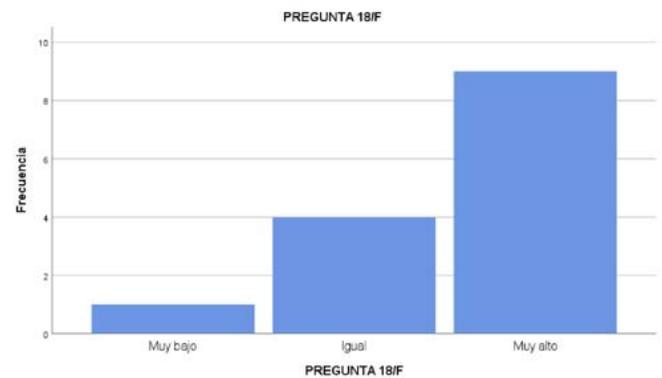
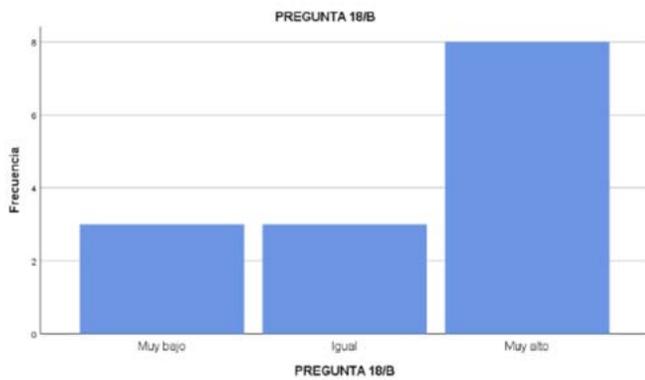
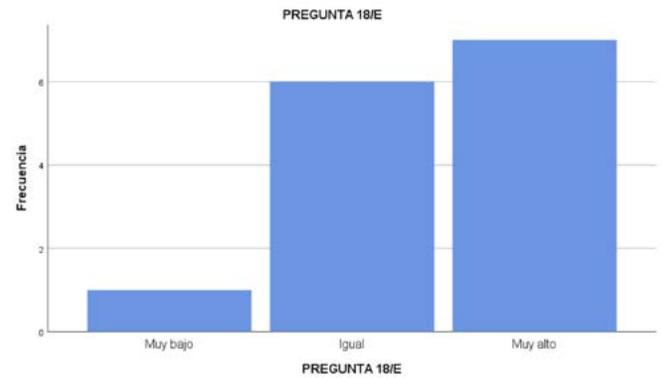
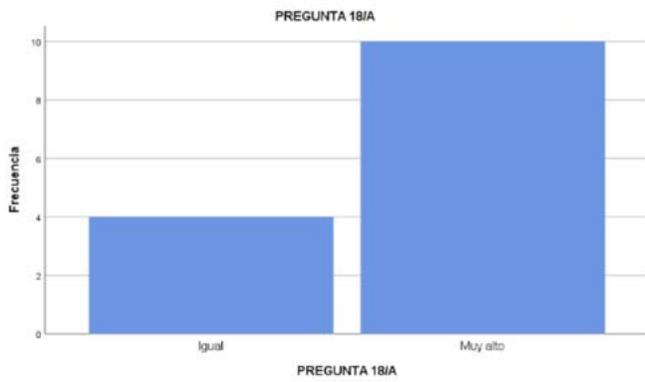


Figura 18. Pregunta 18: En comparación con sus competidores, ¿Cuál es el desempeño promedio general de su empresa en cada uno de los siguientes aspectos?

Se visualiza que muchas de las empresas son sustentables y competitivas en todos los aspectos que muestra esta pregunta, lo que dificulta un poco más las barreras de entrada de las nuevas empresas que quieran dedicarse a la producción de empaque, para poder entrar a este mercado tendrían que tener una muy buena estrategia de introducción al mercado y ser muy eficientes para poder estar al nivel de los que ya están bien posicionados en este tipo de mercado porque todas las empresas tienen estándares de calidad que los han mantenido dentro del mercado, la mayoría cumple con las fechas prometidas a sus clientes ya que el “lead time” no son largos, las fechas de entrega son hasta 10 días para los empaques que no tienen tanta demanda, pero hay otras empresas que manejan stock de ciertos tipos de empaque, lo que los ayuda a no perder clientes ya que tienen material producido para disponerlo a sus clientes, lo que significa que tienen alta gama de producto además de que se adaptan a requerimientos especiales de clientes, lo que obliga internamente a estar innovando tal y como los demás mercados de la industria maquiladora.

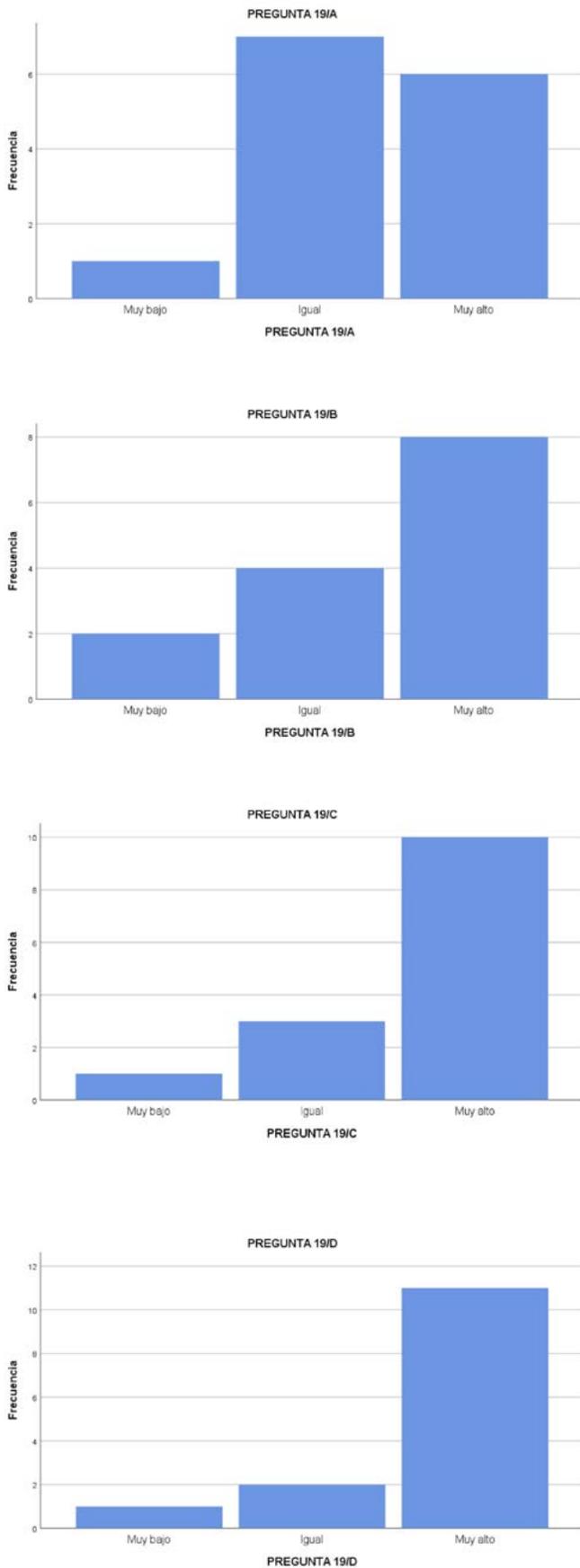


Figura 19. Pregunta 19: ¿Qué información recibe de retroalimentación por parte de sus clientes?

Se aprecia que para los clientes es muy importante que cuiden mucho la calidad, solo muy pocos clientes piensan que los estándares de calidad en los empaques son bajos, la mayoría piensan que el uso que se le da al empaque es eficiente, ya que el desempeño de calidad de dichos empaques son buenos y se adaptan a los ISO's, además la gran mayoría de las empresas cumplen con las fechas de entrega lo que también mantiene felices a los clientes porque pueden confiar en que recibirán el empaque tal y como ellos lo programaron en sus planeaciones internas.

La retroalimentación que los clientes dan a las empresas manufactureras de cartón es que sus costos son altos ese es el único aspecto que ellos resaltan cuando evalúan a sus proveedores de empaques, esto tiene solución ya que es área de oportunidad para este tipo de organizaciones porque deberán implementar estrategias de ventas efectivas donde el costo se justifique con la cantidad que se vende es decir el implementar un "standard pack" aceptable para que los costos ya no se vean tan elevados.

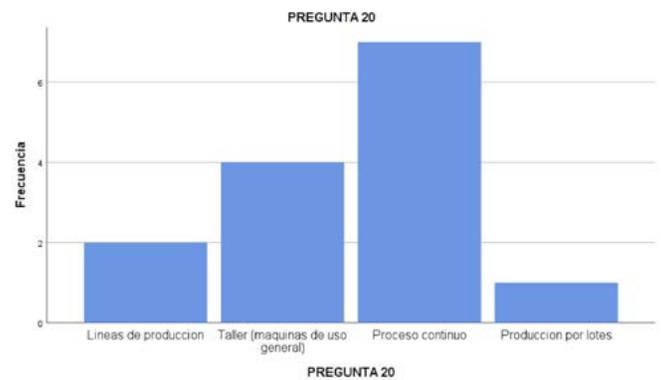


Figura 20. Pregunta 20: ¿Cuál de las siguientes categorías define mejor su proceso?

Algo que tienen en común los competidores dentro del mercado de la industria manufacturera de empaque es que tienen un proceso continuo, lo que significa que siempre están produciendo empaque con gran variedad de especificaciones porque tienen nuevas propuestas y al mismo tiempo están incrementando su cartera de clientes, además las empresas de empaque están viendo forzados a innovar en sus procesos porque muchos de sus clientes tienen requerimientos especiales, lo cual es bueno porque están aumentando sus ventas pero también están fallando en calidad porque no todos los prototipos han sido efectivos. También se ve en la gráfica que muy pocas empresas emplean la categoría de producción por lotes, para las organizaciones que aplican esta categoría se han visto neutros en sus ventas y en la demanda que estos tienen, ya que actualmente la industria maquiladora está en constante cambio y el comprar grandes cantidades ya no es una estrategia que sea confiable, justo por los cambios que sus clientes también tienen.

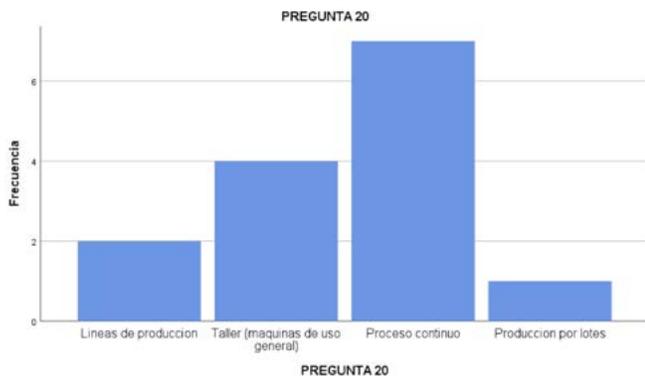


Figura 21. Pregunta 21: . En una escala de 0 al 10, ¿Cómo se siente usted respecto al plan de negocios implementado en su empresa?

La mayoría de los directivos de las empresas que en que su administración es efectiva en la aplicación de procesos dentro de sus organizaciones, creen que son redituables y que están en mejora continua, así como competitivos ya que administran de acuerdo a sus recursos, a pesar de que tengan poco o mucho personal, hay empresas que siguen en pie gracias a la maquinaria con la que cuentan o con los procesos innovadores aplicados efectivamente en sus líneas de producción y que muestran que en 3 años ya habrán aumentado por lo menos un 10% de sus ventas o hasta el 50%. Por otro lado, sigue habiendo una cantidad mínima de empresas que creen que sus procesos son austeros o que no han visto una aplicación eficiente en sus procesos, estas empresas ya están trabajando en apegarse a los cambios que el mercado está sufriendo, están aplicando encuestas de satisfacción a sus clientes a través de correos, para ver sus áreas de oportunidad y aplicar los cambios necesarios a sus líneas de producción, personal y maquinaria, de modo que sigan estando dentro del mercado de las empresas manufactureras de empaque.

Discusión

De acuerdo con los resultados arrojados se puede observar que la principal hipótesis no se rechaza y que es de vital importancia los puntos ya propuestos, como es el que tiene el mundo competitivo de los negocios exige que las empresas realicen intensas búsquedas, evaluaciones y cambios en sus modelos de negocio a fin de no sólo sobrevivir, sino también de adquirir una mayor participación en el mercado, con entrega de valor al cliente y recibiendo ingresos a cambio. Más del 90% de todas las innovaciones en los modelos de negocios son re combinaciones de ideas, conceptos y modelos previamente existentes (Fleisch, 2012).

Entre estas empresas se ha estimado que los recursos dedicados para su implementación son: crear (10% creación de un nuevo modelo de negocios), transferir (mover un modelo de negocio existente a otro dentro de la industria), combinar (combinar dos o más modelos para crear un modelo nuevo e innovador de negocios) y potenciar (replicar el modelo de negocio de la firma a otra nueva área de la industria...90% transferir, combinar y potenciar).

En la actualidad las empresas no pueden sobrevivir por el simple hecho de realizar un buen trabajo o crear un buen producto, solo una

excelente labor de interacción con los consumidores permite tener éxito en los mercados globales, cada vez más competitivos, la clave para una operación rentable de la empresa es el conocimiento de las necesidades de sus clientes el nivel de satisfacción alcanzado por ellos el consumir el producto o servicio ofrecido.

La satisfacción del cliente se puede alcanzar mediante ofertas competitivas superiores, pero esto no es tan simple. A través del presente estudio se puede dar cuenta que no solo el desempeño es considerado en el complejo proceso de formación de satisfacción, sino que, además, una variable importante es la capacitación.

Por lo anterior se considera importante una propuesta para diseñar un programa de capacitación como punto de partida para la calidad en el servicio y la satisfacción del cliente que permita una mejora del personal incrementando sus conocimientos, habilidades y actitudes de acuerdo con los requerimientos en los puestos, así como un beneficio, para la organización y del país en general elevando la calidad, productividad y competitividad en el actual proceso de cambio.

La capacitación consiste en dar al empleado elegido la preparación teórica que requiere para desempeñar su puesto con toda eficiencia (Reyes, 1988). Por lo que se puede decir que la capacitación motiva al personal para trabajar más; los que entienden su puesto demuestran un mejor espíritu de trabajo, y el simple hecho de que la dirección superior confié lo suficiente en sus capacidades para invertir dinero en su capacitación, les da la seguridad de que son miembros apreciados por la empresa.

Rivas (2005), desde inicios del siglo XXI la función de capacitación y adiestramiento como se le conoció en sus albores ha sido a partir de 1917, fecha en la que se creó el primer curso de administración de personal de Warton University, una de las tareas más significadas en la gestión de recursos humanos. El propósito de la capacitación es orientar esas experiencias de aprendizaje en sentido positivo y benéfico, así como complementarlas y reforzarlas con una actividad planeada para que el personal de todos los niveles pueda desarrollar más rápidamente sus conocimientos y las actitudes y habilidades en su propio beneficio y el de la organización.

La capacitación consiste en una secuencia programada en eventos que pueden ser visualizados como un proceso continuo, (Rodríguez, 2007). La capacitación como proceso y al mismo tiempo como subsistema forma parte del sistema de personal, y sus componentes, de acuerdo con la teoría de sistemas, son entradas, proceso de conversión, salidas y retroalimentación. De manera específica, la organización como sistema abierto recibe determinados recursos humanos, los procesa a través de medios de convicción o influencia y trata de volverlos más adecuados a sus objetivos.

Es importante aclarar que no solo se trata de generar un nuevo producto o servicio. También pueden innovar en la forma de comercializarlo, en un nuevo formato de administración o logística. En cómo estructurar la matriz de costos, etc. Eso sí, lo que es clave es que todas estas mejoras impacten en la realidad de los clientes y generen valor.

De acuerdo también a como se muestran en las preguntas, se puede implementar un sistema continuo de capacitación, en relación a que las

empresas estudiadas se desempeña un sistema entre una vez al mes y una vez al trimestre, así como también se menciona que hacen cambios cada año, esto puede retrasar la innovación de las empresas, como recomendación se podría hacer estudios más continuos de los procesos que se están llevando a cabo en empresas de el mismo giro y no solo en ciudad Juárez, la influencia de los modelos de negocios en las empresas puede destacarse como en que si afecta o en todo caso beneficia a la empresa.

En caso de que la empresa no cuente con un modelo de negocios en base a lo estudiado en esta investigación se llega a la conclusión de que si, en efecto se muestra como un modelo de competitividad con las otras empresas, ya que se tiene bien estructurado que es lo que está haciendo la empresa y como, se le da un plus de formalidad y en los ojos de empresas más grandes destaca.

De acuerdo a lo extraído de las entrevistas se obtuvo que por lo menos la mitad de las empresas de manufactura de empaque son innovadores dentro de sus líneas de producción. El resultado final nos muestra

que más del 70% de las empresas que manufacturan empaque consideran que han implementado procesos innovadores para que los empaques en los que se transportaran los materiales sean mejores y más seguros, esto también muestra que la competencia directa solo está dentro de esos que pertenecen al 70% de las empresas que ha innovado dejando a fuera el 30% del mercado que aún siguen trabajando en mejorar sus procesos mediante procesos nuevos de innovación, si el 30% logra aplicar de forma eficiente las innovaciones necesarias dentro de sus líneas de producción ese porcentaje pudiera reducir y verse reflejado el próximo año fiscal, lo que significa que el 70% aumentaría y por consecuente la competencia lo que ayuda a la industria maquiladora en general a cuidar más las unidades que envían a diferentes partes del mundo, de este modo el porcentaje de la respuesta de esta pregunta aumentaría a un 90%.

Bibliografía

+ Melgoza, Javier. (2016). Reestructuración en las maquiladoras de Ciudad Juárez y respuesta obrera (2008-2015), en Revista El Cotidiano, núm. 200, noviembre-diciembre del 2016, Ediciones Eón y Universidad Autónoma Metropolitana, Plantel Azcapotzalco, México, págs. 99-110.

+ Fleisch, E. (2012) *Business Model Innovation: Importance and Applications*. Wien: ETH Zürich y University of St. Gallen (HSG).

+ Landes, David. (2008). *La riqueza y la pobreza de las regiones*. Editorial Grupo Planeta. Barcelona, España

+ Martínez, G. (7 de 11 de 2016). Manu-

factura 4.0: un nuevo modelo de negocio.

+ Pastrana Aranda Elsa. (2005). *La industria maquiladora en Ciudad Juárez dentro de contexto de la globalización*. AVANCES: Coordinación de Investigación, 74, 22.

+ Porter, M. (1999) *Ventaja Competitiva. Creación y sostenimiento de un desempeño superior*. México: CECSA.

+ Rivas, L. A. (2005). *Gestión integral de recursos humanos*. México: Taller abierto.

+ Reyes, Agustín. (1988). *Administración Moderna*, Editorial Limusa. Mexico

+ Rodríguez, Joaquín. (2007). *Administración moderna de personal*. Editorial

Thomson/Cengage Learning, 7ª Edición. Mexico

+ *Tendencias Globales (2015)*. Deloitte University Press es una marca de Deloitte Development LLC

+ INEGI. (2016). *Programa de la industria manufacturera, maquiladora y de servicios de exportación (IMMEX)*. Obtenido de <http://www.beta.inegi.org.mx/programas/immex/>

+ UNIVERSIA. (s.f.). Obtenido de: http://ubr.universia.net/pdfs_web/UBR_2300986.pdf.



DESARROLLO DE UNA SALSA TIPO INGLESA CON PROTEÍNA HIDROLIZADA DE CARACOL (HÉLIX ASPERSA)

Artículo arbitrado 16

Edición 15

Celerino Arroyo Cruz¹, Carlos Abraham Reynoso Ocampo², Luis Manuel Pérez López³ y Evelip Mendoza Peña⁴

^{1,2,3,4} Universidad Tecnológica del Valle del
Mezquital
carretera Ixmiquilpan-Capula, Col.El Nítlh,
Ixmiquilpan, Hgo.
CP42300



carroyo.tec@gmail.com

Recibido: Septiembre 14, 2020.

Recibido en forma revisada: Noviembre 2, 2020.

Aceptado: Noviembre 5, 2020.

Resumen: Los insectos comestibles constituyen una fuente de proteína animal entre los diversos grupos étnicos del país, gracias a su abundancia, valor nutritivo y facilidad de obtención y preservación. Los insectos forman parte importante de la dieta cotidiana de mucha gente alrededor del mundo, proporcionándoles una cantidad significativa de nutrimentos, principalmente proteínas, así como una cantidad importante de calorías. Los contenidos de proteínas de los insectos comestibles van del 28 al 81% expresado en base seca; la mayoría de las especies poseen del 55 a 85% de proteínas (Ramos, 2009). Por lo anterior, el objetivo del presente estudio fue desarrollar una salsa con proteína de caracol hidrolizada para dar un valor agregado a la materia prima (Hélix aspersa) cuidando aspectos fisicoquímicos, microbiológicos y bromatológicos característicos de una salsa comercial, cumpliendo con la normatividad y requerimientos de los consumidores. Para fines de estudio la metodología consistió en una revisión bibliográfica sobre el caracol (Hélix aspersa) la cual contiene entre el 90% y 100% de proteína digerible, especificaciones que son aptas para desarrollar un producto (salsa tipo inglesa). Posteriormente se procedió a realizar 2 pruebas experimentales para lograr obtener la estandarización del producto que cumpla con las características fisicoquímicas, microbiológicas y bromatológicas de una salsa comercial. Por último, se determinó la vida útil a través de un diseño experimental de bloques con un total de 6 observaciones (2 bloques y 3 tratamientos).

A una temperatura de 35 °C se mantiene por 6 meses sin que se modifiquen sus características antes descritas. Los resultados obtenidos mostraron que la estandarización de la salsa tipo inglesa hidrolizada con proteína de caracol (Hélix aspersa) cumple con todas las características fisicoquímicas y microbiológicas a una salsa comercial.

✦ **Palabras clave:** *Insectos comestibles, vida de Anaquel y diseño experimental.*

■ **Abstract:** Edible insects have been a source of animal protein among the various ethnic groups of the country, thanks to their abundance, nutritional value and ease of obtaining and preservation. Insects are an important part of the daily diet of many people around the world, providing them with a significant amount of nutrients, mainly proteins, as well as a significant amount of calories. The protein contents of edible insects range from 28 to 81% expressed on a dry basis; most species have 55 to 85% protein (Ramos, 2009). Therefore, the objective of this study was to develop a sauce with hydrolyzed snail protein to give added value to the raw material (Hélix aspersa), taking care of the physicochemical, microbiological and bromatological aspects characteristic of a commercial sauce, complying with the regulations and requirements of consumers. For study purposes, the methodology consisted of a bibliographic review on the snail (Hélix aspersa) which contains between 90% and 100% digestible protein, specifications that are suitable for developing a product (English sauce). Subsequently, 2 experimental tests were carried out to obtain the standardization of the product that complies with the physicochemical, microbiological and bromatological characteristics of a commercial sauce. Finally, the shelf life was determined through an experimental design of blocks with a total of 6 observations (2 blocks and 3 treatments).

At a temperature of 35 °C, it is maintained for 6 months without modifying its characteristics previously described. The results obtained showed that the standardization of the hydrolyzed English sauce with snail protein (Hélix aspersa) complies with all the physicochemical and microbiological to a commercial sauce.

✦ **Keywords:** *Edible insects, shelf life, experimental design.*

Introducción

Las distintas especies de insectos comestibles tienen una gran distribución en los múltiples ecosistemas de los estados de la República Mexicana. Esto ha originado un gran arraigo de su consumo, que se expresa en la gran cantidad en que son consumidos por las etnias del país; tradición alimentaria que data de varios siglos. En la Ciudad de México, algunas especies se sirven en restaurantes de lujo: por su delicado sabor y elevado precio se han convertido en los llamados “platillos gourmets”, de México y el mundo (Ramos, 1987). Se calcula que el consumo mundial actual de caracoles comestibles terrestres sobrepasa las 300 mil toneladas y según algunos estudios, se estima que en los próximos veinte años esa demanda se multiplicará por cinco, por lo que pasará a ser de 1 millón 500 mil toneladas. Los mayores consumidores de caracol a nivel mundial presentan una gran demanda en contraste con una disminución del molusco en estado silvestre, por lo que se han visto en la necesidad

de desarrollar sistemas de cría de alta rentabilidad (Wilson, 1985). Por todo ello, los insectos comestibles constituyen una fuente de proteína animal entre los diversos grupos étnicos del país, gracias a su abundancia, valor nutritivo y facilidad de obtención y preservación. Forman parte de las costumbres tradicionales de alimentación de México y de muchos países del mundo. Por ello, ameritan una mayor atención en los programas de alimentación del país (Ramos et al 2008).

Existe una gran demanda a nivel mundial de alimentos para consumo humano de alto contenido proteico (Tabla 1). El caracol es una fuente barata de proteína de origen animal de calidad de proteínas de este molusco. El caracol Hélix Aspersa es un molusco gasterópodo, se caracteriza por su periostraco pardo dorado característicamente interrumpido por bandas de color pardo.

Debido a que su consumo ha aumentado, se tiene la necesidad de transformar el caracol (Hélix aspersa) en materia prima y darle un valor agregado. Este proyecto busca ofrecer un producto novedoso de buena calidad en el mercado por medio de la elaboración de una salsa tipo inglesa con proteína de caracol hidrolizada cuidando aspectos fisicoquímicos, microbiológicos y bromatológicos característicos de una salsa comercial, cumpliendo con la normatividad y requerimientos de los consumidores, lo que proporcionará al consumidor un producto de buena calidad que le aporte requerimientos nutricionales adecuados.

Valor nutritivo de los insectos comestibles

Se refiere principalmente al contenido de los insectos en proteínas, grasas, sales minerales y vitaminas, como principios inmediatos fundamentales para la alimentación humana. Sin embargo, no se puede omitir el papel de los insectos como productores de sustancias que, más o menos transformadas, sirven a la alimentación humana, como la miel y la jalea real, por parte de las abejas, o a la farmacopea. En este último caso está, por ejemplo, del té de insecto, que es una infusión a base de las deyecciones de Aglossa dimidiata (Lepidoptera, Pyralidae), inocua y a la que se atribuyen propiedades curativas de diferentes enfermedades digestivas (Ramos et al 1989).

Los insectos poseen muchas cualidades nutritivas, por lo que se debe considerar su rol potencial como alimento humano; estas cualidades no son fáciles de igualar por otros grupos animales, entre los que se encuentran los llamados “alimentos convencionales” (Ramos, 1997).

Tabla 1. Composición bromatológica de algunos insectos comestibles.

Insecto	Proteínas (g)	Grasas (g)	Hidratos (mg)	Hierro (mg)
Escarabajo	19.3	8.3	2.1	13.6
Hormiga Roja	13.9	3.5	2.9	5.7
Grillo	12.9	5.5	5.1	9.5
Saltamontes Pequeño	20.6	6.1	3.9	5
Saltamontes Grande	14.3	3.3	2.2	3
Caracoles	18.5	1.40	2.0	3.50

Fuente: Cruz et al (2017).

Salsa Inglesa o Worcestershire

Su nombre original es salsa Worcestershire, condimento alimenticio, cuya idea básica originalmente provino de la India, el cual contiene vinagre, azúcar, soya, tamarindo, anchoas, ajos, cebollas y sal. Además, se le agrega especias, sabores y agua para que la mezcla total tenga una densidad de 1.130 con sólidos totales aproximados de 30% en peso. Los ingredientes se dejan madurar y fermentar durante un periodo de tiempo bastante largo, agitando de una vez en cuando para que el mezclado sea adecuado. Siendo un líquido miscible de color ligeramente más claro. Los sólidos volátiles de la salsa despiden un acento aromático, apetitoso y su sabor es picante, con una ligera indicación de amargo y dulce (Clemente, 2012).

Bajo este contexto, el objetivo del presente estudio fue desarrollar una salsa con proteína de caracol hidrolizada para dar un valor agregado a la materia prima (Hélix aspersa) cuidando aspectos organolépticos, fisicoquímicos y bromatológicos característicos de una salsa comercial, cumpliendo con la normatividad y requerimientos de los consumidores.

Materiales y métodos

Selección de especie y especificación de producto

Los caracoles son moluscos gasterópodos con gran cantidad de proteína y baja cantidad de grasa convirtiendo en un alimento perfecto para su consumo, además de ser una fuente alimenticia muy importante y un mercado en potencia, desaprovechado en el país, por no existir la cultura interna de su consumo, ni existe una cadena de valor que permita la comercialización adecuada, que cubra la demanda insatisfecha de los mercados internacionales. La selección de la especie se realizó con base en una investigación a acerca del caracol, identificando los tipos de caracoles presentes en la localidad del Valle del Mezquital, obteniéndose como resultado el caracol común de jardín o burgajo (*Helix aspersa*) que es una especie de molusco gasterópodo pulmonado de la familia Helicidae (Alvarado et al 1996). El caracol terrestre *Helix aspersa* es producido en la región del Valle del Mezquital en municipios como: Tulancingo, Zempoala, Alfajayucan, Mixquiahuala, Pisaflores, entre otros. El caracol (*Helix aspersa*) tiene un contenido de proteína del 90% a 100%, son recolectados en formas manuales y provenientes de los alrededores del municipio de Ixmiquilpan, situado al este del estado de Hidalgo, con una altitud de 1730 msnm distante a unos 85 Km de Pachuca, capital del estado.

Pruebas experimentales

Las pruebas experimentales (Piloto) consistieron en realizar la formulación y elaboración del producto para llevar a cabo una estandarización del mismo, estas se reformularon hasta tres veces, en la tercera prueba se alcanzaron los estándares comparativos con una salsa inglesa comercial y así obtener un producto terminado que cumpliera con las características fisicoquímicas de una salsa inglesa original a la cual se le determino la vida útil sometiendo el producto a tres diferentes temperaturas, teniendo como variable respuesta el pH del producto como indicador del deterioro por cambios fisicoquímicos o microbiológicos.

Análisis fisicoquímicos, microbiológicos, bromatológicos y sensoriales.

En la Tabla 2, se muestran las pruebas fisicoquímicas y bromatológicas que se realizaron al producto (salsa tipo inglesa de caracol) de acuerdo a la AOAC.

Tabla 2. Pruebas fisicoquímicas y bromatológicas de la salsa tipo inglesa con proteína hidrolizada de caracol (*Helix aspersa*).

Prueba No.	Determinación	Codificación AOAC
1	Acidez	950.05
2	pH	945.10
3	Carbohidratos	920.51
4	Grasas	991.36
5	Proteínas	920.53
6	Humedad	925.10
7	Minerales	985.35

Fuente: UTVM, 2020. Nota: Metodología por AOAC.

Tratamientos y evaluación fisicoquímica

Una vez obtenida la muestra, estas se sometieron a las temperaturas (25, 35 y 44°C) para la estimación de la vida de anaquel.

En comparación con una muestra comercial se realizaron las pruebas fisicoquímicas (pH) bajo los métodos mencionados anteriormente, establecidos por la AOAC. Cabe mencionar que la determinación de pH se realizó con el equipo de (Potenciómetro con electrodos de vidrio), previamente calibrado con soluciones reguladoras de pH (4, 7 y 10) de grado analítico también conocido por soluciones buffers, con el fin de comprobar la veracidad de las lecturas obtenidas durante el proceso. Se procedió a efectuar este análisis en la salsa inglesa con proteína de caracol y la salsa inglesa comercial, sometida a las diferentes temperaturas expuestas anteriormente.

Análisis microbiológicos

La salsa tipo inglesa de caracol fue sometido a análisis microbiológicos para evaluar la calidad del producto y si es apta para el consumo humano, los análisis se realizaron en función de la NOM-130-SSA1-1995 (Tabla 3).

Tabla 3. Pruebas microbiológicas a la salsa tipo inglesa con proteína hidrolizada de caracol.

Determinación	Técnica	Normatividad
Hongos y levaduras	Vertido en placa	NOM-111-SSA1-1994
Mesofílicos anaerobios	Vertido en placa	NOM-113-SSA1-1994
Mesofílicos aerobios	Vertido en placa	NOM-092-SSA1-1994

Fuente: UTVM, 2020.

Diseño experimental

Los datos de pH obtenidos fueron definidos mediante un diseño en bloques completamente al azar, en donde se consideraron como bloques la salsa formulada y una salsa inglesa comercial, mientras que los tratamientos fueron 25° C, 35° C y 44° C. El análisis de los resultados contemplo un análisis de la varianza, para evaluar si existe un efecto de las temperaturas en la descomposición de la salsa, con el nivel de significancia $\alpha=0.05$, (de acuerdo a la metodología descrita por Infante y Zarate 2000).

Se plantearon las siguientes Hipótesis:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 \quad \text{vs} \quad H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$$

H_0 : No hay diferencias significativas entre los tratamientos.

H_a : SI hay diferencias significativas entre los tratamientos.

Asumiendo el siguiente modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

Y_i = Es la variable respuesta (pH).

μ = Efecto de la media.

τ_i = Efecto del tratamiento.

β_j = Efecto del bloque.

ε_{ij} = Efecto del error aleatorio.

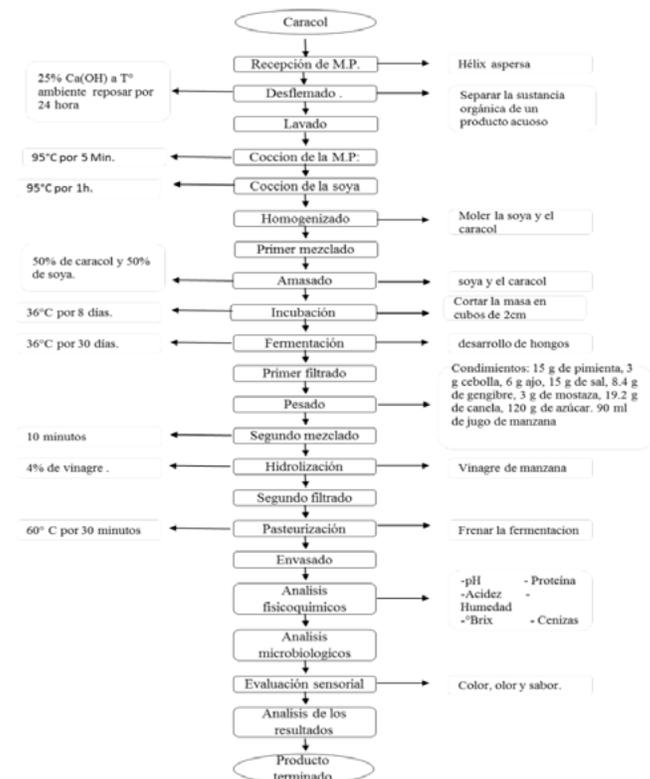


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de salsa tipo inglesa con proteína hidrolizada de caracol (Hélix aspersa).

Fuente: UTVM, 2020.

Características fisicoquímicas, bromatológicas y microbiológicas

Una vez determinada la formulación final, se procedió a realizar distintos análisis fisicoquímicos tomando como referencia la norma, ya mencionada para salsas, con el fin de determinar las propiedades aceptables de la salsa inglesa de caracol, en comparación de una salsa comercial de soya.

Tabla 4. Resultados de los análisis fisicoquímicos de la salsa tipo inglesa con proteína hidrolizada de caracol (*Hélix aspersa*) de acuerdo a la normatividad vigente.

Especificaciones	Salsa Inglesa de Caracol	Salsa Inglesa de Soya
pH	3.5	3.6
°Brix	10.3	10.2
Acidez (% Ácido acético)	4.11	4.15

Fuente: UTVM, 2020.

Tabla 5. Resultados bromatológicos de la salsa tipo inglesa con proteína hidrolizada de caracol (*Hélix aspersa*).

Determinación	Salsa Inglesa de Caracol (100g)	Salsa Inglesa de Soya (100g)
Humedad (%)	91.5	82.09
Grasa (%)	0.8	0.2
Proteína (%)	1.0	0.41
Carbohidratos (%)	5.2	16.1
Minerales (%)	1.5	1.2

Fuente: UTVM, 2020.

Tabla 6. Resultados microbiológicos de la salsa tipo inglesa con proteína hidrolizada de caracol (NOM-130-SSA1-1995).

Determinación	Salsa Inglesa de Caracol (UFC/g)	Salsa Inglesa de Soya (UFC/g)	Límites máximos permisibles (UFC/g)
Hongos y levaduras Mesofílicos anaerobios	Negativo	Negativo	Negativo
Mesofílicos aerobios	Negativo	Negativo	Negativo

Fuente: UTVM, 2020.

Es importante mencionar que dentro de las características fisicoquímicas entre salsas no hay grandes diferencias entre resultados de pH, Brix y su porcentaje de acidez, pero dentro de las características bromatológicas hay una gran diferencia entre el contenido de proteína y carbohidratos, mientras que las características microbiológicas están en cumplimiento con la normativa.

Tabla 7. Determinación de pH en función de diferentes temperaturas para evaluar la vida útil de la salsa tipo inglesa con proteína hidrolizada de caracol (*Hélix aspersa*).

Tratamientos Bloques	pH (25°C)	pH (35°C)	pH (45°C)
Salsa tipo inglesa de caracol	3.2175	3.1825	3.4175
Salsa comercial	3.0925	3.0950	2.9875

Fuente: UTVM, 2020.

En la Tabla 8, se muestra el análisis de varianza que confirma que no hay diferencias significativas entre los diferentes tratamientos utilizados para evaluar los cambios en el pH de las salsas, ya que el valor estadístico de F, es mayor a el valor F calculado. La prueba de hipótesis confirma que ninguna temperatura de las consideradas en los tratamientos generó un efecto significativo sobre el producto.

Tabla 8. Valores de ANOVA para el modelo estadístico.

F.V	ANOVA				
	G.L	S.C	C.M	Fo	Fc
Tratamiento	2	-20.03	-10.01	2.0	19
Bloques	1	30.16	30.17		
Error	2	-10.021	-5.0		
Total	5	0.1085			

Fuente: SAS, 2019.

Discusión y conclusiones

Durante el proceso de elaboración de la salsa tipo inglesa con proteína hidrolizada de caracol (*Hélix aspersa*) se realizó una serie de pruebas piloto, donde se logró estandarizar el proceso de elaboración (Figura 1), los puntos críticos que se lograron controlar durante las pruebas fueron: frenar la fermentación mediante la pasteurización (63 °C/30 min), conservación y mejorar características organolépticas de la salsa inglesa de caracol. Mediante la elaboración se siguen una serie de etapas, destacando que, durante la incubación de la mezcla por una semana a una temperatura de 30 °C, donde se desarrolla un hongo llamado *Rhizopus*

stolonífer. El cual, es un hongo fitopatógono versátil que puede crecer y desarrollarse en una amplia gama de temperaturas y humedades relativas, eliminándolo finalmente por pasteurización (95°/5 min) antes de ser elaborada la salsa de caracol, logrando la destrucción del microorganismo como se muestra en la Tabla 6 de análisis microbiológicos, donde no se encontró desarrollo de microorganismo que pudieran interferir en la calidad del producto final.

Es importante resaltar que los análisis fisicoquímicos están dentro del rango de productos esterilizados con $\text{pH} \leq 4.5$ como lo marca la NOM-130-SSA1-1995 como se muestra en la tabla 4. Una de las principales ventajas del desarrollo de este producto mostradas en la Tabla 5 fue un producto con una diferencia del 0.59% de proteína con respecto a la salsa de soya, además mostró una reducción en carbohidratos en comparación de la salsa comercial, siendo ésta una ventaja competitiva hoy en día; debido, a que los consumidores andan en la búsqueda de productos bajos en hidratos de carbono.

En los análisis microbiológicos de acuerdo a las especificaciones de la NOM-130-SSA1-1995 están dentro de los límites máximos permisibles por normatividad (Tabla 6).

Analizando los resultados del análisis de varianza mostrados en la Tabla 8, se observa que los valores de F para el experimento son menores a los valores tabulados ($F^{\circ} < F_{\alpha}$ (0.05) con un nivel de significancia de 0.05; por tanto, se establece no que existe diferencia significativa entre los tratamientos, consecuentemente se acepta la hipótesis nula de los tratamientos de que no existe ningún efecto en la descomposición de las muestras sometidas a las diferentes temperaturas.

Por tanto, se determinó que es posible mantenerlos a temperatura ambiente por un tiempo de seis meses. Cumpliendo con el objetivo de estimar la vida útil, controlando el punto crítico (pH), en comparación con una salsa comercial.

Además los resultados obtenidos durante las pruebas de laboratorio, se observó la diferencia de contenido proteico en la salsa de caracol en comparación con la de soya, lo que indica que es una gran ventaja competitiva dentro del sector alimentario.

Bibliografía

- + Cruz et al (2017). "La Entomofagia en Chiapas: relevancia, estado actual, y potencial". Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chiapas. Chiapas, México.
- + Defoliart, G.R. (1991). "Insect fatty acids: Similar to those of poultry and fish in their degree of unsaturation, but higher in the polyunsaturates". *The Food Insects Newsletter*, IV (1): 1-4.
- + Ramos, E. J. (1987). *Los insectos como una fuente de proteínas en el futuro*. México: Limusa.
- + Ramos, E. J. (2009), "¿Los insectos se comen?". *Ciencia de Boleto No. 9*. México: Gobierno del Distrito Federal, Universidad Nacional Autónoma de México.
- + Ramos, E. J. (1997), "Insects: A sustainable source of food. *Ecology of Food and Nutrition*", 36 (2-4): 247-276.
- + Ramos et al (1989). "Los insectos comestibles en el México antiguo". México: A. G. T. Editor
- + Ramos et al (2008), "Una vista a la biodiversidad de la antropoentomofagia mundial. *Entomología Mexicana*". 7: 308-313.
- + Wilson, E. O. (1985), "The Biological diversity crisis: A challenge to science".
- + Clemente, E. (2012). *Historia de la salsa Worcestershire y sus usos en la cocina*. 2020, de *El sabor de la vida*. Sitio web: <https://www.directoalpaladar.com/cultura-gastronomica/historia-de-la-salsa-worcestershire-y-sus-usos-en-la-cocina#comments>.
- + Alvarado et al (1996). *Valor nutritivo del caracol terrestre*. Universidad Nacional Autónoma de México. Departamento de Ciencias Pecuarías. Facultad de Estudios Superiores. 27 (2). Cuautitlán. México D.F. Pág.123-125.
- + Infante, G.S. Zarate, L.G.P. (2000), *Métodos Estadísticos*. México: Trillas. ISBN 968-24-3838-1

EMPRESAS QUESERAS MENONITAS EN CHIHUAHUA: DE LA TRADICIÓN AL POSICIONAMIENTO EN EL MERCADO

Artículo arbitrado 17

Edición 15

Elizabeth Bautista Flores¹ y Oscar Sánchez Carlos²

^{1,2} Universidad Autónoma de Ciudad Juárez
División Multidisciplinaria en Nuevo Casas
Grandes
Av. Universidad 3003.
Nuevo Casas Grandes, Chihuahua, México,
C.P. 30100.



elizabeth.bautista@uacj.mx

Recibido: Septiembre 7, 2020.

Recibido en forma revisada: Octubre 23, 2020.

Aceptado: Octubre 28, 2020.

Resumen: La baja esperanza de vida de las empresas en México se relaciona con el nivel de sentido emprendedor, en soporte financiero sólido y habilidades gerenciales. Sin embargo, en el caso de las Micro y Pequeñas Empresas es común que a lo anterior se sumen la falta de estrategias de mercadeo, publicidad y de registro del producto, debido a que en ocasiones hay bajo reconocimiento al valor simbólico, cultural o tradición que puede tener el producto

Esta investigación tiene como objetivo analizar las estrategias de mercadeo de las empresas queseras menonitas que, se ubican en el noroeste de Chihuahua, las cuales cuentan con procesos de producción y acciones administrativas eficientes, pero carecen de estrategias para el posicionamiento en el mercado de diferentes marcas, que buscan lealtades con el consumidor y proteger el conocimiento y tradición cultural de uno de los grupos étnicos más emblemáticos de la entidad. Así se discute la importancia de estrategias competitivas para 13 empresas de la región ubicadas en los municipios de Ascensión, Buenaventura, Janos y Nuevo Casas Grandes, donde se aplicaron herramientas etnográficas y se realizaron entrevistas con dueños de empresas, administradores o responsables de las mismas. De tal forma, se puede afirmar que las empresas queseras menonitas, si bien requieren ampliar su perspectiva empresarial, también es necesario construir mecanismos para la protección y conocimiento del queso tradicional, debido a la aportación alimentaria

local ante la desigual competencia con la industria de ese ramo.

+ **Palabras clave:** *PyMe, Industria quesera, colonias menonitas, noroeste de Chihuahua.*

Abstract: The low life expectancy of companies in Mexico relates to the level of entrepreneurial sense, solid financial support and management skills. However, in the case of Micro and Small Businesses it is common to add to the above the lack of marketing, advertising and product protection strategies, because sometimes there is low recognition of the cultural value or tradition that the product may have.

This research aims to analyze the marketing strategies of Mennonite cheese companies that, are located in northwestern Chihuahua, which have efficient production processes and administrative actions, but lack strategies for positioning in the market of different brands, generate loyalties with the consumer and thus protect the knowledge and cultural tradition of one of the most emblematic ethnic groups of the entity. This discusses the importance of competitive strategies for 13 companies in the region located in the municipalities of Ascension, Buenaventura, Janos and Nuevo Casas Grandes, where ethnographic tools were applied and interviewed with business owners, administrators or managers. In this way, it can be said that Mennonite cheese companies, while requiring to broaden their business perspective, also need to build mechanisms for the protection and knowledge of traditional cheese, due to the local food contribution in the face of unequal competition with the industry in this field.

+ **Keywords:** *PyMe, cheese industry, menonites colonies, northwest Chihuahua.*

Introducción

En Chihuahua, existen varios asentamientos de colonias menonitas, los pioneros llegaron en 1922, provenientes de Canadá, en pocas décadas organizaron sistemas económicos propios, a partir de principios religiosos y con base en el sentido de comunidad. Durante la década de los 50's, se lanzó el queso menonita como producto local en Ciudad Cuauhtémoc; en pocos años se posicionó en el mercado estatal para convertirse en parte de los alimentos tradicionales en la entidad. La demanda del queso menonita provocó el desarrollo de la industria quesera, a partir de la integración de pequeñas y medianas empresas, aunque ahora la industria genera competencia desleal al apropiarse de la denominación. Sin embargo, en la región noroeste de Chihuahua se han creado al menos 13 empresas entre micro y pequeña para atender la alta demanda de quesos no sólo en ciudades como Chihuahua, la capital, y Juárez, sino también de otras entidades como Sonora y Coahuila.

En ese sentido es importante considerar las problemáticas que deben atender los empresarios tanto a nivel organizacional como en posicionamiento de la marca, pues existe una fuerte demanda del producto y, la identidad de marca es propiamente genérica, pues pocas son las empresas que tienen registro ante instancias oficiales. De 22 productos de queso menonita sólo 17 tienen nombre, y entre sí son muy similares, lo que no genera una identidad o diferenciación para el consumidor.

Por ello, los objetivos son analizar las características organizacio-

nales de la industria quesera del noroeste de Chihuahua, lo que implica detectar las problemáticas por las que atraviesan las empresas, así como incluir alguna propuesta que permita desarrollar el nivel de posicionamiento de las marcas de queso menonitas en el mercado.

La información mostrada es resultado de varios acercamientos en diferentes momentos entre 2017 y 2019. Esta es una investigación de tipo descriptiva y de corte cualitativo. Para este caso se visitaron las colonias menonitas de la región como fueron Ascensión, Buenavista, Janos y Nuevo Casas Grandes; en ellas se realizaron entrevistas con dueños de empresas, administradores o responsables de las mismas, para identificar variables que desde la Mercadotecnia como es el Branding (por su nombre en inglés), que incluye ámbitos de la Publicidad y Comunicación, mientras que, en la Administración, se revisaron variables referentes a la producción, recursos humanos, organización y distribución. Cabe añadir que, debido a los niveles de violencia en la región, se solicitó el uso estricto de la información para fines científicos y conservar el anonimato de sus nombres y empresas.

Por lo anterior, el contenido de este artículo se organiza en tres apartados, el primero de ellos explica los conceptos principales desde la mercadotecnia estratégica con base en el entorno de las pequeñas empresas; en segundo lugar, se expone el caso de análisis, donde se explica la metodología diseñada para comprender la situación empresarial de las queserías en la región de estudio; finalmente, se dará paso a la discusión derivada de los datos recopilados en las diferentes empresas, así como propuestas que podrían ayudar a fortalecer el objeto de estudio en el mercado nacional.

Materiales y métodos

Se realizaron recorridos a 13 empresas queseras entre mayo de 2017 y enero de 2019. De esa forma se logró identificar que las empresas cuentan con estrategias de mercadotecnia como puede ser la estructura interna del negocio, así como un área de comercialización que implique el posicionamiento las marcas. Es importante aclarar que en este análisis no se incluyeron negocios que, a pesar de ser empresas familiares, cuentan con su propia tecnología y hato vacuno con una buena producción de leche, pero no cumplen los indicadores fiscales mencionados para la formalización de la empresa, tampoco tienen un radio de distribución amplio y carecen de identidad, marca y etiquetado, pues sólo se ofertan entre vecinos o familiares.

El instrumental cualitativo constó de una cédula de observación para las empresas donde se indicó que contaban con: herramientas de trabajo, señalística, uniformes, identidad corporativa, distribución de espacio específicos, rutas de emergencia; previa autorización se tomaron fotografías como evidencias del recorrido. En cuanto a la entrevista, se basó en dos variables importantes: Trayectoria de vida de la empresa (10 preguntas) y desarrollo tecnológico y proceso de producción (8 preguntas).

Es de mencionar que resultó útil correlacionar las innovaciones detectadas con la información obtenida mediante la Historia oral y el Método genealógico, ya que en principio se habló de forma directa con responsables de la empresa y luego con los empleados, para así identificar fechas, acciones y sujetos que permitieron reconstruir la historia de

la empresa y de las recetas de elaboración del queso.

Para la cuestión de posicionamiento, se recopilaron nombres de las marcas de quesos y las empresas queseras en puntos de venta como tiendas departamentales y de conveniencia. Se excluyeron las marcas de queso menonita que no pertenecen a la región, ya sea porque son de ciudad Cuauhtémoc, o bien, son quesos imitación, es decir, de empresas queseras que utilizan sustitutos lácteos y químicos en su elaboración.

En este documento, por acuerdo con los responsables de las empresas, no se brindarán datos específicos de cada empresa, sino sólo se expondrá la información que ayude a alcanzar los objetivos antes mencionados.

Resultados

A diferencia de lo que ocurrió con algunas de las empresas queseras de ciudad Cuauhtémoc, donde se brindó apoyo por parte del gobierno estatal en la administración de Patricio Martínez del estado de Chihuahua (1998-2004), en la región de Casas Grandes, las empresas pequeñas y medianas se han desarrollado con solidez, pues responden no sólo a las demandas de mercado, sino que generan desarrollo de productos innovadores y diversos que permiten el crecimiento de esos negocios.

En la actualidad, las empresas queseras se puede consolidar y ver el crecimiento de esos negocios así como elevar la esperanza de vida de estas para posicionar en el mercado las marcas, a partir de la valorización del producto como aportación alimentaria, pues es evidente que varias de las empresas ignoran la importancia de estrategia de branding, como primer elemento de identidad de la marca.

En la región noroeste del Estado de Chihuahua, los municipios con colonias menonitas son: Ascensión con las colonias de Buenavista, El Camello, La Salada y El Sabinal; en Janos; Buenos Aires, El Cuervo y Las Virginias; en Nuevo Casas Grandes se ubica El Capulín, mientras que en Buenaventura están Las Pestañas, El Vado de Santa María, Cerro Blanco y El Valle, ésta última más moderna y progresista, ya que se están desarrollando actividades económica relativas a los servicios como con las instalaciones de tiendas de conveniencia, restaurantes, gasolineras y hoteles. A continuación, se describirán las características organizacionales de las empresas visitadas.

Las empresas y los recursos humanos

De las empresas visitadas en los cuatro municipios se seleccionaron las más grandes y con mejor organización interna. Se detectó que cubren las indicaciones organizacionales correctas e incorporan la identidad corporativa, pues existían los elementos de nombre de la empresa, con su logotipo, la misión, la visión y objetivos, lo cual estimula el fortalecimiento a la identidad con la empresa. Eso indica que existen cualidades empresariales para atender las indicaciones institucionales tanto sanitarias como tributaria y laboral.

En cuanto a los elementos de señalética, al interior de la empresa, es común que existan los anuncios en lugares visibles; en un par de

ocasiones se observó anuncios tanto en español como en Plautdietsch, que es la lengua originaria de los menonitas. Todo va de acuerdo con las normas de seguridad e higiene industrial. En lo que respecta a las condiciones laborales necesarias para los empleados, todos cuentan con equipo propio para sus actividades; de esa forma se puede mencionar que atienden las buenas prácticas de producción de alimentos, pues tienen poco y en ocasiones nulo contacto con la leche de manera directa.

En cuanto a los recursos humanos vale la pena mencionar que el nivel académico de los empleados es de educación básica (9 años). En el caso de los menonitas que habitan en las colonias del noroeste de Chihuahua, la mayoría sólo cubre la educación primaria. Si son hombres es más probable que completen el ciclo de seis años. En el caso de las mujeres, éstas tienden a abandonar la escuela si muestran el cambio hormonal que deriva en su primer ciclo menstrual. Debido a la división de actividades laborales y hogareñas en las colonias menonitas, es común que los hombres tengan mayor contacto con la toma de decisiones en el campo o el comercio, mientras que las mujeres se encargan de administrar las labores del hogar y la familia.

En un principio, las empresas tenían en su mayoría personal de ascendencia mexicana (mestizos) con educación básica, para los puestos técnicos mientras que, para las cuestiones de contabilidad y administración se contrataba a personal calificado, ya sea titulados o con experiencia en negocios, pues es necesario atiendan actividades de gestión y vínculos con áreas externas como acceso a créditos, contrataciones o pago de impuestos.

Actualmente, las empresas menonitas contratan a miembros de su colonia para ocupar esos puestos; incluso, algunas mujeres de las colonias, ya participan activamente en el proceso de producción; ahora las jóvenes menonitas reciben un salario semanal y algunas comienzan a hablar el español para comunicarse con los mestizos.

Las jornadas laborales son de ocho horas de lunes a sábado en la mayoría. De las 13 empresas sólo una cubre tres turnos diferentes, es decir, trabajan 24 horas al día y reciben leche de lunes a sábado en horarios establecidos. Las demás sólo trabajan un turno que va de las 7:00 de la mañana a las 15:00 horas. Cuentan con un tiempo para comida y descanso de 30 a 45 minutos y se asigna de manera rotativa, es decir, no todos salen al mismo tiempo. Existe un pequeño comedor donde ingieren sus alimentos y tiene un aforo para 8 personas, incluye horno de microondas para calentar alimentos o una pequeña estufa, además de un refrigerador. Los empleados, en su mayoría varones, cuentan con el equipo necesario para desarrollar sus actividades al interior de la empresa; es común que, en las empresas visitadas para este estudio, utilicen prendas de trabajo de color blanco, botas de plástico, cofias para la cabeza, mandiles para los técnicos, cubre bocas y batas para los administrativos.

El uso de los guantes no es considerado debido a que se tiene la idea de que es foco de infecciones. Prefieren el lavado de manos constante.

Debido a que, en ocasiones, se encuentran a una distancia de más de una hora de camino de la ciudad de Nuevo Casas Grandes, algunas empresas brindan apoyo en transporte viaje redondo a los empleados. Eso, si bien puede generar un costo, garantiza que todos lleguen a tiempo y se incorporen a sus actividades laborales, pues cuentan con máquina

checadora. Algunas empresas, ya están sustituyendo al personal externo (no menonita), por empleados propios (menonitas) de la colonia como una forma de emplear a sus propios vecinos o familiares y generar circulación interna de dinero.

El producto y la marca

La leche, al momento de ser recibida en la sección exterior de recopilado, pasa por un proceso de revisión y selección. Si no hay problema, se prepara para el proceso de pasteurización y se le añaden las bacterias necesarias para lograr el cuajado, que permite la consistencia del queso y se precipita el suero. Posteriormente, el producto cuajado se procesa mediante diferentes métodos según la tecnología utilizada por cada empresa. De esa forma se obtiene quesos duros, semi duros, suaves y porosos.

Si la cantidad de leche recabada en esos días es mayor al nivel de producción promedio, ésta se envía a ciudad Cuauhtémoc para vender a empresas locales. De esa forma pueden comprenderse los estrechos vínculos que existen entre las diferentes colonias menonitas sin importar la distancia. En cuanto a la calidad del queso menonita, se puede decir que va con relación al número de litros utilizados para producir un kilo de queso. Como se muestra en la Tabla 1, los precios de fábrica oscilan entre los 4.83 a los 5.55 dólares, con base en un tipo de cambio a 18 pesos por dólar, (tipo de cambio al momento de realizar la investigación).

Estos son quesos que se venden en aparador de tiendas especializadas de productos menonitas. Cuando se visitan tiendas de autoservicio, los precios por queso imitación menonita va de los 3.33 a 4.1 dólares (60 a 75 pesos), es decir, a precios muy por debajo de los tradicionales. De ahí la afirmación que esa industria genera una competencia desleal y de poco aporte a la salud alimentaria de los consumidores.

Tabla 1. Tipos de queso y Precio Promedio en Dólares.

Estilo de Queso	Precio (dls)
Menonita	5.22 /kg
Menón Poroso	4.38 /kg
Chéster	4.94 /kg
Chéster Chiltepín	5.11 /kg
Para fundir	5.55 /kg

Fuente: Elaboración propia.

Uno de los quesos de mayor precio son los fundidos, los cuales tienen mayor cremosidad y elasticidad al momento de tener contacto con el fuego. Esto se debe en buena medida a que requiere de entre 10 y 12 litros de leche por kilo además de un tiempo promedio de maduración de 3 a 4 semanas, para que se forme una firme corteza que es la que protege el interior del queso.

El nivel de suavidad y tersura es evidente a simple vista, además de que presenta un color amarillo claro, similar al del queso chéster, pero brinda una hebra de más de 30 centímetros, lo que da preferencia para patillos como los burritos. Los precios para este tipo de productos oscilan entre los 5.55 y 6.66 dólares por barra de un kilogramo (100 y

120 pesos por unidad). Se elaboran en presentaciones rectangulares y circulares y sí tienen diferentes pesajes, 1, 5 y 10 kilogramos. La mayor parte de ellos van dirigidos a restaurantes y se entregan por pedido.

Resultó que una de las queserías ha introducido propuestas innovadoras y que atienden las demandas del consumidor, al elaborar combinaciones de queso menonita con jalapeño, chipotle y chiltepín, como esa parte del sincretismo cultural, donde los lácteos recuperan elementos territoriales locales, ya que los menonitas también son fuertes productores de chile y aprecian los sabores picantes de la comida mexicana. Éstos tienen un precio de 95 a 100 pesos por unidad. De esta forma, se comprende la innovación y crecimiento que tienen las empresas menonitas para el desarrollo y fortalecimiento de la identidad gastronómica en Chihuahua.

En el ámbito tecnológico, se encontraron empresas con procesos altamente automatizados, hasta algunas que están en proceso de inclusión de procesos semi-automatizados, además de las herramientas necesarias y suficientes para realizar de manera correcta la elaboración del producto. De igual forma, se registraron las innovaciones incorporadas en la producción del queso, tal es el caso de equipos de producción de reciente adquisición de acero inoxidable en su totalidad; en algunos casos, las empresas aún no emplean una tecnología automatizada para mejorar el proceso.

Los canales de distribución que se utilizan para hacer la entrega de quesos a los puntos más lejanos, ya sea de Chihuahua u otras entidades del norte de México, se utilizan camiones con sistemas de refrigeración y rutas establecidas que garantizan la entrega y satisfacen la demanda del producto en el mercado a otras entidades mexicanas como Sonora, Coahuila y Nuevo León.

Branding y Publicidad

Como se explicó en el apartado anterior, las empresas queseras tienen una amplia oportunidad de crecimiento dada la calidad del producto como la demanda del mercado. De ahí que sea necesaria una dirección estratégica, la clave para que se desarrolle una narrativa propia de la marca (Branding Narrativo), que permita distinguir a este producto de otros en ese sector, indicando un elemento competitivo como es la tradición, identidad, tecnología y cultura que se encuentra en el queso menonita

A pesar de que las empresas deben utilizar muchos de los principios de branding y posicionamiento que emplean las organizaciones más grandes, también deben hacer énfasis en sus elementos de marca y asociaciones secundarias y deben estar más enfocadas en su marca y en generar entusiasmo por ella (Kotler, 2012).

Algunas empresas requieren diseñar marcas en particular del producto, pues sólo se etiqueta con el nombre genérico de queso menonita o bien por el nombre de la colonia donde se produjo. Los datos de etiquetado, si los tienen, son los básicos: Nombre del responsable fiscal, Teléfono, Dirección. Las etiquetas en sí carecen de creatividad, pues son sencillas y mantienen similitud entre sí; al momento de investigar esa situación se detectó que de las 17 marcas que tienen etiqueta, 15 se imprimen en el mismo lugar. De ahí que siempre aparezca una vaca, un corral y una granja como elementos básicos.

Por último, en términos mercadológicos y comunicativos requiere también de estrategias que apunten el posicionamiento de marcas en particular, ya sea por un gremio lechero para apoyar al queso menonita como tal. Por ejemplo, al desarrollar el nombre para un producto se deben identificar los signos que, dentro del marco de la comunicación, son necesarios para construir la narrativa sobre la que se edificará la identidad y origen del producto, de esa forma puede vincularse a un lugar, una comunidad o un personaje (Yalan, 2013).

En ese sentido, la construcción de Branding para los quesos menonitas es una tarea pendiente que puede ser de impacto directo a los empleos y la generación de identidad local y riqueza cultural. Construir una narrativa o story telling, retomando elementos que promuevan el valor del producto, las ventajas competitivas y la calidad, así como la importancia de la historia cultural de la región, a la que se debe incorporar la tecnología, la calidad sanitaria y lechera, así como la habilidad de la mano de obra de hombres y mujeres.

De esa manera los valores y principios del trabajo de los hombres del campo también puede alcanzar una nueva perspectiva de valorización y pertenencia por parte de los consumidores, pues se sentirán identificados y reconocidos en la aportación a la sociedad.

Discusión

En el desarrollo empresarial de México, es necesario revisar las trayectorias de empresa pequeñas y medianas (Marichal, 2004), pues por un lado representan 4.1 millones de negocios y aportan, según el INEGI (a) (2019), el 52 % del Producto Interno Bruto (PIB), además de generar el 72 por ciento del empleo formal.

De acuerdo con la Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (INEGI (b), 2019), las pequeñas empresas tienen una esperanza de vida de 15.5 años, un promedio de 15 empleados y es posible que alcancen los 20 años, sin embargo, aquellas con mayor riesgo son las de comercio, a diferencia de las de servicios y manufactura. A ello se suma que el 22.5 % de los emprendedores, no desea que su empresa crezca, debido a que se sienten satisfechos con lo que tienen, (43%) tienen problemas con las áreas administrativas (24.5%), o bien, tienen temor a la inseguridad (18%), y en menor proporción es por trámites costosos (5%), u otros (4.3%). Estas variables, esperanza de vida, riesgos y giro de la empresa, así como sentido emprendedor, son relevantes rescatar en cuanto al estudio, pues lograr una vida empresarial promedio de 20 años (DENUE, 2019), implica atender una serie de factores como son: habilidades gerenciales y de emprendimiento, fuentes de financiamiento, cadenas productivas, capacidades tecnológicas y de innovación, ambiente de negocios, así como apoyos gubernamentales, entre otros riesgos si en ella se incluye a la familia.

En ese sentido, la mercadotecnia estratégica ofrece analizar las oportunidades que pueden tener las pequeñas empresa en el mercado (Kotler, 2013), pues brinda planeación, organización y diseño de estrategias que permitan la consolidación del negocio y la fortaleza del producto ante el consumidor, a partir del uso de las 4^{“P”} (Producto, Plaza, Precio y Promoción), pues la eficiencia de una empresa va relacionada principalmente con las formas en las cuales se organiza en diferentes niveles y planos que impliquen el desarrollo de una identidad, tanto corporativa como de las marcas, pues debe considerarse el desarrollo de estrategias de publicidad, que impliquen reflejar “los principios, valores y creencias fundamentales de la organización” (Capriotti, 2009).

De esa forma, pueden aprovecharse las oportunidades de las empresas queseras menonitas, pues hay que considerar que los quesos mexicanos, desde la época colonial han experimentado una evolución; al principio, estuvieron inspirados en los quesos de origen europeo, luego, paulatinamente, transitaron por un proceso de mestizaje alimentario que incorporó elementos culturales y productivos nativos como el desmenuzamiento de la cuajada y su molido (a mano o con metate), “el salado en masa, el moldeado en cestos de palma o mimbre y en moldes de madera o cortezas; también el prensado, opcional con lajas, piedras, o mecanismos rústicos” (Villegas de Gante y De la Huerta Benítez, 2015), así, el anclaje territorial (Chambredonde, 2016), es el elemento básico para que el grupo humano se apropie de su naturaleza, transforme, produzca, comercialice y consuma, con ello se integran y construyen gastronomías propias de ese grupo humano, lo que manifiesta elementos culturales, pues se refuerza la identidad, ya que marca la diferencia con otros grupos. Es decir, los alimentos tradicionales deben relacionarse bajo el propio contexto sociocultural, territorial y económico, sin considerar los estándares o normatividades oficiales ajenos al mismo, pues de lo contrario puede limitarse la identidad territorial y calidad del alimento (Ramírez-López, y Vélez-Ruiz, 2012), pues debe prepararse con leche “fluida de vaca o cabra (Villegas, 2012), hecho que cumplen las empresas queseras menonitas.

En ese sentido, el consumidor juega un papel importante, pues es en quien recae la responsabilidad de conocer e identificar a un queso como “tradicional”, de acuerdo con la literatura consultada, lo tradicional no sólo refiere a lo que tiene origen propio de un lugar, sino también a lo “que pertenece a” y es “derivado de”, como el punto de caracterización territorial con base en la calidad y el origen de los productos alimenticios (Chambredonde, et. al., 2012).

Por lo tanto, los quesos tradicionales son una oportunidad en el ámbito del mercado, ya que la demanda es creciente, sin embargo, esa oportunidad puede revertirse si no se atienden bajo una estrategia que permita la protección, el crecimiento y la innovación en el desarrollo del producto y por supuesto, de las materias primas. Es decir, mientras que se estandarizan procesos de producción, también se lanzan al mercado nuevas ofertas, marcas de queso que son imitaciones, las cuales carecen de calidad nutrimental y que los consumidores desconocen los ingredientes con los cuales fueron elaborados.

Bibliografía

Otra condición que juega a favor de las empresas menonitas (Villegas de Gante, Santos y Cervantes, 2016), mencionan que el alimento debe ser auténtico, haber estado disponible para el público por al menos 50 años y tener una herencia gastronómica; es decir, un alimento tradicional es la representación de un grupo humano, que se refiere a un espacio definido y que es parte de una cultura que implica la cooperación de quienes operan en ese territorio.

Por ello, vale el esfuerzo para establecer, de forma más eficiente una red comercial o promoción mercadológica entre los propios queseros menonitas para que se desplace de manera más pronta y directa al mercado, tanto los quesos genuinos e incluso semi-industriales, para ayudar a las economías locales, y de esta manera evitar la competencia desleal de los quesos de imitación o producción industrial que se han apropiado de los nombres o características regionales. De esa manera una opción son las denominaciones de origen, para reivindicar al territorio o la cultura o bien las marcas colectivas, que apoyaría a los colectivos de grupos lecheros. Así se fortalecerán los canales ya existentes y se ampliarán otras rutas comerciales.

Por lo anterior, a manera de conclusión puede decirse que en las empresas queseras menonitas puede observarse una consolidación en al menos tres factores. El primer factor: al haber incorporado desde el comienzo de la empresa a personal capacitado en aspectos administrativos, técnicos y gerenciales que les permitió comprender a los propietarios las formas organizacionales eficaces, las cuales les han permitido obtener mayores utilidades y mejoras laborales y tecnológicas en la empresa. El segundo factor es que han logrado incorporar cada vez más en sus filas laborales y de toma de decisiones a personal propio de la colonia, lo cual también está fortaleciendo la formación de cuadros propios de la empresa para continuar con el modelo empresarial, y con la tradición del queso menonita. Y el Tercer factor se puede identificar cuando el sentido de unión entre los menonitas se está fortaleciendo, debido a que todo ese aprendizaje les está llevando a compartirlo entre sí, lo cual genera una sinergia para aplicar mejoras administrativas y tecnológicas, lo cual es posible incrementando el nivel de desarrollo de sus negocios.

+ Capriotti Peri, P. (2009). *Branding corporativo. Fundamentos para la gestión estratégica de la identidad corporativa*. Santiago de Chile. Colección de Libros de la Empresa

+ Cervantes Escoto, F. y Villegas de Gante, A. (Coord) (2012). *La leche y los quesos artesanales en México*. México. Universidad Autónoma Chapingo. CIESTAAM. CONACYT. Miguel Ángel Porriá. APARECE EN EL TEXTO CON EL AÑO 2008

+ Chambredonde, M.A. (2016). *Tipicidad territorial: elemento fundacional de la construcción de una denominación de origen*. *Desarrollo Regional en debate* v. 6, n. 1, p. 22-40, jan./jul. Consultado en Diciembre de 2018. Recuperado de: https://inta.gov.ar/sites/default/files/inta_-_tipicidad_territorial.pdf

+ Chambredonde, M.A.; Vandecandelaere, E. Schiavone, E. Oyarzun, M. T. Granados, L. (2012). *Orientaciones para la evaluación de solicitudes de registro Indicación Geográfica denominación de Origen*. Guía destinada a funcionarios que examinan solicitudes de registro de productos mediante Indicación Geográfica y Denominación de Origen en América Latina. Programa de Cooperación Técnica de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) Consultado en abril de 2019. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-bt581s.pdf>

+ DENUÉ. (2019). *Denué Interactivo*. Comunicado de prensa 556/19. México. 14 de noviembre. Consultado el 2 de septiembre de 2020. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2019/OtrTemEcon/DENUÉ2019.pdf>

+ INEGI. (2019a). *Inegi presenta resultados de la encuesta nacional sobre productividad y competitividad de las micro, pequeñas y medianas empresas (ENAPROCE) 2018*. Comunicado de prensa núm. 448/19. 2 de septiembre. Consultado en: abril de 2020. Documento recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2019/especiales/ENAPROCE2018.pdf>

+ INEGI. (2019b). *Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas 2018*. (ENAPROCE). México. Septiembre. Consultado en: abril de 2020. Recuperado de: <https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enaproce/2018/doc/ENAPROCE2018Pres.pdf>

+ Kotler, P. y Keller, K. (2012). *Dirección de marketing*. Pearson Educación. México. Decimocuarta edición

+ Kotler, P. y Armstrong, G. (2013). *Fundamentos de la mercadotecnia*. Pearson Educación. México. Decimoprimer edición

+ Marichal, C. (2004). *Historia de Empresas e Historia Económica en México: Avances y Perspectivas*. Universidad Autónoma Metropolitana. México. Consultado en Abril de 2020. Recuperado de http://sgpwe.izt.uam.mx/pages/mahr/libro_unam_uam/capitulo_III.pdf

+ Ramírez-López, C. y Vélez-Ruiz, J.F. (2012). *Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad*. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* 6 - 2: 131 – 148. Consultado en enero de 2019. Recuperado de: <http://web.udlap.mx/tsia/files/2013/12/TSIA-62Ramirez-Lopez-et-al-2012.pdf>

+ Villegas de Gante, A, Santos Moreno, A y Cervantes Escoto, F. (2016). *Los quesos tradicionales mexicanos*. Universidad Autónoma Chapingo, México.

+ Villegas de Gante, A. y De la Huerta Benítez, R. (2015). *Naturaleza, evolución, contrastes e implicaciones de las imitaciones de quesos mexicanos genuinos*. *Estudios Sociales*. Núm. 45. Volumen XXIII. México. Consultado en junio de 2017. Recuperado de: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0188-45572015000100009&lng=pt&nrm=iso

+ Yalán Dongo, E. (2013). *Mapping Semiótico: un sistema de valores de consumo*. Consultado en septiembre de 2018, Recuperado de: <https://semioticads.wordpress.com/2013/01/09/mapping-semiotico/>

UNA HERRAMIENTA PARA LA EDUCACIÓN Y LA CONCIENCIA SOCIAL: REALIDAD AUMENTADA

Artículo arbitrado 18

Edición 15

Luz María Hernández Cruz¹, Diana Concepción Mex Álvarez², José Ramón Cab Chan³ y Santos Noe Huchin Maas⁴

^{1,2,3,4} Universidad Autónoma de Campeche
Campus V, predio S/N por Avenida Ing.
Humberto Lanz Cárdenas y Fracc. Ecológico
Ambiental Siglo XXIII,
Colonia Ex Hacienda Kalá
San Francisco de Campeche, Campeche,
México, C.P. 24085.



lmhernan@uacam.mx

Recibido: Septiembre 14, 2020.

Recibido en forma revisada: Octubre 20, 2020.

Aceptado: Octubre 23, 2020.

Resumen: La presente investigación tiene como objetivo analizar el panorama actual del uso de la realidad aumentada en la Educación. Se desarrolló una investigación aplicada en el área de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TICs) fundamentada en un proyecto de carácter social resultado de una experiencia de éxito universitaria con el uso de Realidad Aumentada (AR). La implementación de la aplicación móvil denominada “Nature AR” (Naturaleza y Realidad Aumentada) permitirá generar conciencia social de las especies en peligro de extinción. Nature AR es un sistema informático que presume ser una herramienta de software innovadora y aplicable al ámbito educativo. Los resultados muestran el empleo integral de la tecnología en el proyecto, el fácil manejo de la aplicación y, además, se prevé un impacto positivo en la conservación de especies animales en peligro de extinción. Como valor agregado se distingue la importancia de las contribuciones científicas en el uso de la realidad aumentada como herramienta educativa.

+ Palabras clave: Educación, realidad aumentada, aplicación móvil, conciencia social, tecnología.

Abstract: The present research aims to carry out an investigation of the current panorama of the use of augmented reality in Education. An applied research is developed in the area of Information and Communi-

cation Technologies (ICTs) based on a project of a social nature resulting from a successful university experience with the use of Augmented Reality (AR). The implementation of the mobile application called Nature AR will allow generating social awareness of endangered species. Nature AR claims to be an innovative software tool applicable to the educational field. The results show the comprehensive use of technology in the project, the easy handling of the application and, in addition, a positive impact on the conservation of endangered animal species is expected. As an added value, the importance of scientific contributions in the use of augmented reality as an educational tool is distinguished.

+ **Keywords:** *Education, augmented reality, mobile application, social awareness, technology.*

Introducción

En la actualidad las tecnologías emergentes surgen constantemente, algunas de ellas, van evolucionando con el paso del tiempo y, también, expanden significativamente su campo de aplicación. Realidad Aumentada (AR), es el término que se emplea para describir al conjunto de tecnologías que permiten al usuario visualizar parte del mundo real a través de un dispositivo tecnológico con información gráfica añadida por este.

Además la realidad aumentada, es una tecnología basada en la realidad virtual. Esta tecnología calcula la posición y el ángulo de la cámara, permitiendo agregar imágenes relacionadas en tiempo real con el propósito de unir el mundo virtual y el mundo real en la pantalla y lograr una interacción. El término de la realidad aumentada fue acuñado por Tom Caudell y David Mizel, ingenieros de Boeing en 1990, quienes crearon un prototipo de gafas que combinaba la detección de objetos del mundo real con la posición de la cabeza (Fernando Navarro, 2018).

La base de la realidad aumentada es parecida a una tecnología virtual combinada para observar el mundo real; Concediendo obtener información que no es accesible del mundo real a un nivel más profundo, haciendo de esta información que el mundo sea más diverso (Singh, 2019). En la realidad aumentada, un conjunto de dispositivos añade información virtual a la información física ya existente, es decir, una parte virtual aparece en la realidad. De esta manera los elementos físicos tangibles se combinan con elementos virtuales, creando así una realidad aumentada en tiempo real. Esta investigación realiza un estudio de la capacidad de aplicar esta tecnología en el ámbito educativo, para proponer herramientas innovadoras que permitan interactuar a los usuarios de forma rápida, fácil, y, sobre todo, que capten su atención.

Materiales y métodos

Se llevó a cabo un estudio exploratorio cuyo principal objetivo fue conocer las posibilidades educativas de la realidad aumentada en la educación universitaria. Para ello, tuvieron dos fases; la primera, de un análisis cualitativo (descriptivo) de los estudios científicos actuales (los últimos tres años) relacionados directamente con el objetivo de la presente investigación incluyendo el uso del software ATLAS.TI y, como segunda fase, una investigación aplicada, donde alumnos del programa educativo Ingeniero en Sistemas Computacionales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Campeche, un proyecto innovador como una estrategia para fortalecer y fomentar sus propias

competencias genéricas y profesionalizantes (específicas), y al mismo tiempo proporcionar a la sociedad una herramienta que permita fomentar la conciencia social del cuidado de animales en peligro de extinción.



Figura 1. Metodología del estudio.

Fuente: Elaboración propia.

Uso de Realidad Aumentada en la Educación

El desarrollo de la Tecnología ha permitido la integración de la realidad aumentada en aplicaciones educativas, dando nuevas posibilidades para la enseñanza y reconocido por educadores. Permitiendo el desarrollo de nuevos entornos de aprendizajes renovados y que se adapten a las nuevas necesidades. El desarrollo de la tecnología observado con la realidad aumentada lo podemos encontrar en las interacciones humano computadora, permitiendo en algunos ambientes sociales moldear el proceso humano cognitivo. Como las interacciones físicas de las personas con el mundo digital serán cada vez más directas e inseparables de los contextos físicos y sociales.

El uso de la realidad aumentada para el uso educativo deberá estar basado de un enfoque pedagógico tradicional donde el docente investiga y aplica las potenciales tecnologías emergentes de forma sencilla (Cabero Almenara, 2018).

Podemos encontrar beneficios como:

- Ayudar a los estudiantes a participar en una auténtica exploración del mundo real.
- Facilitar la observación de eventos que no son apreciables a simple vista mediante la proyección virtual de elementos basados en objetos reales.
- Incrementar la motivación de los estudiantes y que adquieran mejores habilidades para la investigación.
- Crear ambientes de aprendizajes híbridos que permitan combinar el mundo digital como los objetos físicos, permitiendo facilitar el desarrollo de habilidades de procesamientos, como: pensamiento crítico, resolución de problemas y comunicación a través de un ejercicio de colaboración interdependiente, (Theodosia Prodromou, 2018).

Si bien la realidad aumentada presenta una solución, también hay que considerar las dificultades para su incorporación (Cabero Almenara, 2018):

- No disponer de un cuerpo teórico consolidado que permita establecer estrategias.
- La formación del educador.
- La propiedad de novedad de la tecnología.
- Evolución constante de la tecnología y software.
- La disociación cognitiva en una interacción de lo real y virtual.
- Falta de materiales educativos.
- Falta de invitación sobre su uso y diseño para materiales educativos.

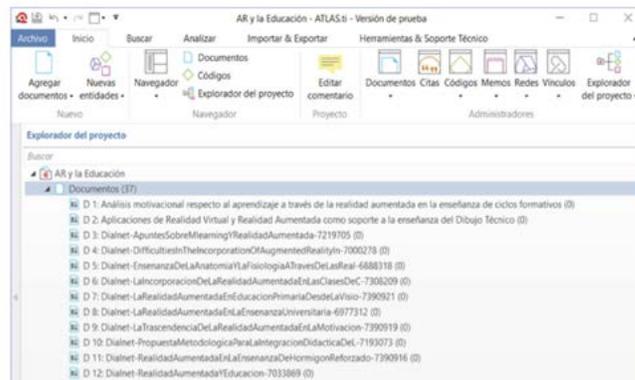


Figura 1. Interfaz del software ATLAS.TI, “Proyecto AR y la Educación”

El análisis cualitativo de los estudios científicos recientes del uso de la realidad aumentada en la educación se realizó en las bases de datos Dialnet y Microsoft Academic, haciendo una búsqueda exhaustiva y una posterior discriminación de los resultados obtenidos. Los criterios de inclusión además de las bases de datos mencionadas son la fecha de publicación, que debe corresponder a los años 2018, 2019 o 2020 y la relación directa con el uso de la realidad aumentada para la enseñanza, la integración con el desarrollo de aplicaciones móviles y, por último, aquellos artículos relativos al estudio de las especies silvestres. La Tabla 1, muestra el resultado final de la búsqueda con aquellos artículos científicos que cumplen con los criterios de aceptación definidos.

Tabla 1. Resultado Final de la búsqueda de artículos científicos relacionados.

Términos de búsqueda	Resultados de la búsqueda			
Realidad Aumentada/ Augmented Reality	1	2	Dialnet	2020-2019
Realidad Aumentada AND Educación	1	1	Dialnet	2020-2019
Realidad Aumentada AND Sociedad	5	3	Dialnet	2020-2019
Realidad Aumentada AND Móvil	3	2	Microsoft Academic	2019-2018
Realidad Aumentada AND Animales/Fauna/Especies silvestres/Extinción	3	1	Microsoft Academic	2020-2018

Fuente: Elaboración propia.

Resultados

Después de recuperar los archivos fuente de los artículos resultado de la búsqueda, se efectuó un análisis cualitativo usando la herramienta de software ATLAS.TI. La Figura 1, muestra la interfaz de ATLAS.TI con el Proyecto denominado “AR y la Educación” y los documentos utilizados para el análisis.

En el Proyecto “AR y la Educación” dentro de ATLAS.TI, como primer paso, se analizaron las palabras encontradas en los documentos cargados con la finalidad de reconocer qué términos o conceptos predominan en los estudios científicos realizados recientemente en relación con la Realidad Aumentada y la Educación, que sustente la viabilidad del desarrollo de un Proyecto de esta índole.

Se extrajeron y limpiaron las palabras encontradas por la herramienta de software ATLAS.TI para obtener un subconjunto compuesto de aquellas palabras con una frecuencia de aparición de 100 o más veces en los documentos. La Tabla 2, muestra las palabras con mayor frecuencia encontradas en los artículos científicos incluidos como documentos en el proyecto.

Tabla 2. Análisis de Frecuencias usando ATLAS.TI

Palabra	Frecuencia	Palabra	Frecuencia	Palabra	Frecuencia
Realidad	785	Learning	220	Estudio	141
aumentada	604	Tecnología	217	Información	141
Educación	483	Universidad	191	Tecnologías	141
Aprendizaje	443	Aplicación	180	Investigación	132
Uso	303	Educativa	169	Desarrollo	129
Estudiantes	267	Alumnado	159	Contenidos	124
Enseñanza	257	Tic	158	Profesorado	116
Virtual	250	Alumnos	152	Resultados	113
Education	231	Formación	151	Análisis	104
Augmented	230	Recursos	146	Motivación	102

Fuente: Elaboración propia.

Inmediatamente, se realizó la asignación de códigos de las palabras enunciadas en la Tabla 2, agrupando aquellas similares. La Figura 2, muestra la tabla de códigos generados en el Proyecto AR y la Educación con ATLAS.TI.

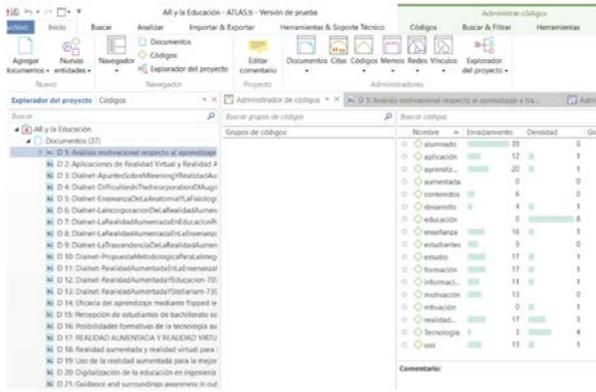


Figura 2. Asignación de códigos en el Proyecto AR y la Educación con ATLAS.TI

Posteriormente, se analizó dentro del contenido de los documentos los contextos identificados por cada código para un análisis cualitativo más detallado. La Figura 3, muestra el análisis de documentos con los códigos asignados dentro del Proyecto AR y la Educación. ATLAS.TI.



Figura 3. Análisis detallado de códigos en el Proyecto AR y la Educación con ATLAS.TI

Discusión

A partir de los hallazgos, se identifica la oportunidad de establecer una red de relaciones de los códigos asignados para el análisis cualitativo dentro del Proyecto AR y la Educación. La Figura 4, muestra la red de relación de los códigos en el Proyecto AR y la Educación.

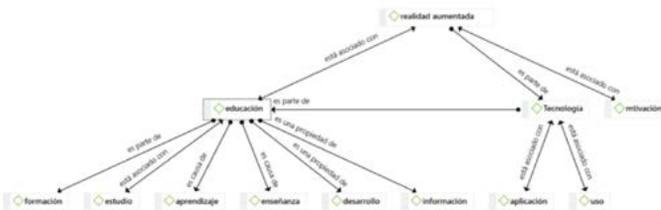


Figura 4. Red de relación de códigos en el Proyecto AR y la Educación con ATLAS.TI

Con la red de relación en el Proyecto AR y la Educación se puede observar la trascendencia del uso y aplicación de la tecnología en la educación, particularmente e uso de la realidad aumentada como un factor

de motivación ante los usuarios.

Por lo anterior, se consideró propicio desarrollar el Proyecto Nature AR que permitió aumentar la conciencia social en estudiantes de educación básica mediante una aplicación móvil que sirva de medio de información y comunicación de especies en peligro de extinción como herramienta de enseñanza-aprendizaje en el área de las ciencias naturales.

Es importante mencionar que, en los recientes años el uso de la realidad aumentada móvil ha facilitado compartir experiencias en dominios colaborativos como el aprendizaje planificación urbana, social y turístico. Permitiendo las interacciones con el mundo virtual y la información mientras se mantienen las experiencias sociales dinámicas del mundo real (Bruno Arnaldi, 2018).

El proyecto Nature AR consistió en el desarrollo de una aplicación móvil que emplea la tecnología de realidad aumentada para diseñar una mascota (virtual), con la peculiaridad de representar un animal en peligro de extinción. Esto, para crear conciencia en los usuarios acerca de las especies en peligro de extinción y promover su cuidado. La Figura 5 muestra el objetivo general del proyecto Nature AR.



Figura 5. Objetivo del Proyecto Nature AR.

La aplicación móvil Nature AR es capaz de crear una mascota virtual (animal en peligro de extinción), de tal forma que, se puede observar lo que captura la cámara de vídeo con una capa virtual superpuesta, en donde se reflejan diversas especies creadas con un software dedicado a la maquetación de objetos 3D, y además se muestra la información descriptiva de dicho animal. La experiencia es grata al interactuar con la aplicación para cualquier tipo de usuario.

La perspectiva o enfoque de la aplicación, no es sustituir la realidad física, sino adecuarla sobreponiendo datos generados por una computadora, agregándolas al mundo real del usuario. Proveer al usuario una descripción de las diversas especies que ya no habitan en el planeta y los que están próximos a desaparecer. Permitiendo, por medio de la Tecnología infundir conciencia a las personas sobre el impacto humano en el ambiente.

El Proyecto Nature AR define como requerimientos funcionales:

- Análisis, diseño e implementación de una aplicación con realidad aumentada en teléfonos móviles orientada al cuidado de las especies en peligro de extinción.
- Crear una aplicación que sirva como herramienta para promocionar la protección de la fauna.

- Dar a conocer las diversas especies con las que cuenta México y de nuestros alrededores y su importancia.
- Analizar el mejor sistema operativo de los dispositivos móviles que permitan implementar realidad aumentada entre ellos Android 9 o superior.
- Familiarizarse con el uso de librerías que permitan implementar realidad aumentada.
- Al abrir la aplicación se presentará una interfaz de bienvenida y el propósito de la aplicación.
- Añadir dentro de la interfaz de la aplicación donde se pueda gestionar y visitar los diversos módulos de esta.
- Menú desplegable con la opción de seleccionar diversas funcionalidades y componentes entre los que incluye (elegir especie, características, canjeo de monedas).
- Al seleccionar una determina especie, se abrirá la cámara y se ejecutará el módulo especificado. Analizar las librerías existentes para la implementación de la aplicación con realidad aumentada.
- Diseñar los objetos 3D de las diversas especies para la implementación de la aplicación.
- Implementar la aplicación de realidad aumentada.
- Alojarse en una tienda de aplicaciones móviles reconocida para su mayor expansión.

Uno de los aspectos críticos al desarrollar herramientas de software, principalmente con carácter educativo, son los requisitos tecnológicos necesarios para su acceso y uso. La aplicación móvil Nature AR está diseñada considerando que los dispositivos móviles de los alumnos pueden tener la capacidad para soportar su instalación y uso. La Figura 6, muestra los requisitos de la aplicación móvil Nature AR para su instalación y uso.



Figura 6. Requisitos de la aplicación móvil del Proyecto Nature AR

Tabla 2. Herramientas Tecnológicas manejadas en el Proyecto Nature AR

Nombre	Descripción
Android Studio	Entorno de desarrollo integrado oficial para la plataforma Android. Está basado en el software IntelliJ IDEA de JetBrains y ha sido publicado de forma gratuita a través de la Licencia Apache 2.0. Está disponible para las plataformas Microsoft Windows, macOS y GNU/Linux. Ha sido diseñado específicamente para el desarrollo de Android.
Kotlin	Lenguaje de programación de tipado estático que corre sobre la máquina virtual de Java y que también puede ser compilado a código fuente de JavaScript.
GitHub	Plataforma de desarrollo colaborativo para alojar proyectos utilizando el sistema de control de versiones Git. Se utiliza principalmente para la creación de código fuente de programas de ordenador.
Vuforia	Kit de desarrollo de software de realidad aumentada (SDK) para dispositivos móviles que permite la creación de aplicaciones de realidad aumentada. Utiliza tecnología de visión por computadora para reconocer y rastrear imágenes planas y objetos 3D en tiempo real. Esta capacidad de registro de imágenes permite a los desarrolladores posicionar y orientar objetos virtuales, como modelos 3D y otros medios, en relación con objetos del mundo real cuando se ven a través de la cámara de un dispositivo móvil. El objeto virtual luego rastrea la posición y orientación de la imagen en tiempo real para que la perspectiva del espectador en el objeto corresponde con la perspectiva en el objetivo. Por lo tanto, parece que el objeto virtual es parte de la escena del mundo real.
Ar Core	Un código AR (código de realidad aumentada) es un tipo de código de barras que contiene la información necesaria para mostrar simplemente un contenido 3D que se puede reproducir en un entorno de realidad aumentada. Un código AR generado en nuestra plataforma se puede escanear por medio de dispositivos iOS y Android. La representación AR está disponible en los dispositivos iOS 13.0 y Android 9.0, las versiones anteriores mostrarán una representación 3D simple.

Fuente: Elaboración propia.

Por último, cabe mencionar que la integración de las tecnologías mencionadas y la aplicación móvil del Proyecto Nature AR ha sido exitosa. La Figura 7, muestra la ejecución de un par de especies en peligro de extinción dentro de la aplicación Nature AR con el uso de Realidad Aumentada.

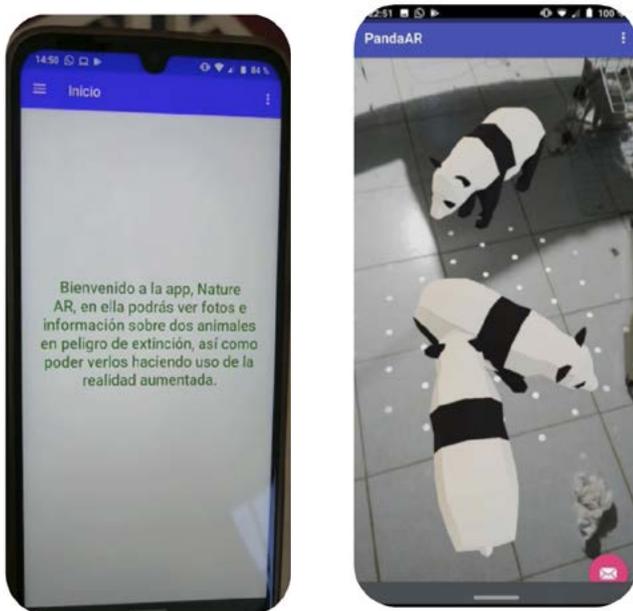


Figura 7. Realidad Aumentada en la aplicación móvil Nature AR

Conclusión

La realidad aumentada es una tecnología innovadora, los estudios científicos recientes demuestran que la educación es un campo de aplicación propicio para el uso de herramientas de software que, mediante esta tecnología, despiertan la motivación e interés en los estudiantes.

Con el presente estudio, se identificó la necesidad de incrementar los estudios científicos en el área de la Educación, enfocado en el diseño de herramientas de software que permitan generar conocimiento significativo y conciencia social en estudiantes de cualquier nivel educativo. Evidenciando las oportunidades que presentan las tecnologías

emergentes, como la realidad aumentada, para la implementación de dichas herramientas.

En este sentido, es importante resaltar el contexto de aplicación del Proyecto Nature AR, principalmente porque es de carácter social y se aprovecha de la realidad aumentada para lograr captar el interés de los usuarios, para transmitir información relevante de las especies en peligro de extinción y ser el medio de actuación para concientizar en la preservación de las mismas.

Al mismo tiempo, el objetivo de esta investigación fue respaldar el desarrollo del Proyecto Nature AR, es evidente que éste integra tecnologías emergentes y tiene un fin social, lo cual, apoyado en su fácil acceso y uso, indudablemente lo hacen factible.

No se puede omitir, mencionar que la implementación de la aplicación móvil Nature AR con uso de realidad aumentada por estudiantes universitarios, además impacta en el desarrollo de competencias disciplinares de educación superior, y que, adicionalmente reflejan su preocupación por la sociedad y el mundo a su alrededor.

Bibliografía

- + Bruno Arnaldi, P. G. (2018). *Virtual Reality and Augmented Reality: Myths and Realities*. John Wiley & Sons.
- + Cabero Almenara, J. d. (2018). *La realidad aumentada como herramienta educativa*. Ediciones Paraninfo, S.A.
- + Fernando Navarro, A. M. (2018). *Realidad virtual y realidad aumentada: desarrollo de aplicaciones*.
- + Geroimenko, V. (2020). *Augmented Reality in Education: A New Technology for Teaching and Learning*. Springer Nature.
- + Julio Cabero Almenara, N. M. (2017). *Realidad aumentada y educación: innovación en contextos formativos*. Ediciones Octaedro, S.L.
- + Loureiro, S. M. (2020). *Managerial Challenges and Social Impacts of Virtual and Augmented Reality*. IGI Global.
- + Management Association, Information Resources. (2018). *Virtual and Augmented Reality: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*. IGI Global.
- + Singh, A. (2019). *Realidad Virtual*. Babelcube Inc.
- + Theodosia Prodromou. (2018). *Augmented Reality in Educational Settings*. BRILL.

FORMACIÓN DE GRUPOS DE TRABAJO EFECTIVOS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS EN LAS EMPRESAS DE MANUFACTURA DE LA CIUDAD DE CHIHUAHUA

Artículo arbitrado 19

Edición 15

Luis Arnulfo Guerrero Chávez¹, Laura Daniela Arias Barrón², Marco Antonio Sánchez Orozco³, Alejandra Yadira Córdova Villegas⁴, Francisco Terán Arévalo⁵ y María Elena Delgado Ontiveros⁶

^{1,2,3,4,5,6} Tecnológico Nacional de México /
Instituto Tecnológico de Chihuahua
Av. Tecnológico 2909
Chihuahua, Chih., México, C.P. 31200.



lguerrer@itchiihuahua.edu.mx

Recibido: Julio 4, 2020.

Recibido en forma revisada: Octubre 16, 2020.

Aceptado: Octubre 20, 2020.

Resumen: Las empresas de manufactura enfrentan todos los días situaciones en sus procesos productivos que derivan en problemas que les impiden lograr sus metas propuestas, y que en muchas ocasiones llegan hasta sus clientes, a pesar de que las compañías aplican metodologías probadas, basadas en la formación de Grupos de Trabajo para solucionarlos. Esta investigación presenta una propuesta de las principales características que deben tener dichos Grupos de Trabajo para que lleguen a ser efectivos en la función de la Solución de Problemas, basada en lo que las 79 empresas estudiadas opinan.

+ **Palabras clave:** Solución de problemas, grupos de trabajo, trabajo en equipo, características.

Abstract: Manufacturing companies face every day issues in their productive processes, producing problems that block the efforts toward to achieve their goals, and in many times reaching their customers, in spite of companies apply tested methodologies, based on Work Groups to solve them. This research present a proposal of the main characteristics the Groups should have to become effective in the Problem Solution function, based on the 79 companies' opinion.

+ **Keywords:** Problem solution, work groups, teamwork, characteristics.

Introducción

En las empresas dedicadas a la manufactura, se aplican esfuerzos importantes para resolver las situaciones que se les presentan y que los desvían de sus objetivos y metas, cuyos orígenes son desconocidos. Sin embargo, muchos son reincidencias de problemas cuyas causas, la mayoría de ellas derivadas de errores humanos, que no fueron bien definidas y solucionadas en su momento, pues solo se dedicaron a atacar los síntomas y no las causas reales.

Las Compañías de manufactura, principalmente automotrices, como Ford Motor Company, General Motors, Chrysler Corporation, Delphi, Toyota, entre otras, han desarrollado metodologías para el análisis y solución de problemas, cuya principal característica es la formación y aplicación de grupos de trabajo para la realización de todas las actividades, orientadas a eliminar la causas raíz de los problemas.

A continuación, se revisan algunos ejemplos de problemas que se han presentado en empresas de manufactura automotrices con plantas en la ciudad de Chihuahua.

Superior Industries provee rines a varios fabricantes automotrices, dentro de ellos a Toyota; en el año 2018 se presentó un problema en el que aproximadamente 55 de sus rines presentaron una falla por un proceso mal realizado, razón por la cual, Toyota y Superior tuvieron que llamar a los dueños de los vehículos que presentaban este problema. (NHTSA, 2018).

Bühler Motor, que fabrica la bomba de enfriamiento, utilizada en los vehículos Audi A5 Cabriolet con el motor 2,01 TSFI para los modelos 2013-2017, en el año 2018 presentaron un defecto en este componente el problema generó que se tuvieron que analizar 342 mil 867 unidades a las que finalmente se les tuvo que reemplazar este componente. (NHTSA, 2018).

ZF en el año 2014, tuvo quejas de 3.4 millones de vehículos Toyota por las bolsas de aire, ya que no cumplían su función al momento de chocar, y se determinó que posiblemente 8 muertes fueron a causa de este defecto (Associated Press, 2020).

En el año 2000 Ford y Firestone, recibieron más de 200 demandas por lesiones personales, debido a que fueron acusadas por fabricar y utilizar neumáticos defectuosos que fueron instalados en vehículos que volcaron por la falla de sus llantas defectuosas. Debido a esto se retiraron 6.5 millones de llantas Firestone ATX que portaban la camioneta Explorer (El Heraldo de Chihuahua, 2001).

Ford Motor Company, en el año 2005, produjo 3.8 millones de vehículos con falla de un escape del fluido del freno, que goteaba sobre el interruptor de desactivación del sistema de control de velocidad, ocasionando un incendio en el interruptor. (El Heraldo de Chihuahua, 2005).

En el año 2010 vehículos de Toyota enfrentaron un peligroso problema relacionado con los aceleradores fabricados por CTS corporation (Indiana US) que se quedaban pegados, y por lo tanto el vehículo no dejaba de acelerar; esto generó acciones para retirar del mercado alrededor

de 10 millones de automóviles. La NHTSA dice que este problema pudo haber generado hasta 20 muertes (Costas, 2010).

• *Metodologías más usadas por Empresas para Analizar y Solucionar Problemas*

Existen en el mercado diversos métodos aplicados por las empresas para el análisis y solución de problemas.

En la década de los 60's, Charles Kepner y Benjamin Tregoe desarrollaron un método de trabajo racional, basado en las investigaciones que realizaron sobre las habilidades que debe tener una persona para la solución de problemas (Mulder, 2012). Cuando se desea resolver problemas, las personas buscan responder preguntas como: ¿Qué pasó?, ¿Por qué sucedió?, ¿Cómo debemos actuar?, ¿Cuál será el resultado (futuro)? y por ello, Charles Kepner y Benjamin Tregoe difundieron el proceso estructurado para recopilar información, priorizarla y evaluarla (Cortella, 2015).

Berk (2000), sostiene que el logro de la efectividad de un sistema de medición de calidad, es función del registro de las no conformidades. En 1974, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de América, creó el estándar MIL STD-1520C, llamado Acción Correctiva y Sistema de Disposición de Material No Conformante, publicado por última vez en 1986, y que es considerado el origen de las metodologías de Solución de Problemas (Kurtz, 2005). Que es mandatorio para las empresas que proveen productos para la milicia de los Estados Unidos, pero por su éxito, las empresas de manufactura incorporaron sus mejores prácticas a sus sistemas operativos, a pesar de que el estándar fue cancelado en 1995.

Las Ocho Disciplinas (8-D's), es la metodología de solución de problemas más utilizada por la industria automotriz. Fue desarrollada por la Ford Motor Company en 1987, para resolver los problemas de calidad más significativos y reincidentes en sus procesos productivos. Para lograrlo, la compañía orientó a su fuerza laboral con un enfoque altamente disciplinado y efectivo, basado en el uso de un equipos de trabajo, para determinar las causas raíces (Wojtaszak, 2015).

Las 8-D's es la metodología para solución de problemas crónicos y críticos más utilizada por las empresas de manufactura, cuya complejidad requiere la participación de más de un solo individuo, por lo menos cuatro de diferentes departamentos, aunque este sea considerado como un experto. El reporte generado al usar esta herramienta ayuda a compartir las experiencias de análisis y solución del problema a todos los niveles de la compañía, y se usa como reporte para el cliente de lo realizado y obtenido. No se recomienda utilizar para problemas con una causa-raíz conocida donde la solución pueda implantarse rápidamente, por lo que, la solución más lógica y simple, es probablemente la más adecuada (Brooks, 2013).

Las 7 Etapas de Chrysler, es una metodología de solución de problemas y no conformidades en grupo de la corporación Daimler-Chrysler, que consta de una secuencia lógica de 7 etapas, para eliminar problemas mediante la determinación de la causa raíz y se utiliza en las empresas de manufactura para responder a reclamos de clientes, implantar acciones de contención y correctivas, respaldar desviaciones internas y

mejorar condiciones de calidad fuera de objetivo. Toda no conformidad se registra en un formato y se envía al especialista de calidad de proveedores, para iniciar con el proceso. El desarrollo del plan se sustenta en los fundamentos de esta metodología, los cuales son: definir, contener, diagnosticar, corregir, verificar, controlar y prevenir. (Oakland Community College, 1998).

Los 5 Porque (5 Whys) fue desarrollada por Sakichi Toyoda y utilizada en la división de motores de Toyota. Es una herramienta simple pero muy poderosa utilizada por la organización Delphi, para la solución de problemas. El análisis empieza por el estudio de los síntomas del problema, y avanza hasta encontrar la causa raíz (Delphi, 2004). El uso de esta herramienta consiste en preguntar por lo menos 5 veces ¿Por qué? a cada posible causa de manera consecutiva, hasta que el equipo de trabajo multifuncional concluya y demuestre que se ha identificado la causa que originó el problema. La cadena de causas debe ser coherente y se debe preguntar una suficiente cantidad de veces ¿Por qué? Para evitar confundir a un síntoma con la causa raíz del problema. (Nexteer, 2009).

El A3 es una metodología desarrollada por Toyota, para la solución de problemas y la mejora continua que emplea un enfoque sistemático, sencillo y estricto que conduce a la determinación de la causa raíz del problema, y funciona para todo tipo de problemas, sin importar el tipo de industria que se trate (Sarkar, 2010). El nombre “A3” se deriva del tamaño normalizado de papel europeo estándar, similar a 11” por 17”. La metodología se basa en la visión que ha tenido Toyota de que cada problema que tiene la organización, puede y debe ser capturado en una sola hoja de papel (Wojtaszak, 2015), permitiendo que todos los involucrados observen los problemas de una manera visual, bajo un mismo lenguaje y usando el sentido común. El proceso consta de diez pasos, basados en el círculo de Walter Shewhart (Planear, Hacer, Verificar y Actuar (PDCA) por sus siglas en inglés) que aprovecha la cooperación y el desarrollo personal de los empleados (Mulder, 2012).

• *Grupos usados para Analizar y Solucionar Problemas*

Harrington (1990), llama a esos grupos, “Fuerzas de Trabajo” que se integran cuando se presenta un problema que debe solucionarse de inmediato ya que de no hacerlo, puede ocasionar el cierre de la planta o al menos parar una de sus líneas de producción. Las principales características de esos grupos son: están formados por personal altamente capacitado; el personal seleccionado deja temporalmente sus funciones para dedicarse por completo al análisis y solución del problema; sus actividades se limitan a un solo problema ya que este debe solucionarse de inmediato; una vez que el problema se solucione, todos regresan a sus actividades normales; el grupo es responsable de implantar una o varias acciones temporales mientras se resuelve el problema de forma definitiva; la fuerza de trabajo presenta un informe detallado de todo lo realizado; por la importancia del problema, el grupo recibe toda la atención y apoyo de la alta gerencia, pero usualmente este no lleva a cabo la implantación de las acciones que propuso.

Guerrero y Ruiz (2016), han establecido que un grupo de trabajo efectivo en el logro de sus metas de calidad, entrega, productividad y desperdicio, debe contar con un alto grado de madurez, que es una variable conformada y definida por la combinación de nueve facto-

res: Liderazgo adecuado al crecimiento, buena comunicación, roles y responsabilidades bien definidos, clima laboral favorable, objetivos y metas claros, resolución de problemas, revisión del avance, toma de decisiones y creatividad y concluyen que “por lo mismo, la importancia de trabajar en equipo sobrepasa cualquier objetivo, estrategia, proceso o programa de la organización, ya que es una realidad que el recurso humano es su activo más valioso”.

Guerrero (2013), menciona que dentro de los nueve factores que definen la madurez de un grupo de trabajo, y por lo mismo su efectividad, se encuentran los roles funcionales, que producen la relación directa entre las habilidades de sus integrantes y las funciones que deben realizar. Escobedo y Guerrero (2013), han definido a los roles funcionales como el conjunto de características y habilidades naturales que poseen los integrantes del grupo y que puede y debe desarrollar, para realizar aquellas funciones que le resulten más comunes y ventajosas. Los roles funcionales se clasifican en roles mentales que se encargan de la generación de ideas de mejora, del diseño de nuevos productos, de evaluar proyectos y todo lo que tenga que ver con el uso de las habilidades mentales. Por otra parte, los roles sociales son muy útiles en la coordinación del grupo completo, en conseguir recursos e información útiles para el buen funcionamiento del grupo, son muy buenos negociando y manteniendo un ambiente de trabajo sano y finalmente, los roles de acción se encargan de implantar los planes generados por todo el grupo y darles seguimiento hasta lograr todas las metas propuestas.

Guerrero y Escobedo (2019), recomiendan a los departamentos de recursos humanos de las empresas de la Ciudad de Chihuahua, utilizar la teoría de los roles funcionales en su proceso de selección de personal, para incrementar la posibilidad de encontrar al personal con las características adecuadas para el puesto buscado, que ayuden al logro de sus objetivos y metas. Esto se puede extender a la selección interna del personal de los grupos de trabajo conformados para la solución de problemas.

Desarrollo

Para poder determinar cuál sería la mejor manera de formar grupos de trabajo para lograr una solución de problemas efectiva de las empresas de manufactura de la Ciudad de Chihuahua, con base al criterio que estas definieron para solicitar personal, se debió buscar la siguiente información, basada en la denominada Ley de Pareto del 80/20:

- Determinar el interés de las empresas para que el personal que contraten tenga conocimientos y experiencia sobre la solución de problemas.
- Encontrar cuales metodologías y herramientas son las más solicitadas y utilizadas por las empresas.
- Definir que departamentos y puestos o funciones de esos departamentos, de acuerdo a las empresas, deben saber cómo resolver problemas y por ende, deben participar en los grupos que se forman para la solución de problemas.
- Definir las características personales que deben poseer los integrantes de un grupo de trabajo para la solución de problemas, para que las

soluciones encontradas sean efectivas.

Resultados

Se analizaron un total de 79 empresas de distintos giros comerciales, en su mayoría de Manufactura, y 845 puestos de trabajo de acuerdo a los requisitos de las organizaciones que solicitan que su fuerza laboral tenga la capacidad para analizar y solucionar problemas, utilizando información como muestra el ejemplo de la Figura 1, cuyos resultados están en la Tabla 1. Se clasificaron los requisitos que cada puesto de trabajo solicitaba de acuerdo a tres grandes criterios: la función a desempeñar (Tabla 2 y Figura 2), las herramientas y metodologías para la solución de problemas que deben conocer (Tabla 3 y Figura 3), y las cualidades que el puesto requiere del aspirante (Tabla 4 y Figura 4). Todo lo anterior tendiente a determinar las funciones, herramientas, metodologías y características con las que debe contar un grupo de trabajo para la solución de problemas.

Buehler Motor  **BUEHLER MOTOR DE MEXICO S. DE R.L. DE C.V.**
Automotive Maquiladora Company dedicated to produce DC motors is looking for:

Ingeniero de Sistemas de Calidad

Objetivo del puesto:
Será responsable Coordinar los esfuerzos para el establecimiento, documentación, implementación y mantenimiento del Sistema de Administración de Calidad; desempeñar el rol de moderador en el proceso de revisión y análisis de FMEA para la generación de acciones de prevención de defectos; organizar y controlar el sistema de LPA's organizar y monitorear las Auditorías de Proceso y la implementación de las acciones correctivas derivadas de este proceso; administrar el equipo de inspección, medición y asegurar se cumplan los lineamientos establecidos para la generación, revisión y control de los documentos y registros del sistema de calidad.

Educación:
Carrera profesional y/o 3 años puesto de Ingeniero de Calidad y/o 6 años Ing. de Procesos y/o 10 años Técnico de Calidad- Técnico Metrólogo. Experiencia en la Industria Automotriz

Conocimientos:
Criterios de cliente GM (BIQS), VW conforme a VDA. Metodología de solución de problemas (8D'S, 5W'S). Gráficos de control (SPC).
Conocimiento sistemas de calidad ISO 9001/ IATF 16949/ ISO 13485/VDA. Microsoft Office. SAP
Capacidad para solución de problemas y trabajo bajo presión, seguimiento a acciones correctivas.
Monitorear y generar informes de FMEA's.
Conocimiento en la planeación y desarrollo de auditorías internas.

Habilidades:
Habilidades analíticas, numéricas y de razonamiento. Capacidad para negociar. Liderazgo
Excelente habilidad de comunicación oral y escrita, tanto en español como en inglés. Estilo de gestión participativa.
Bien desarrolladas habilidades interpersonales. Capacidad de llevarse bien con diversas personalidades.
Capacidad para establecer credibilidad y decisivo, equilibrado con la capacidad de reconocer y apoyar las prioridades y preferencias de la organización.
Orientado a resultados con la capacidad de equilibrar las consideraciones de otros negocios. -Inglés 90%

Interesados favor de enviar currículo vite a la dirección:
Buehler.Recluta@buehlermotor.com
Favor de especificar el puesto al que aplica.

Figura 1. Ejemplo de recolección de información de las empresas. (El Herald, 2020).

Tabla 1. Empresas estudiadas.

Núm.	Empresa	Puestos	Núm.	Empresa	Puestos
1	ZF-TRW	79	41	Soisa Aerospace Mfg.	4
2	Zodiac Aerospace	53	42	MGS	4
3	BWI Vehicle Stability Technology	49	43	Altaser Aerospace	4
4	EMERSON Tecnologías de Flujo	49	44	Lear Corporation	3
5	Superior Industries de México	39	45	Mexroll	3
6	American Industries	36	46	DANA Motion Control Tech	3
7	Labinal Safran Group	34	47	Atlas Aerospace	3
8	Textron Aviaton México	34	48	Celestica	3
9	Jabil Circuit de Chihuahua	31	49	Maxion Wheels	3
10	SOFI	21	50	Mead Johnson	3
11	AMEAC-INDEX	21	51	NI Fco	2
12	Lutron	21	52	EMERSON Daniel	2
13	Amprior Aerospace	20	53	Advanced Decorative System	2
14	Southco	19	54	Metal Eutectic	2
15	ConMed Corporation	18	55	Pollo Feliz	2
16	Continental ContiTech	15	56	NYPRO	1
17	Batesville Global Products	15	57	EMERSON Thermodisc	1
18	EZ Air	14	58	FORTIS PLASTICS	1
19	TRISTONE	13	59	FAWN DE MÉXICO	1
20	Buehler Motor de México	13	60	DesarrollaT	1
21	SMTC de Chihuahua	13	61	Vitromex	1

Fuente: Elaboración propia.

• Funciones que participan en la Solución de Problemas

Las funciones que deben de participar en un Grupo de Solución de Problemas se definieron de acuerdo al papel que el perfil solicita que se desempeñe, en términos de función y posición, dentro de la jerarquía

organizacional.

El análisis determinó 11 funciones, las cuales son las que solicitan los puestos que buscan aspirantes con capacidad para el análisis y solución de problemas, (Tabla 2).

Tabla 2. Frecuencia con la que se solicita personal de acuerdo a la función requerida.

Funcion	Frecuencia	Contribucion
Calidad	97	22.20
Manufactura	66	15.10
Produccion	56	12.82
Procesos	43	9.84
Recursos Humanos	43	9.84
Materiales	40	9.15
Finanzas	36	8.24
Mantenimiento	15	3.43
Compras	14	3.20
Sistemas	14	3.20
Diseno	13	2.97
TOTAL	437	100

Fuente: Elaboración propia.

Aplicando la Ley de Pareto, también conocido como 80/20, se establece que el 78.95% del personal requerido por las empresas pertenecen a las funciones calidad, manufactura, producción, procesos, recursos humanos y materiales que corresponden a las funciones que mas solicitan personal con capacidad para la solución de problemas (Figura 2).

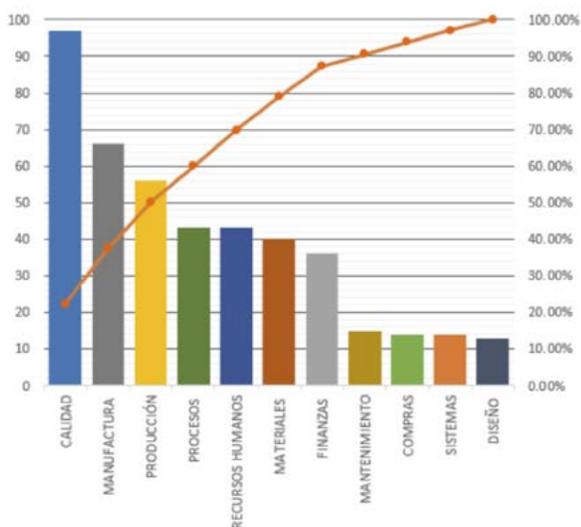


Figura 2. Principales Funciones solicitadas para la Solución de Problemas. Elaboración propia a partir de la información analizada.

• **Herramientas que las compañías utilizan para el análisis y solución de problemas.**

Para el segundo criterio se consideraron las herramientas y metodologías para la solución de problemas, que de acuerdo al puesto y la empresa, requiere que el aspirante conozca y/o domine.

Como se revisó antes, para la Solución de Problemas existen varios métodos como las ocho disciplinas de Ford, los siete pasos de Chrysler, el A3 de Toyota, entre otras; y para el análisis de los problemas, estas metodologías utilizan varias herramientas tales como la lluvia de ideas, diagrama de Ishikawa o espina de pescado, cinco porqué (5-Why's), diagrama de afinidad o técnica del grupo nominal, entre otras.

Tabla 3. Frecuencia con la que se solicita personal de acuerdo a las Metodologías y Herramientas para la Solución de Problemas requeridas por la Organización.

Conocimientos	Frecuencia	Contribucion (%)
Solucion de Problemas	136	16.83
SGC	88	10.89
Lean Manufacturing	70	8.66
Mejora Continua	61	7.55
FMEA / PFMEA	59	7.30
PPAP / APQP	57	7.05
Herramientas Estadísticas	47	5.82
Control Plan	43	5.32
6σ	41	5.07
8-D's	39	4.83
SPC	30	3.71
Tolerancias Geometricas	29	3.59
MSA / R&R	23	2.85
5 Why's	18	2.23
Tiempos y Movimientos	17	2.10
Acciones Correctivas	11	1.36
Lay-Out / Flow Charts	10	1.24
Customer Specific Requirements	7	0.87
Shainin	4	0.49
Ergonomia	4	0.49
Red X	3	0.37
Otros	11	1.36
TOTAL	808	

Las Metodologías y Herramientas solicitadas por las Empresas analizadas y que de acuerdo al principio de Pareto, representan el 86.12% de las que las Organizaciones solicitan que su personal conozca o domine, para la Solución de Problemas, para ser contratados son: Solución de Problemas, Sistemas de Gestión de la Calidad (SGC), Lean Manufacturing, Mejora Continua, FMEA/ PFMEA, PPAP's/ APQP, Herramientas Estadísticas, Control Plan, 6 Sigma, SPC, 8D-s, 5Why's, Shainin y Red-X (tabla 3). El 86.12% se conformó con los elementos que están directamente relacionados con la Solución de Problemas.

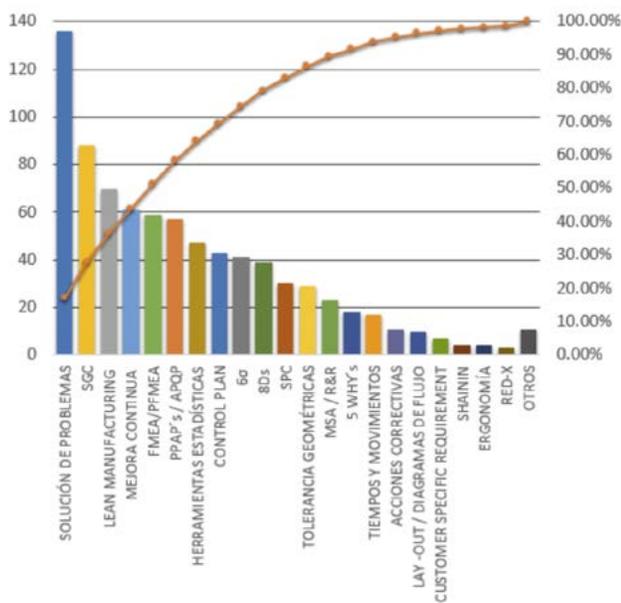


Figura 3. Principales herramientas y metodologías solicitadas por las empresas.

• **Características que deben poseer los participantes en un grupo para análisis y solución de problemas**

El cuarto criterio considerado corresponde a las características, aptitudes y cualidades que la persona aspirante al puesto debe de poseer para poder ocupar una función específica y que pueda tener éxito, aplicando las Metodologías y Herramientas enlistadas, para la Solución de Problemas. Se registraron las características y se calculó la frecuencia con la que fueron solicitados los atributos personales, como muestra la Tabla 4.

Tabla 4. Frecuencia con la que se solicita personal de acuerdo a las atributos y cualidades personales del aspirante requeridas por la Organización.

HABILIDADES	FRECUENCIA	CONTRIBUCION (%)
Trabajo en Equipo	247	17.19
Comunicación	146	10.16
Liderazgo	105	7.31
Enfoque a resultados	102	7.10
Analítico	93	6.47
Proactividad	79	5.50
Actitud de Servicio	68	4.73
Organizado	68	4.73
Excelente Ambiente de Trabajo	65	4.52
Manejo de Personal	62	4.31
Trabajo bajo presión	61	4.24
Responsable	44	3.06
Negociación	42	2.92
Dinámico	33	2.30
Iniciativa	32	2.23
Toma de Decisiones	29	2.02
Sentido de Urgencia	28	1.95
Creativo	25	1.74
Habilidad para interactuar	24	1.67
Independiente	18	1.25
Planeador	18	1.25
Supervisión efectiva	12	0.84
Atención al detalle	9	0.63
Innovación	5	0.35
Flexibilidad	4	0.28
Otros	18	1.25
TOTAL	1437	

En las conclusiones se presenta la reclasificación de todas las características contenidas en la Tabla 4, de acuerdo a los criterios propuestos por el Modelo Integral y Dinámico para el Desarrollo de Grupos de Trabajo y por el Modelo de Roles Funcionales para el Trabajo.

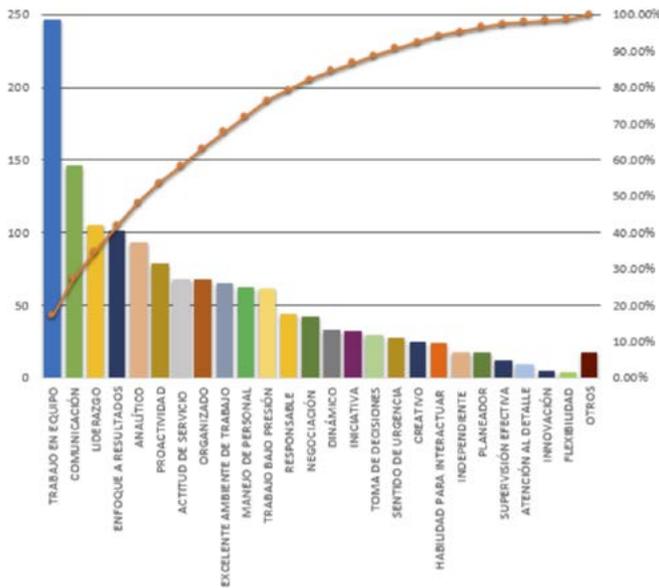


Figura 4. Principales Características que piden las Empresas para la Solución de Problemas.

Conclusiones

De acuerdo al estudio de las necesidades expresadas por 79 empresas, en su mayoría de manufactura, de la ciudad de Chihuahua, en las cuales se analizaron 845 puestos, se encontró que:

Un grupo para análisis y solución de problemas, aplicando la Ley de Pareto, debe estar conformado principalmente por las siguientes funciones, por orden de importancia de acuerdo a lo expresado por las Empresas:

- 1) Calidad (22.19%).
- 2) Manufactura (15.10%).

- 3) Producción (12.81%).
- 4) Procesos (9.84%).
- 5) Recursos Humanos (9.84%).
- 6) Materiales (9.15%).

Complementariamente pueden participar, cuando el problema lo requiera: Finanzas (8.24%), Mantenimiento (3.43%), Compras (3.20%), Sistemas (3.20%) y Diseño (2.97%).

Las Herramientas y Metodologías para Solución de Problemas, reconocidas como tales, más utilizadas por las Empresas de Manufactura de la ciudad de Chihuahua, para análisis y solución de problemas son:

- 1) 6 sigma (5.07%).
- 2) 8-D's (4.83%).
- 3) 5 Why's (2.23%).
- 4) Shainin (0.49%).
- 5) Red-X (0.37%).

Las 8-D's, es sin lugar a dudas la metodología más conocida y ampliamente utilizada por las empresas dedicadas a la manufactura, debido a su estructura lógica de ocho pasos, por las herramientas que utiliza para realizar el análisis y los reportes en la forma en que se presenta lo realizado, las acciones de contención, la definición de la causa raíz, las acciones correctivas y la prevención de la reincidencia, pero principalmente porque debe utilizarse el enfoque de trabajo en equipo.

Las características identificadas que debe tener los participantes en un grupo para análisis y solución de problemas son:

Trabajo en equipo (17.19%), que en los datos originales aparece como la principal característica, aunque con base en el modelo integral y dinámico, esta es una variable compuesta y debe interpretarse como el interés que tienen las empresas en conjunto con la solución de problemas.

Después los roles funcionales (51.5%). Vistos por separado, cada uno de estos elementos no presentan la relevancia que tienen en conjunto al aplicar el modelo de los roles funcionales en el trabajo. Es la característica, en conjunto, más importante y es necesario mencionar que un grupo de trabajo efectivo debe contar con los tres tipos.

Seguido por los roles mentales (8.7%). Privilegian el uso de cere-

bro y por ello un rol mental debe ser o tener: Analítico (6.47%), independiente (1.25%), atención al detalle (0.63%), innovación (0.35%). Los roles sociales (19.48%). Su prioridad en un grupo de trabajo es la relación, la creación de sinergia, que puede lograr siendo o teniendo: Organizado (4.73%), actitud de servicio (4.73%), responsable (3.06%), negociación (2.92%), habilidad para interactuar (1.67%), planeador (1.25%), supervisión efectiva (0.84%), flexibilidad (0.28%). Los roles de acción (23.32%). El uso del músculo es su característica principal, ya que todos sus esfuerzos estarán orientados al logro de resultados, concentrándose en: Enfoque a resultados (7.10%), proactividad (5.5%), trabajo bajo presión (4.24%), dinámico (2.30%), iniciativa (2.23%), sentido de urgencia (1.95%).

La comunicación (10.16%), que debe concentrarse en el proceso de la comunicación, principalmente en la retroalimentación y en la comunicación asertiva emisor. El liderazgo (7.31%). De acuerdo con el modelo de liderazgo situacional y a los criterios del modelo integral y dinámico, el liderazgo debe adecuarse a la madurez del grupo, por lo que es muy importante determinar el estilo que posee el líder y realizar las adecuaciones necesarias.

Excelente ambiente de trabajo (4.52%). Teniendo roles sociales, estos se encargarían de mantener un ambiente laboral sano.

Y por último, toma de decisiones (2.02%). Esta debe ser grupal; al contar con roles mentales y un estilo de liderazgo adecuado a la madurez, se puede esperar que esta característica se logre.

En resumen, en la clasificación original, el trabajo en equipo es la característica que las empresas consideran más importante con un 17.19%. Sin embargo, el trabajo en equipo es una variable compuesta resultado de la combinación virtuosa de las otras variables o características, de acuerdo a la variable madurez que utiliza el modelo integral y dinámico. Además, como se mencionó en los resultados, se hizo una agrupación de todas las características para clasificarlas de acuerdo a su afinidad y reducir en grupos de acuerdo a los modelos mencionados, principalmente para los roles funcionales. La reclasificación mostró que las empresas, sin saberlo, ponderan más a los roles funcionales que a las demás características, con un 51%, y dentro de ellos, los roles de acción, son los más solicitados con un 23.32%, seguidos de los roles sociales con un 19.48% y los roles mentales con un 8.7%. Para que un grupo de trabajo sea efectivo, necesita estar balanceado en sus roles funcionales. Si un grupo no tiene en su estructura algunos de los roles funcionales, perderá efectividad en esa parte que el rol realiza de forma natural.

• *Recomendaciones*

Debido a que la solución de problemas es un trabajo eminentemente grupal, se recomienda que los grupos que se formen para el análisis y la solución de problemas estén integrados con al menos un representante de las funciones de calidad, ingeniería, producción, ingeniería industrial, recursos humanos y materiales, aunque cuando la situación lo requiera, podrán integrarse las funciones de: Finanzas, mantenimiento, compras, sistemas y diseño. Debe evitarse la muy común tendencia a colocar a una sola persona a realizar todo el proceso. Evitar encargarle la tarea a una sola persona.

Se recomienda que se proporcione entrenamiento a los integrantes de los grupos para análisis y solución de problemas en las metodologías que más se utilizan para análisis y solución de problemas, principalmente en las 8-D's, 6 Sigma, 5-Why's y las herramientas complementarias, si aun no tienen esos conocimientos.

Además las características encontradas: en general el trabajo en equipo, pero con énfasis en los roles funcionales, el liderazgo, la comunicación organizacional, la toma de decisiones y el ambiente de trabajo, se consideren como las más relevantes para la formación de los grupos para análisis y solución de problemas.

También se recomienda analizar a los grupos de trabajo para identificar su grado de madurez y trabajar con los factores encontrados como significativos (Liderazgo, comunicación, roles y responsabilidades y toma de decisiones) de acuerdo a la etapa de madurez en la que se encuentran. Se recomienda que se utilice el instrumento provisto por el modelo integral y dinámico para evaluar la madurez del grupo, para incluso proveer el tipo de liderazgo adecuado.

Y por último, tener en cuenta que antes de iniciar un grupo de trabajo para solución de problemas, se determine el rol funcional de cada integrante potencial, con la finalidad de tener grupos balanceados que tengan los tres tipos genéricos de roles funcionales. Se recomienda utilizar el instrumento que provee el modelo de los roles funcionales en el trabajo, para identificar a qué tipo de rol pertenece el integrante y poder asignarle las funciones que le sean más convenientes, acordes a sus características, así como poder balancear al grupo en caso de que sea necesario.

Bibliografía

- + Associated Press (22 Enero 2020). *Toyota and Honda recall 6 million vehicles over airbag dangers*. Encontrado en: <https://www.latimes.com/world-nation/story/2020-01-22/air-bag-woes-force-honda-toyota-to-recall-6m-vehicles>
- + Berk, J y Berk, S. (2000) *Quality Management for the Technology Sector*. (1a ed.). Editorial Newnes. 169-171. ISBN: 9780750673167
- + Brooks (2013). *Supplier Training 8D Problem Solving Approach*. Recuperado de https://www.Brookss.com/myBrookss/suppliers/-/media/Files/Suppliers/Documents/5_Why's_Root_Cause_Corrective_Actions.pdf
- + Cortella, D. (2015). *Kepner-Tregoe Problem Solving: an Overview*. Recuperado de <http://asqorangeempire.org/wp-content/uploads/2012/12/Kepner-Tregoe-Problem-Solving-HO.pdf>
- + Costas, J. (2010, Febrero 4). *motorpasion*. Recuperado de: <https://www.motorpasion.com/toyota/ultima-hora-del-caso-pedalgate-o-los-problemas-de-aceleradores-en-toyota>
- + Delphi (2004). *5-Why's problem solving process*. Recuperado de <https://delphi.portal.covisint.com/.../c4392e22-3714-4b3b-a4e6-9>
- + *El Heraldo de Chihuahua*, Domingo 19 de Enero de 2020, Organización Editorial Mexicana. Sección de Clasificado. Pp. 12G

+ *El Heraldo de Chihuahua*, (20 Enero 2001). Pagarán empresas Ford y Firestone millones de llantas defectuosas. Organización Editorial Mexicana. 6F

+ *El Heraldo de Chihuahua* (9 Septiembre 2005). Obligatoria revisión de 4 millones de unidades, En peligro el futuro de Ford Motors Co. Organización Editorial Mexicana. 3A

+ Escobedo, A. y Guerrero, L. (2013). *Los Roles Funcionales en el Trabajo*. México: Temple ISBN # 978-607-7938-33-0.

+ Guerrero, L. (2013). *Modelo Integral y Dinámico para Desarrollo de Grupos de Trabajo*. México: Gestoría. ISBN# 978-607-833-00-4.

+ Guerrero, L. y Escobedo, A. (2019). *Los Roles Funcionales y la Selección de Personal en Empresas de Manufactura de la Ciudad de Chihuahua*. Revista *Theorema*, 74 – 79. ISSN# 2448-7007.

+ Guerrero, L. y Ruiz M. (2016). *Importancia del Trabajo en Equipo*. Revista *Theorema*, 56 – 61. ISSN# 2448-7007.

+ Harrington, James (1990). *Como incrementar la CALIDAD PRODUCTIVIDAD en su empresa*. James Harrington. McGraw-Hill.

+ Kurtz, C. (2005). *Corrective Action Problem Solving*. Recuperado de <http://cjkurtz.com/quality-tools/CA%20References/Corrective%20Action.pdf>

+ Mulder, P. (2012). *A3 Thinking Process*. Recuperado de <https://www.toolshero.com/problem-solving/a3-thinking/>

+ Mulder, P. (2012). *Kepner Tregoe Method*. Recuperado de <https://www.toolshero.com/problem-solving/kepner-tregoe-method/>

+ National Highway Traffic Safety Administration (2018). NHTSA (28 Febrero 2018). *Part 573 safety recall report 18v-130*. Recuperado de <https://www.nhtsa.gov/>

+ National Highway Traffic Safety Administration (2018). NHTSA (Abril 2018). *Part 573 safety recall report 18v-229*. Retrieved from <https://www.nhtsa.gov/>

+ Nexteer (2009). *3 legged 5 why – Effective Root Cause Analysis*. Recuperado de <http://www.nexteer.com/.../5%20Why%20Training%202010.pdf>

+ Oakland Community College (1998). *7-Step Corrective Action Process*. Recuperado de <https://www.yumpu.com/en/document/view/17275063/analyzing-the-7-step-corrective-action-process-chrysler>

+ Sarkar, D. (2010). *The A3 Problem Solving way: An introduction*. Recuperado de <https://www.processexcellence-network.com/lean-six-sigma-business-performance/columns/the-a3-problem-solving-way-an-introduction>

+ Sobek II, Durward K. y and Smalley, Art (2008). *Understanding A3 Thinking: A Critical component of Toyota's PDCA Management System*. CRC Press, a Productivity Press.. ISBN 1-56327-360-8

+ Wojtaszak, M. (2015). *Problem solving techniques as a part of implementation of six sigma methodology in tire production. Case Study*. Recuperado de http://wydawnictwo.panova.pl/attachments/category/39/2015_03_03_WOJTASZAK_GOTOWE.pdf



ESTRATEGIAS PRODUCTIVAS

Y PERFIL DE LAS MICROEMPRESAS QUESERAS EN IXMIQUILPAN, HIDALGO

Artículo arbitrado 20

Edición 15

Elia Trejo Trejo¹ y Natalia Trejo Trejo²

^{1,2} Universidad Tecnológica del Valle del
Mezquital.
Carretera Ixmiquilpan-Capula Km. 4, Nith,
Ixmiquilpan, Hgo. Hidalgo, México.
C.P. 42300.



elitret@gmail.com
ntrejo@utvm.edu.mx

Recibido: Agosto 3, 2020.

Recibido en forma revisada: Octubre 26, 2020.

Aceptado: Octubre 30, 2020.

Resumen: El propósito de esta investigación es contribuir al conocimiento sobre el funcionamiento y la dinámica de las microempresas de lácteos localizadas en territorios específicos, como es el caso de Ixmiquilpan Hidalgo. Lo anterior contribuye al entendimiento de su funcionamiento en torno al desarrollo de los procesos, su tecnología, las relaciones establecidas con proveedores y consumidores y desde luego la transmisión de sus saberes. Más allá de las cuestiones de rentabilidad y apoyándose en el enfoque de Sistemas Agroalimentarios Localizados, se busca mostrar las características particulares de la concentración de microempresas especializadas de producción de quesos del municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo, con la finalidad de establecer estrategias sostenibles de intervención y transferencia tecnológica en materia de procesamiento, calidad e inocuidad alimentaria, misma que darán origen a nuevos proyectos de intervención en la agroindustria local, caracterizada como rural.

Palabras clave: Caracterización, agroindustria, queserías, quesos, quesos artesanales.

Abstract: The purpose of this research is to contribute to the knowledge on the operation and dynamics of micro-dairy companies located in specific territories, such as the case of Ixmiquilpan Hidalgo. The foregoing contributes to the understanding of its operation around the deve-

lopment of processes, its technology, the relationships established with suppliers and consumers and, of course, the transmission of its knowledge. Beyond profitability issues and based on the Localized Agri-Food Systems approach, it seeks to show the particular characteristics of the concentration of specialized cheese production micro-enterprises in the municipality of Ixmiquilpan, Hidalgo. With the application of establishing sustainable intervention strategies, and technological transfer in terms of processing, quality and food safety, which will give rise to new intervention projects in the local agro-industry, characterized as rural.

✦ **Keywords:** *Characterization, agro-industry, cheese factories, cheeses, artisan cheeses.*

Introducción

La agroindustria local, formada por microempresas, están teniendo un impacto global significativo en el desarrollo económico y la reducción de la pobreza en las comunidades rurales y, por tanto, coadyuvan con la Seguridad Alimentaria (FAO, 2013). Este es el caso de las microempresas de lácteos, queserías, ubicadas en Ixmiquilpan, Hidalgo, constituyéndose como una necesidad ante la respuesta de dar un valor agregado a la leche obtenida por los productores pecuarios de la zona; actividad que a su vez se ve favorecida por la vocación agrícola del municipio centrada en la producción de forrajes (alfalfa) y cultivos de grano (maíz).

La tendencia local ha consistido en estimular el surgimiento de microempresas dedicadas a la transformación de la leche, tan es así que INEGI (2014), reporta 24 unidades dedicadas al procesamiento de este insumo. En atención a la importancia que juega este sector en la economía local es importante conocer su funcionamiento en aras de establecer estrategias de desarrollo para potencializar su competitividad.

En este contexto, se desarrolló la presente investigación cuyo objetivo queda enmarcado como: “Analizar las estrategias productivas de la concentración de microempresas dedicadas a la producción de queso para generar una primera caracterización de sistemas productivos”. Para lograr este fin se trabajó con la etapa de diagnóstico de la guía metodológica para la activación territorial con enfoque de sistemas agroalimentarios localizados (AT-SIAL) (IICA, 2013), considerándose los actores económicos que interactúan en la cadena productiva, las articulaciones entre actores los productos lácteos fabricados, la tecnología empleada en el proceso de elaboración y los recursos específicos propios del lugar.

Sobre la agroindustria láctea en Hidalgo

En el estado de Hidalgo tanto la producción lechera y la industria láctea juegan un papel importante en su economía. Con respecto a la producción de leche, la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (SEDA-GRO), (2017), reporta para el cierre del 2017 una producción estatal total de 418 mil 127 Litros. Este volumen de leche se produce en las tres cuencas lecheras del estado: Tizayuca, Valle de Tulancingo y Valle del Mezquital. Cada una de las cuencas lecheras tienen características particulares. En Tizayuca y el Valle de Tulancingo se caracterizan por albergar grandes empresas como Nestlé, LALA y Alpura quienes son las principales acopiadoras del lactcinio, el que posteriormente utilizan para la producción de derivados lácteos y leche pasteurizada. Mientras que, en el Valle de Mezquital es la industria quesera artesanal la princi-

pal acopiadora, y el destino de la leche es la elaboración de diferentes tipos de quesos (oaxaca, panela, manchego), crema y requesón.

En el Valle del Mezquital, en particular en el municipio de Ixmiquilpan, la producción de leche de ganado bovino, representa una producción de 22 mil 912 litros con un valor de 108 mil 826 pesos (SIAP, 2017), siendo insumo directo para la industria láctea de la región. Además destaca que las microempresas dedicadas a la elaboración de quesos en Ixmiquilpan se caracterizan por ser emergente, surge con el objetivo de dar un valor agregado al lactcinio que se capta en los centros de acopio del municipio, actividad impulsada por la Secretaría de Ganadería del Estado de Hidalgo a través de la Comisión Estatal de la Leche (CEL).

Sobre los Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL)

Con el enfoque de Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL), se busca identificar los beneficios tecnológicos y económicos que tienen las empresas de un mismo sector cuando están se encuentran bajo los efectos de una concentración geográfica. En ese sentido se entiende por SIAL, a los sistemas constituidos por organizaciones de producción y de servicio (unidades agrícolas, empresas agroalimentarias, empresas comerciales, restaurantes, etc.) asociadas mediante sus características y su funcionamiento a un territorio específico. El medio, los productores, las personas, las instituciones, su saber-hacer, sus comportamientos alimentarios, sus redes de relaciones; se combinan en un territorio para producir una forma de organización agroalimentaria en una escala espacial dada (Muchnik, 2010).

Cuando se trabaja con el SIAL, se sugiere utilizar la metodología de la activación territorial (AT), la cual comprende cuatro fases: a) Preparación y planeación; b) diagnóstico; c) Diálogo para la activación y d) implementación. El objetivo de utilizar esta metodología es la gestión territorial, es decir observar a los actores de una región como agentes activos que se apropian de su proceso de desarrollo. Esto se logra mediante la aplicación de políticas públicas adecuadas. Desde esta perspectiva, la noción de territorios es entendida como un espacio construido histórica y socialmente, en donde la eficacia de las actividades económicas esta fuertemente condicionada por vínculos de proximidad y pertenencia a este espacio (IICA, 2013).

El trabajo teórico y práctico bajo la perspectiva de la Activación Territorial con enfoque de Sistemas Agroalimentarios Localizados (AT-SIAL), se ha llevado a cabo en diferentes países de América Latina, y como consecuencia se ha impulsado el desarrollo del Enfoque SIAL. Éste se ha aplicado para el análisis de las actividades productivas en el campo, así como un método de activación de concentraciones de AIR en un territorio (la Activación SIAL). Por ejemplo, los trabajos realizados en las queserías en Cajamarca, Perú, y en la Sierra de Jalmich y la Selva Lacandona, México, permitieron avanzar en temas como la importancia de las acciones colectivas y la calificación territorial en los procesos de Activación SIAL (Boucher, 2010; Boucher, 2013; Poméon, 2011). Las experiencias en la Activación SIAL y la gestión territorial demuestran el potencial de promover un desarrollo territorial basado en procesos colectivos que activen recursos específicos.

El impacto de desarrollo de ese tipo de investigaciones, como la que

se presenta, radica en generar estrategias de desarrollo rural o comunitario encaminadas a la valorización de los alimentos locales, no sólo conservar el patrimonio alimenticio de los pueblos, sino también representa una alternativa para garantizarles la seguridad y soberanía alimentaria, además de ser una propuesta que permite mejorar la calidad de vida de las poblaciones ubicadas en medios rurales, y en tal sentido reducir los índices de pobreza, desempleo y migración.

Materiales y métodos

El estudio analizó las queserías ubicadas en Ixmiquilpan Hidalgo, se trabajó con el enfoque de Sistemas Agroalimentarios Localizados (SIAL), entendido como el conjunto de pequeñas empresas vinculadas por una actividad común, utilizándose la etapa del diagnóstico del método de activación de recursos territoriales, según lo sugiere Boucher (2002).

Dada la carencia de datos del número y ubicación de queserías en la zona de estudio, como primer paso se consultó el INEGI quien reporta 24 unidades de producción dedicadas a la transformación, venta y aprovechamiento de leche; sin embargo, a la Comisión para la Protección de Riesgos Sanitarios del Estado de Hidalgo (COPRISEH), Delegación Ixmiquilpan solo tiene registradas 11 microempresas; dada la protección de datos, únicamente fue posible obtener el nombre de las comunidades en las que se encuentran las microempresas por lo cual en una segunda etapa y como resultado de trabajo de campo se procedió a ubicar a cada una de las microempresas y el nombre de los propietarios. Las queserías se referenciaron con un Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

La etapa de diagnóstico se dividió en fases:

Fase 1: Acercamiento a la zona de concentración de microempresas de lácteos, con la finalidad de conocer aspectos geográficos del lugar, identificación de los actores económicos que interactúan en la cadena productiva, los productos lácteos elaborados y la identificación de los recursos específicos.

Fase 2: Profundización, para obtener información más precisa de la cadena productiva se aplicó una entrevista semiestructurada a 10 microempresas localizadas en la etapa de acercamiento, una de ellas no estuvo dispuesta a colaborar. El cuestionario aplicado de forma individual a cada uno de los microempresarios estuvo dividido en:

- 1) Datos personales.
- 2) Perfil del propietario.
- 3) Características técnico productiva de la microempresa.

Con la información obtenida se generó la cadena productiva, explicando cada uno de sus elementos. Posteriormente, con la información que se obtuvo de las agroindustrias se codificó en una base de datos de Excel para establecer los perfiles de las microempresas considerando las variables de:

- 1) Volumen de leche procesado.
- 2) Número de productos lácteos elaborados.
- 3) Obtención de materia prima –leche.
- 4) Tipo de mano de obra.
- 5) Fuente de ingresos.

- 6) Antigüedad en la producción de quesos.
- 7) Mercado o puntos de venta.

Resultado

Derivado de la fase 1, se encontró que la producción tradicional de quesos en el municipio de Ixmiquilpan, Hidalgo, se deriva de un conjunto de 24 microempresas registradas y monitoreadas por COPRISEH, distribuidas en las localidades de Dios Padre, Colonia el Nith, Bangandho, Cañada Chica, El Bondo, Taxadho, Santa Alicia, La Reforma y Taxadho; todas aledañas a la cabecera municipal. Es importante destacar que dado que las microempresas se encuentran en localidades con menos de 2 mil 500 habitantes la agroindustria se clasifica como rural (INEGI 2013). Para la investigación se habla de microempresas de lácteos o queserías, pero en este caso se hace alusión al concepto de agroindustria rural.

Un aspecto que no hay que dejar a un lado es que la concentración de las microempresas se ubica en proximidad con la principal vía terrestre, la Carretera México-Laredo, lo que facilita la adquisición de la materia prima, insumos, equipo, maquinaria y la comercialización de los productos lácteos (Figura 1).

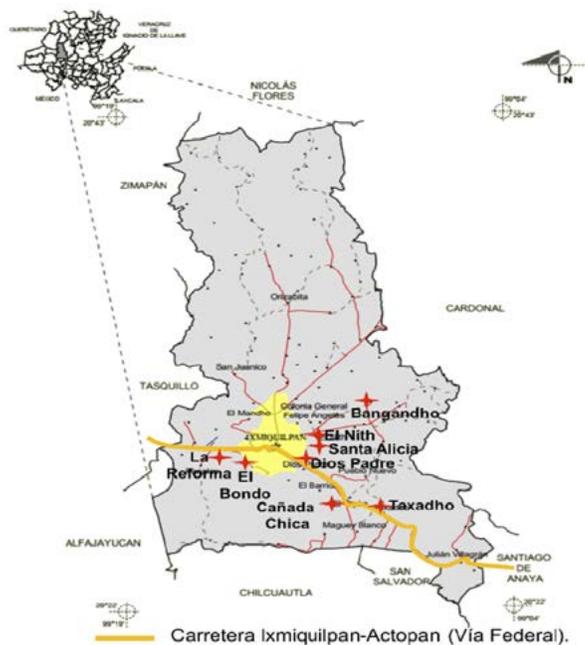


Figura 1. Ubicación de microempresas de lácteos en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Como se refiere en la metodología, se trabajó con diez microempresas que estuvieron dispuestas a colaborar con la investigación. En ese sentido, se encontró que el 60% de las microempresas están registradas como Sociedad de Producción de Riesgo Limitado (S.P.R. de R.L), 20% como Sociedad Cooperativa y un 20% trabaja sin registro, constituyéndose principalmente como empresas familiares, con un promedio de 15 a 18 años en el mercado, aunque un 30% de ellas tienen 6 años en el mercado.

El 50% de los productores entrevistados refirieron que adicional a la transformación de la leche se dedican a la agricultura y a la cría de ganado bovino lechero, razón principal por la cual decidieron invertir en una quesería, agroindustria que contribuye a dar valor agregado a la leche; otras razones por las cuales se incursiona en este tipo de negocio es por tradición; es decir, sus padres se dedicaban a pequeña escala a la transformación de la leche y ellos “al crecer”, lo convirtieron en una fuente de ingresos con la intención de dar valor agregado a la leche; esto hace que actualmente los que dirigen la microempresa son personas entre 35 y 50 años, lo que indica que los productores relativamente jóvenes se han iniciado en la producción de quesos o han continuado con el manejo de la empresa familiar.

Es importante mencionar que solo el 30% de las microempresas han recibido apoyo financiero por parte de Gobierno del Estado para la transformación de la materia prima, la capacitación recibida por las microempresas ha sido otorgada por la COPRISEH como un requisito establecido en el proceso de verificación del cumplimiento a las buenas prácticas de manufactura (BPM).

En el 100% de las empresas la responsabilidad y la toma de decisiones recae en el dueño de la misma, quien se encarga del proceso de elaboración, la comercialización, el suministro de insumos, compra de equipo y maquinaria. Es común la participación de la esposa e hijos, la asociación entre hermanos o el contar con un trabajador de confianza.

Con respecto a la mano de obra que trabaja en las microempresas el 46% es familiar y el 54% es contratada. El personal contratado es de la región y regularmente ocupan los puestos ofertados en el área de producción, los puestos estratégicos de toma de decisiones están ocupados por miembros de la misma familia. Las microempresas tienen un rango de 5 a 7 empleados, los cuales tienen funciones diversas, es decir deben ser multifuncionales; trabajan regularmente jornadas de ocho horas con un día de descanso a la semana.

Cadena productiva de microempresas procesadoras de leche

La cadena de valor para las microempresas procesadoras de leche ubicadas en Ixmiquilpan, Hidalgo, está conformada por el conjunto de agentes económicos interrelacionados y que añaden valor en el flujo del producto desde la producción primaria hasta el consumidor. Entre estos se encuentran el productor lechero, los recolectores de leche, boteros, centros de acopio, industria procesadora, el proceso de comercialización y el consumidor final. De igual manera en esta cadena se consideran los actores y actividades que contribuyen a la operación de la cadena básica de la leche, como son: proveedores de insumos y servicios y organismos públicos y privados ligados al desarrollo de la actividad (Figura 2). En seguida se describen cada uno de los elementos de la cadena productiva.



Figura 2. Cadena productiva de microempresas de lácteos en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Producción primaria y acopio

En el sector primario se identifican los productores de leche, que cuentan con un hato ganadero de entre 10 y 20 vacas de raza Holstein e integran la producción agrícola con la ganadera, la mano de obra utilizada es la familiar y superficies de tierra cultivada principalmente con alfalfa y maíz forrajero para el sostenimiento de la actividad agropecuaria. Los pequeños productores utilizan como canales de comercialización de la leche, a los boteros y a los recolectores.

Los ganaderos establecen la venta directa de la leche con las microempresas cuando se localizan en la misma comunidad o si sus recursos técnicos, transporte propio, les permite trasladar el lactificio a la microempresa.

La negociación con el recolector se realiza cuando la localidad está alejada de la microempresa o cuando es la misma microempresa la encargada de recolectar la leche. Si existe un centro de acopio en la localidad entonces el productor pecuario lleva la leche a él. Es importante destacar que la relación que existe entre los proveedores de leche a las microempresas está basada en la confianza, es decir no existen los contratos formales. El pago de la leche se hace cada semana por el quesoero y es él quien establece el precio de la leche. Si la leche es adquirida en los centros de acopio es la Comisión Estatal de la Leche, dependiente de la Unión Ganadera del Estado de Hidalgo, es quien establece los precios y a través de un técnico realiza las pruebas de plataforma de la leche.

Los proveedores de leche de la microempresa no cuentan con parámetros de calidad para su recepción, aun cuando los microempresarios están ciertos de que la alimentación de los animales, el contenido de grasa, la adulteración de la leche con agua, la acidez y los antibióticos afectan la calidad de los productos terminados y el rendimiento. Por otro lado, el volumen de leche entregado a las microempresas está en función de la época del año, en consecuencia, las microempresas tienden a disminuir la producción de quesos o utilizan leche en polvo para incrementar el rendimiento.

Industrialización

La transformación de la leche se realiza en establecimientos que forman parte del predio familiar, solo dos microempresas tienen sus instalaciones fuera del mismo. En general se trata de pequeños locales que cuentan con lo básico para el proceso de elaboración de los quesos como las tinas de recepción, calentamiento y cuajada de la leche, paila de homogeneización, lira, agitador, mesas de trabajo, moldes, prensa, molinos y básculas.

El tipo de tecnología es muy similar entre empresas, combinan equipo de plástico, madera y acero inoxidable. Esto se explica dado que existe una interacción constante entre los productores de queso lo que favorece la promoción de la tecnología y la similitud de la utilización. Los lugares de adquisición de la tecnología están relacionados con los centros de comercialización de los productos lácteos como la Ciudad de México, Pachuca y Querétaro.

Los tipos de productos lácteos y la transmisión de los conocimientos

El 40% de las microempresas procesan entre 4000 y 4500 L un 50% transforman 3500 L y solo un 10%, 1000 L por día. En ese sentido, podríamos hablar de dos grupos de empresas, las que procesan más de 3000 L se consideran comerciales mientras que las de 1000 L como tradicionales o artesanales (Figura 1), aun cuando no existe diferencia tecnológica entre este tipo de microempresa.

En promedio el 80% de la leche se transforma en queso tipo Oaxaca, un 7.70% en queso panela, 4.67% en queso manchego, 4.38% en queso rancho y un 5.67% es destinado a otro tipo de productos como yogurt, crema, mantequilla o requesón. El queso panela ofertado regularmente es natural, aunque para diversificar sus productos y mejorar la penetración en el mercado se llega a producir queso enchilado rojo y verde. El primero se elabora con chile chipotle y el segundo chile serrano y epazote.

De igual manera el queso Oaxaca y manchego puede ser elaborado natural, enchilado rojo y enchilado verde, este último elaborado muy pocas veces. Durante la entrevista, no se detectaron diferencias en cuanto a la elaboración del proceso de producción de los diferentes tipos de quesos. El 70% de los productores refirieron que la elaboración de queso Oaxaca se realiza sin con leche sin pasteurizar, el argumento es que el queso obtenido tiene otro sabor, olor y textura. Adicionalmente se observó que los productores empiezan a utilizar leche en polvo y otros aditivos para mejorar sus rendimientos y empiezan a incursionar en la producción de quesos análogos; a pesar de que sus consumidores prefieren el queso elaborado 100% de leche.

En la Figura 3, se realiza la descripción general del proceso de producción comúnmente utilizado por las microempresas.

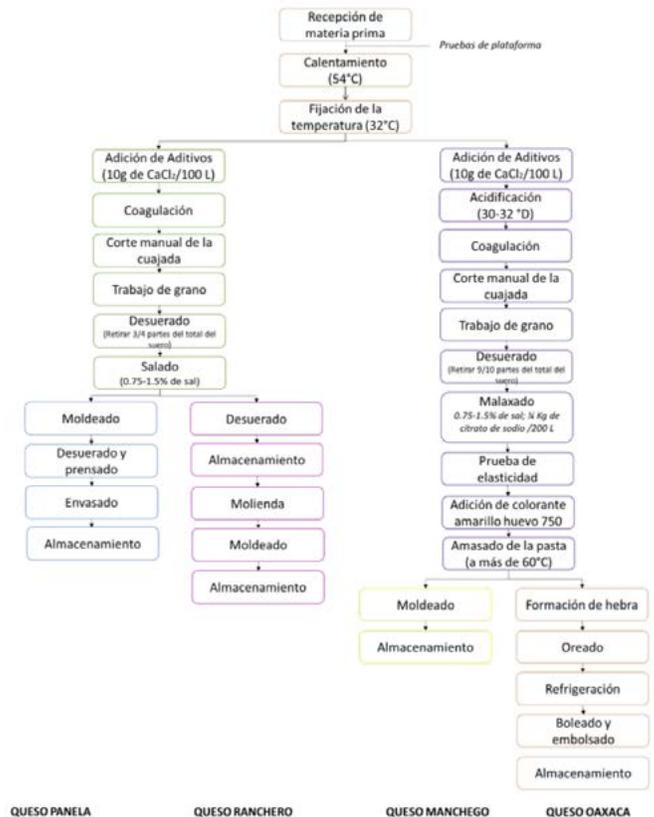


Figura 3. Proceso de producción general para la elaboración de los quesos más comunes en las queserías ubicadas en Ixmiquilpan, Hidalgo.

La comercialización de los productos lácteos

La producción de quesos se comercializa al menudeo y al mayoreo en centros de consumo cercanos, dadas las características particulares de los quesos producidos de poca vida de anaquel, volumen reducido y venta individual. Se identifican dos canales de comercialización, venta directa al consumidor o a través de un intermediario.

El comercio al mayoreo realizado por un 30% de las microempresas se realiza con los intermediarios, vínculo entre las queserías y los consumidores. La relación de compra venta se basa en acuerdos de confianza, solo de forma ocasional existen contratos formales. La venta implica el cumplimiento de la cantidad estipulada y el cambio de los productos si éstos no se venden en un tiempo determinado, pérdida que absorbe el productor de queso. El precio se fija de acuerdo a los intermediarios y conforme el precio que predomine en el mercado local (Ixmiquilpan) o al que predomine en las cremerías o tiendas ubicadas en el municipio, el estado de Hidalgo, Querétaro o Ciudad de México. El mismo productor traslada los productos a las cremerías o tiendas de conveniencia o los compradores acuden directamente a la microempresa.



La venta al menudeo se lleva a cabo en cremerías y tiendas de conveniencia que venden los productos lácteos y que se ubican en el centro del municipio de Ixmiquilpan, beneficiándose del turismo que acude al municipio los fines de semana. Es importante destacar que el 60% de las microempresas cuentan con local propio, para la venta de sus productos lácteos.

Del total de queso producido en las microempresas se estima que el 65% es colocado en el municipio de Ixmiquilpan en tiendas de abarrotes, cremerías, con cocineras, pizzerías y el resto se coloca en Querétaro y Ciudad de México, principalmente en las centrales de abasto.

Caracterización de los sistemas productivos de las microempresas

Como se refiere en la metodología atendiendo las variables de:

- 1) Volumen de leche procesado.
- 2) Número de productos lácteos elaborados.
- 3) Obtención de materia prima –leche.
- 4) Tipo de mano de obra.
- 5) Fuente de ingresos.
- 6) Antigüedad en la producción de quesos.
- 7) Mercado o puntos de venta, se construyó una matriz que permitió clasificar a las microempresas de la región (Figura 4).

Es importante destacar que el factor determinante que permite dicha clasificación es el volumen procesado en cada una de las queserías, dado que para el resto de las variables no se observa una diferencia significativa entre ellas. Esto se explica debido a los fuertes mecanismos de comunicación que existen entre los dueños de las queserías pues es común encontrar que entre ellos se comparta información sobre aditivos, maquinaria, estrategias de producción, actualización en etiquetado, entre otros. Este factor cobra importancia al momento de generar estrategias de desarrollo tecnológico y/o transferencia de tecnología.

Clasificación de microempresa	Características
Comercial	<p>Procesan más de 3500 L de leche por día. Tienen mano de obra familiar y contratada. 80% de su producción se destina a la elaboración de queso oaxaca. Producen queso oaxaca y manchego tradicional, enchilado (rojo y verde). Tienen diversidad de productos: queso oaxaca, panela, manchego, ranchero, requesón, queso asadero, entre otros. La materia prima utilizada es obtenida de sus propios hatos ganaderos, de los centros de acopio o de recolectores. Comercializan en el mercado local, regional y en el Estado de Hidalgo, Querétaro y Ciudad de México. Cuentan con un local propio para venta al mayoreo o menudeo. Al menos han recibido un curso de Buenas Prácticas de Manufactura impartido por COPRISEH o alguna otra entidad de gobierno, como estrategia para el cumplimiento de la normatividad. Empiezan a incursionar en la producción de quesos análogos. Consideran a la calidad e inocuidad de sus productos como estrategias de permanencia en el mercado. Cuentan con los permisos necesarios para su funcionamiento (COPRISEH y SHCP).</p>
Familiar	<p>Procesan menos de 3500 L de leche por día. Toda su producción se destina al queso oaxaca y ocasionalmente al ranchero y manchego. La mano de obra es familiar. La materia prima utilizada es obtenida de sus propios hatos ganaderos que no suman más de 10 cabezas. Procesan la leche para complementar su economía familiar. Comercializan en el mercado local del municipio. No cuentan con capacitación. Complementan la actividad agropecuaria con la producción de lácteos. Los quesos producidos son 100% de leche de vaca, sin embargo es cuestionable su inocuidad.</p>

Figura 4. Clasificación de las microempresas de lácteos en Ixmiquilpan, Hidalgo.

Conclusiones

Las microempresas queseras de Ixmiquilpan, Hidalgo, se caracterizan por la homogeneidad en el volumen de leche procesada, la forma de abasto de la materia prima, los productos lácteos elaborados, la tecnología empleada en el proceso de elaboración y en la participación de actividades organizativas.

Las microempresas poseen características que potencialmente les permiten generar procesos dinámicos de desarrollo local. Entre éstas se pueden mencionar las siguientes: pequeña escala; capacidad de reacción rápida y flexible; acceso a segmentos de mercados específicos; arraigo territorial, comunitario e identidad cultural y su capacidad de concentrarse espacialmente.

Los eslabones conformados por los productores de leche, recolectores y productores de queso constituyen el territorio de producción en Ixmiquilpan, Hidalgo y los factores que propician la articulación en la cadena productiva derivan del requerimiento de materia prima de las agroindustrias –microempresas queseras- y la necesidad de los productores de leche para comercializar la producción.



Bibliografía

+ Boucher F. y H. Riveros (2000). *Agroindustria y agroindustria rural. Elementos conceptuales y de reflexión*, Serie Documentos de Trabajo PRODAR, número 12, IICA/PRODAR, Lima, Perú, 41 pp. http://publications.cirad.fr/une_notice.php?dk=476814

+ Boucher, F. (2013). *La viabilidad de la Agroindustria Rural (AIR). El caso de las AIR de la selva Lacandona, Chiapas-México. Agroalimentaria*, 19(36): 71-86. Universidad de los Andes Mérida, Venezuela. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/1992/199228426009.pdf>

+ Boucher, F. (2002). *El sistema agroalimentario localizado de los productos lácteos de Cajamarca: una nueva perspectiva para la agroindustria rural.*

+ *Sociedades Rurales, Producción y Medio Ambiente*. (3)2:2, pp. 1-28. Disponible en <http://agritrop.cirad.fr/511299/>

+ FAO (2013). *Agroindustrial para el desarrollo*. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i3125s.pdf>

+ Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2013). *Guía metodológica para la Activación Territorial con enfoque de Sistemas Agroalimentarios Localizados (AT-SIAL)*. México. Disponible en <http://repiica.iica.int/docs/B3351e/B3351e.pdf>

+ Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2005). *Ixmiquilpan, Estado de Hidalgo. Cuaderno estadístico Municipal*. INEGI. México. Recuperado el 03 de julio de 2018 disponible en <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/cem05/info/hgo/m030/mapas.pdf>

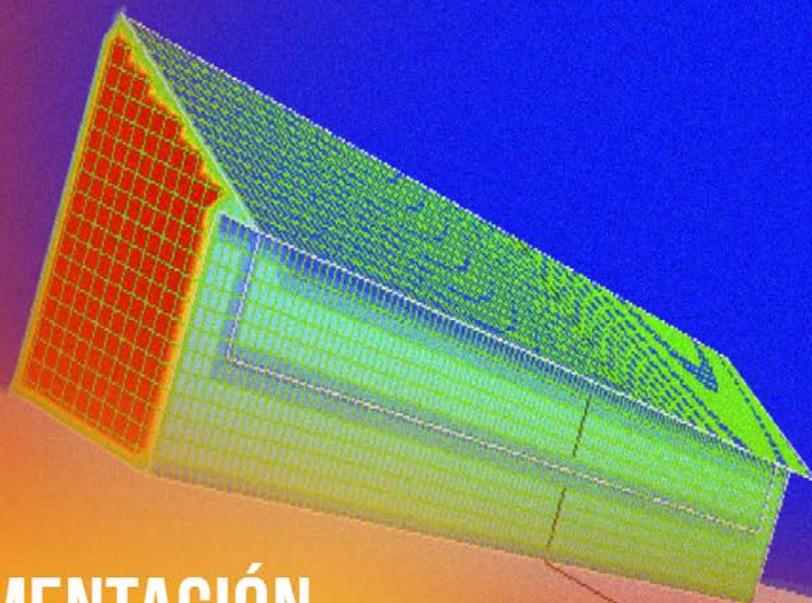
+ Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2014). *Censo Económico. Minimonografías. Estado de Hidalgo*. Disponible en https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ce/2014/doc/minimonografias/mhgo_ce2014.pdf

+ Muchnik, J., Pichot, J.P., Rawski, C.Sanz, C. J., y Torres, S G. (2008). *Systèmes agroalimentaires localisés*. En: *Cahiers Agricultures*, 17 (6): 505-636. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/263782098_Dossier_Systemes_agroalimentaires_localises

+ Poméon, T. Barragan, L.E., Boucher, F., Cervantes E.F. (2011). *¿Denominación de origen o denominación genérica?: el caso del queso Cotija*, en: Boucher, F. y V. Brun, *De la leche al queso. Queserías rurales en América Latina*, Miguel Ángel Porrúa, México, 2011. pp. 47-72. Capítulo disponible en https://agritrop.cirad.fr/552737/1/document_552737.pdf

+ Requier, D. D. (2004). *Agroindustria rural, acción colectiva y SIALES: desarrollo o lucha contra la pobreza?*. *Memorias del Congreso Internacional Agroindustria Rural y Territorio (ARTE)*. Toluca, Estado de México, 17 pp.

+ Secretaría de Desarrollo Agropecuario (2017). *Leche Bovino. Compendio digital*. Gobierno del Estado de Hidalgo. Recuperado el 20 de julio de 2018 disponible en <http://sedagro.hidalgo.gob.mx/?p=6994>.



REVISIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE MODELOS DE RADIACIÓN DE LUZ NATURAL

PARA UNA CONSTRUCCIÓN AGRÍCOLA UTILIZANDO LA TÉCNICA CFD DE ANSYS FLUENT WORKBENCH

Artículo arbitrado 21

Edición 15

Francisco Betanzos Castillo¹, Everardo Jiménez Campuzano² y Reynaldo Cortes Solis³

^{1,2,3} Tecnológico Nacional de México/ TES
Valle de Bravo
Km 30 de la Carretera Federal Monumento
- Valle de Bravo,
Ejido de San Antonio de la Laguna,
Valle de Bravo C.P. 51200



francisco.bc@vbravo.tecnm.mx

Recibido: Agosto 16, 2020.

Recibido en forma revisada: Noviembre 6, 2020.

Aceptado: Noviembre 11, 2020.

Resumen: Las instalaciones de energía lumínica cuyo entorno no está controlado artificialmente tiene una dependencia total de las horas de luz del exterior, para contrarrestar esta limitación y aumentar el flujo luminoso se desarrolló el estudio y diseño, a fin de iluminar con luz natural las instalaciones agrícolas, de un sistema de vigilancia y redireccionamiento solar, utilizando concentradores para captar, concentrar e introducir el redireccionamiento de la luz solar en el espacio a iluminar y disminuir el uso y el costo de la energía convencional. El concentrador obtuvo factores de concentración entre 1.7 y 3.6. Los aspectos críticos que determinaron la concentración de luz natural fueron el ángulo de aceptación (45.68°), la orientación (45° y 90°) y la reflectancia del material utilizado (95%), además, se logró reducir las dimensiones que ocupan estos sistemas, conservando la iluminancia. Se probó que este sistema aumentó la iluminación del espacio interior en donde la luz no llegaba de forma natural, mejorando los niveles de iluminancia (300-500 lx), según CIE (Commission Internationale l'Eclairage), se utilizó la técnica de simulación CFD utilizando Fluent Ansys Workbench, que generó confianza en el modelo a utilizar y certeza para la instalación y las actividades realizadas dentro de la construcción agrícola seleccionada.

+ **Palabras clave:** Iluminación natural, patrones de radiación, técnicas de simulación de CFD, construcción agrícola.

Abstract: The light energy installations whose environment is not artificially controlled have a total dependence on the hours of light from the outside, to counteract this limitation and increase the luminous flow the study and design was developed, in order to illuminate with natural light the agricultural installations, of a system of solar monitoring and redirection, using concentrators to capture, concentrate and introduce the redirection of the solar light into the space to be illuminated and to reduce the use and cost of conventional energy. The concentrator obtained concentration factors between 1.7 and 3.6. The critical aspects that determined the concentration of natural light were the angle of acceptance (45.68°), the orientation (45° and 90°) and the reflectance of the material used (95%). In addition, it was possible to reduce the dimensions that these systems occupy, conserving the illuminance. It was proven that this system increased the illumination of the interior space where the light did not reach naturally, improving the illuminance levels (300-500 lx). According to CIE (Commission Internationale l'Eclairage), the CFD simulation technique was used using Fluent Ansys Workbench, which generated confidence in the model to be used and certainty for the installation and the activities carried out within the selected agricultural construction.

Keywords: *Natural lighting, radiation patterns, CFD simulation techniques, agricultural construction.*

Introducción

La luz solar es fundamental en las actividades agrícolas, ya que es una fuente de energía natural que rige y determina procesos fisiológicos como la fotosíntesis, el fotoperíodo, la fotomorfogénesis y el fototropismo, junto con el aumento de la temperatura y la pérdida de agua que, si se pasan por alto, pueden afectar a la salud y la productividad de los ocupantes de los edificios construidos para la producción de alimentos y el cultivo. Dentro de las actividades biológicas que los seres vivos llevan a cabo a lo largo de su vida, las que más ocupan, no sólo en el tiempo sino también en el espacio, son el trabajo, la producción, el descanso, entre otras.

En este sentido, estas actividades, para que puedan desarrollarse de manera efectiva, requieren que la luz (característica ambiental) y la visión (característica personal) se complementen, ya que se considera que el 50% de la información sensorial que reciben los animales es de tipo visual, es decir, tiene como fuente primaria la luz, en el caso de las plantas se requiere para llevar a cabo el proceso de la fotosíntesis. La integración de estos aspectos traerá mayor productividad, comodidad y seguridad de manera eficiente y efectiva.

La intensidad luminosa que experimentan los animales alojados cerca de la fuente puede diferir notablemente de la que experimentan los más alejados porque la intensidad es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la fuente de luz. Hay pocos estudios sobre el efecto de la calidad de la luz o del espectro de la luz en los animales. Se ha descubierto que la iluminación de las habitaciones donde se alojan los animales debe tener las características de la luz solar en la medida de lo posible. Ante esta situación, presentamos el trabajo de modelización y simulación del proceso de transporte de la luz natural dentro de una instalación ganadera, donde se alojarán los conejos, y las jaulas deben ser colocadas donde las condiciones de confort visual y de climatización

permitan tener una mayor y mejor producción.

Esto llevó utilizar una técnica de modelización y simulación de CFD utilizando Fluent de Ansys Workbench, ya que permitió seleccionar y aplicar el modelo radiativo adecuado, también permitió modelizar la geometría de las instalaciones y representar los parámetros a considerar para la modelización, como son: La temperatura del ser vivo, la temperatura ambiente, la presión atmosférica, la ubicación y orientación de la construcción, la altura adecuada de las jaulas, para que el modelo pueda ser validado y pueda ser construido y colocado en las posiciones indicadas. El modelo mostró las mejores condiciones y ubicaciones para aprovechar la iluminación natural más prolongada, sin causar estrés en el animal, proporcionar confort visual y condiciones para mejorar su producción. Esta técnica de simulación se utilizó por la eficiencia al momento de realizar los modelos matemáticos seleccionados, además de que en el momento de la investigación y aplicación Matlab no había lanzado al mercado el toolbox de QuickerSim CFD para MATLAB, en una segunda fase del proyecto se recomienda utilizar esta simulación para comprobar resultados obtenidos y poder validar el modelo utilizado, así como los resultados obtenidos.

En la Tabla 1, se muestra un comparativo de dos herramientas existentes en el mercado, que realizan análisis CFD, Módulo FloEFD de CATIA V5 y Fluent. Ambas existentes en el momento de la investigación y aplicación del estudio.

Tabla 1. Cuadro comparativo entre Módulo FloEFD de CATIA V5 y Fluent.

Característica	FloEFD de CATIA V5	Fluent de ANSYS
Se adapta fácilmente a un número de Reynolds bajo	Muy bueno	bueno
Errores relativos debido a los cálculos asociados a la sustentación	Bajo	Bajo
Errores relativos asociados a la resistencia	Carece	Carece
Cálculos de la fuerza de sustentación	Converge (fuerza)	En ocasiones no converge, principalmente al modelo κ - ϵ
Generación y refinamiento automática de malla	Fácil	Compleja
Interfaz amigable	Sí	No
Control más preciso de la malla	Bajo	Alto
Software que permite una que los problemas converjan con más facilidad que otros programas	Alto	Bajo
Tiempo de cálculo	Alto	Bajo
Fácil adquisición	Alto	Bajo

Marco teórico

La mayoría de las actividades humanas y biológicas en la tierra están gobernadas y potenciadas por el sol, ya que éste ha sido una fuente de iluminación a lo largo de la historia de la humanidad. El desarrollo y el uso de luces artificiales eficientes ha llevado al ser humano a separarse del saludable y mejor recurso de iluminación: la luz natural. Los estudios han demostrado beneficios en la salud, seguridad y productividad laboral cuando las construcciones se iluminan de forma natural (Roche, 2000). Además de la calidad de la luz natural, otras razones por las que se utiliza es su compatibilidad con los sistemas de control de la iluminación para lograr una reducción del uso y el costo de la energía convencional, logrando así un sistema sostenible.

La luz solar es indudablemente beneficiosa para las instalaciones de vivienda (calidad del aire, materiales no tóxicos y salud de los ocupantes) (Gissen, 2002), y es paradójico utilizar la luz artificial durante las horas de luz diurna, ya que hay una gran abundancia de luz natural para la iluminación (Muhs, 2000). En consecuencia, aunque la luz artificial proporciona niveles suficientes de iluminación, no puede proporcionar comodidad fisiológica y psicológica (Brainard y Glickman, 2003) (Jenkins y Munner, 2003: 2004). Pero a veces no es posible transportar la luz natural al interior de los locales con simples ventanas y/o cúpulas. Los concentradores solares junto con los lumiductos son sistemas pasivos, y representan una solución sencilla al problema de la deficiencia de luz natural.

Nivel de luz en la actividad ganadera

Dentro de las actividades biológicas que los seres vivos llevan a cabo a lo largo de su vida para que puedan desarrollarse de manera efectiva, requieren que la luz (característica ambiental) y la visión (característica personal) se complementen, ya que se considera que el 50% de la información sensorial que reciben los animales es de tipo visual, es decir, tiene como fuente primaria la luz, en el caso de las plantas se requiere para llevar a cabo el proceso de la fotosíntesis. La integración de estos aspectos traerá consigo una mayor productividad, comodidad y seguridad de manera eficiente y efectiva.

La intensidad luminosa que experimentan los animales alojados cerca de la fuente puede diferir notablemente de la que experimentan los más alejados porque la intensidad es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia de la fuente de luz. Hay pocos estudios sobre el efecto de la calidad de la luz o del espectro de la luz en los animales. Se ha descubierto que la iluminación de las habitaciones donde se alojan los animales debe tener las características de la luz solar en la medida de lo posible.

El fotoperíodo es probablemente la característica de la luz que influye en la mayoría de los animales. Influye en los ritmos circadianos que se encuentran en los aspectos bioquímicos, fisiológicos y de comportamiento en los modelos animales estimulados y sincronizados a través de la vía neuroendocrina. El ciclo circadiano puede afectar a la respuesta del animal a los fármacos o a su resistencia a los organismos infecciosos inoculados (Mcsheehy, 1983). La relación luz / oscuridad puede afectar al rendimiento reproductivo y a la madurez sexual. Se cree que, si se produce un cambio en el fotoperíodo de un animal, no se deben realizar

experimentos en él durante al menos una semana (Davis, 1978). Si el período de luz se interrumpe por la oscuridad, hay pocos efectos importantes; por el contrario, si ocurre lo contrario, los ritmos endógenos pueden verse afectados significativamente. En la Tabla 2, se muestran las necesidades de iluminación por especie.

Tabla 2. Consideraciones sobre la iluminación específica del medio ambiente

Especies	Iluminación [Lx]
Ganado	215 - 538
Cameros	538
Puercos	500-1000
Caballos	200-800
Aves de corral	10-35

Fuente: Canadian Animal Protection Council (CCPA).

En México la NOM-025-STPS-2008 que regula las condiciones de iluminación en los centros de trabajo especifica la cantidad de iluminación para áreas de trabajo en general, no considerando las instalaciones agropecuarias, por lo que es un área de oportunidad el validar estos valores propuestos por la CCPA y aplicarlos como norma en México.

CFD for Ansys workbench

La Dinámica de Fluidos Computacional (CFD), tiene un gran potencial para predecir el control del flujo de aire, la distribución de la temperatura y la radiación, esenciales para asegurar condiciones de producción óptimas y ambientes de trabajo saludables en las construcciones animales. El uso satisfactorio de la técnica requiere el conocimiento de los métodos apropiados para manejar las condiciones límite y las distribuciones de malla en el espacio aéreo (Bjerg, 2002).

La dinámica de fluidos computacional se basa en las ecuaciones que rigen la dinámica de fluidos (continuidad, impulso y energía). Estas ecuaciones son expresiones matemáticas de los tres principios físicos que rigen la dinámica de fluidos:

- Conservación de la masa.
- La segunda ley de Newton.
- Conservación de la energía.

Su deducción se explica típicamente a través de un balance de masa y energía sobre un volumen de control, la Ecuación 1, es una forma generalizada de expresión (Anderson, 1995).

$$\frac{\partial(\rho\phi)}{\partial t} + \nabla \cdot (\partial\pi\phi) = \nabla \cdot (\Gamma\nabla\phi) + S\phi \quad (1)$$

Metodología

Para el desarrollo de la simulación 3D CFD, se tomó la decisión de utilizar el modelo de Rosseland para la radiación en la construcción agrícola, considerando las características ambientales: Posición del sol, Cálculo del tiempo, Ecuación del tiempo, Corrección de la longitud, Ángulos solares, Ángulo de declinación, δ . El ángulo de declinación solar en un día cualquiera se considera constante para los cálculos de ingeniería, mostrados en la Tabla 3 (Kreith y Kreider, 1978; Duffie y Beckman, 1991).

Tabla 3. Día recomendado y número medio para cada día del mes.

Mes	Número del día	Día promedio del mes		
		Fecha	N	δ (grados)
Enero	i	17	17	-20.92
Febrero	$31+i$	16	47	-12.95
Marzo	$59+i$	16	75	-2.42
Abril	$90+i$	15	105	9.41
Mayo	$120+i$	15	135	18.79
Junio	$151+i$	11	162	23.09
Julio	$181+i$	17	198	21.18
Agosto	$212+i$	16	228	13.45
Septiembre	$243+i$	15	258	2.22
Octubre	$273+i$	15	288	-9.60
Noviembre	$304+i$	14	318	-18.91
Diciembre	$334+i$	10	344	-23.05

Se proponen para la simulación las ecuaciones de continuidad Ecuación 2, momento Ecuación 3 y energía Ecuación 4:

$$\frac{\partial U_i}{\partial x_i} = 0$$

Para $\phi = u_i$ (2)

$$\rho \frac{\partial}{\partial x_j} (u_i u_j) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \frac{\partial \tau_{ij}}{\partial x_j} \rho g_i$$

Para $\phi = h$ (entalpía) (3)

$$\rho \frac{\partial}{\partial x_j} (u_i h) = \frac{\partial}{\partial x_i} \left(K \frac{\partial T}{\partial x_i} \right) + \frac{\partial p}{\partial T} + u_i \frac{\partial p}{\partial x_i} + \tau_{ij} \frac{\partial u_i}{\partial x_j}$$

(4)

En la Tabla 4, se presentan los valores del modelo de radiación de Rosseland.

Tabla 4. Valores para el modelo de radiación de Rosseland.

Parámetro	Especificación
Espesor óptico aL	Para el espesor óptico > 3 el modelo de Rosseland es más barato y más eficiente, computacionalmente hablando.
La dispersión y la emisividad	El modelo de Rosseland utiliza una condición de deslizamiento de temperatura en las paredes, es insensible a la emisividad de la pared.

Finalmente, la ecuación de transferencia de radiación (RTE), Ecuación 5, para un medio que absorbe, emite y se dispersa con la posición r^{\rightarrow} en la dirección s^{\rightarrow} es:

$$\frac{dI(r, s)}{ds} + (a + \sigma_s)I(r, s) = an^2 \frac{\sigma_s T^4}{\pi} + \frac{\sigma_s}{4\pi} \int_0^{4\pi} I(r, s') \Phi(s, s') d\Omega' \quad (4)$$

Resultados

Geometría del modelo

Con el fin de verificar y validar los modelos de radiación del software Fluent, se implementó una geometría tipo de una construcción agrícola para la cría de conejos. Se generó a partir de las características físicas, las dimensiones y la ubicación de cada componente (ventanas, conejos, etc.) Las dimensiones se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5. Dimensiones generales de la construcción de ganado para conejos.

Dimensiones	Unidades, m
Ancho	4
Alto	3.6
Largo	24
Altura de la jaula	0.35
Longitud de la jaula	22
Ancho de la jaula	2

La creación de la geometría de la construcción se llevó a cabo en el programa ANSYS Workbench, Fluent® 13. La geometría consiste en la generación de Bocetos, Planos, Operaciones en 3D como Extrusión, enclosure, por mencionar algunas. Una de las características del diseño del modelo en Fluent es la simplificación del problema, es decir, simplificar el modelo real según el propósito del proyecto, (Tabla 6). En la Figura 1, se muestra la construcción modelada.

Tabla 6. Condiciones y tipos de frontera.

Región	Condiciones de frontera
1. Tejado, paredes y suelos. Ventanas.	Wall
	Porous jump
2. Conejos	Wall
3. Dominio computacional	Symetry, wall, velocity inlet, pressure outlet

Fluent simulation

Para el modelo computacional de la construcción agrícola se consideró una temperatura de 311,65 K para el ser vivo, una temperatura ambiente de 298,35 K del mes de junio, una presión atmosférica de 77046,6798 Pa, ubicada en el Tecnológico de Estudios Superiores de Valle de Bravo. La gravedad actúa hacia abajo. Se desarrolla un flujo de dinamismo debido a los gradientes de densidad inducidos térmicamente mostrados en la simulación (Figura 2 y Figura 3).

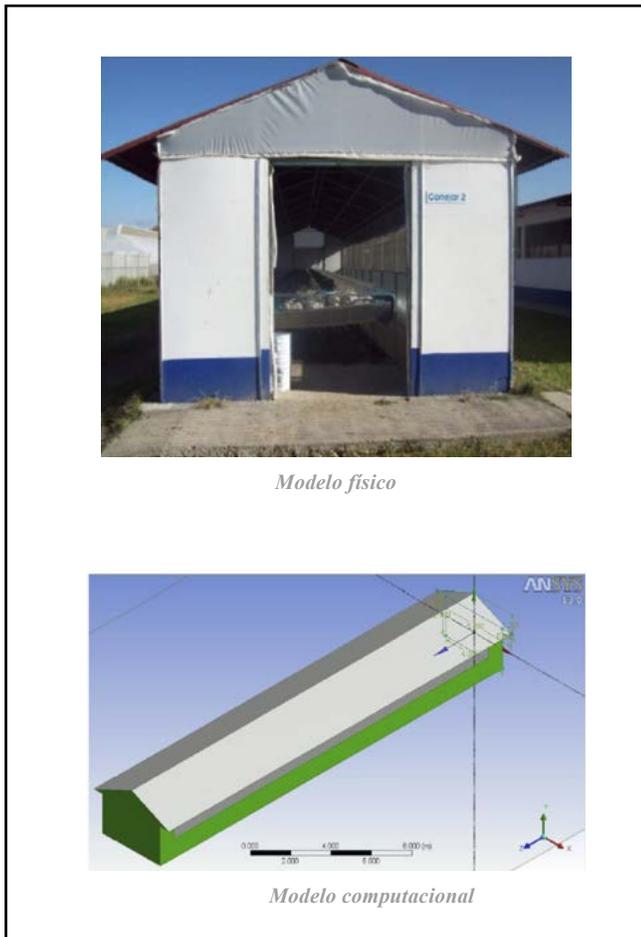


Figura 1. Construcción agrícola.

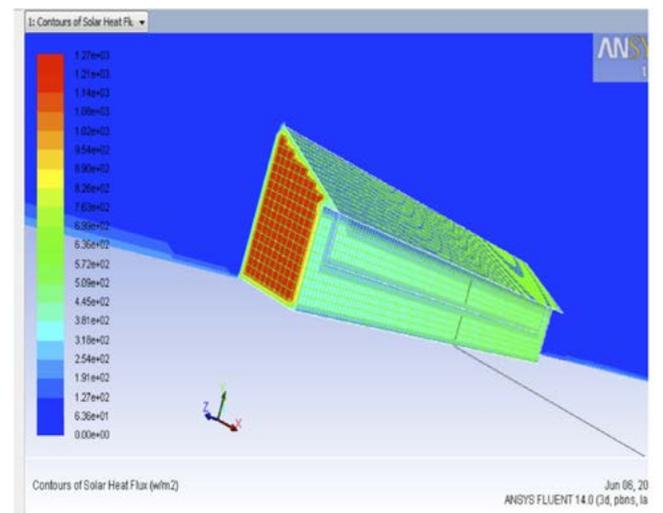
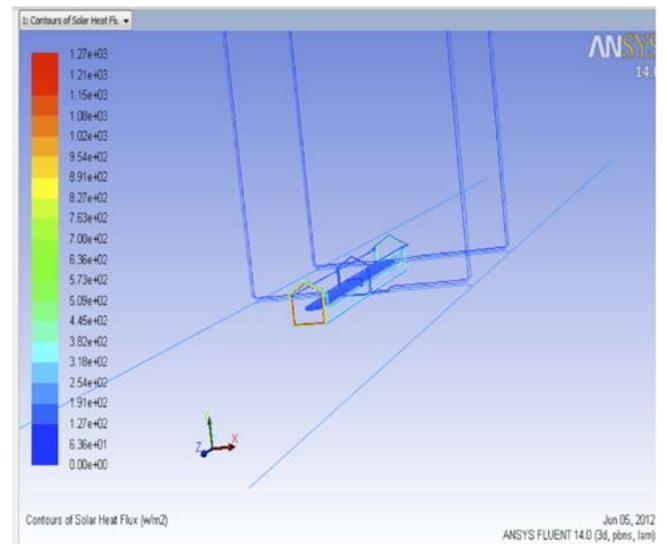


Figura 2. Contornos de flujo solar en construcción.

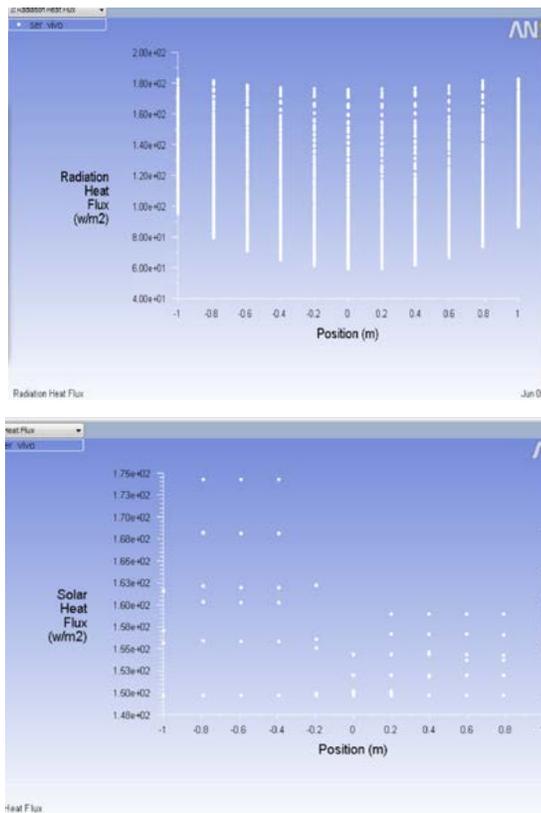


Figura 3. Contornos de flujo solar en construcción.

Conclusiones

Como se puede observar, el modelo computacional seleccionado reúne las características necesarias para que el ser vivo pueda acondicionarse bajo condiciones de confort visual, de la misma manera permitirá a los trabajadores realizar sus tareas sin que la calidad de la cantidad de luz influya en ellos, ya que se están obteniendo los niveles de iluminación mínimas requeridas por la CCPA, se puede observar que los resultados en cuanto al modelo seleccionado matemáticamente y la simulación proporcionada por CFD de ANSYS muestran la viabilidad de la construcción y el modelo de iluminación natural.

Faltaría validarlo utilizando otro software de simulación, para poder definir que realmente el modelo seleccionado cumple con las características de operatividad y eficiencia lumínica requerida, antes de iniciar la construcción del prototipo físico.

Se concluye que, al utilizar un software para modelar y simular las características y el comportamiento del fenómeno, permitirá utilizar entidades geométricas lo más sencillas posibles, sin afectar la calidad ortogonal de la malla, reduciendo el número de elementos y evitando al máximo el coste computacional, unido a las necesidades y características restrictivas del proyecto.

Es aconsejable, antes de emprender un proyecto, generar su modelo y simular su comportamiento.

Agradecimiento

Al Tecnológico de Estudios Superiores de Valle de Bravo por su co-

laboración para terminar con este proyecto.

Bibliografía

- + Bjerg, B.; Svidt, K.; Zhang, G.; Morsing, S.; Johnsen, J.O. 2002. Modelling of air inlets in CFD prediction of airflow in ventilated animal houses. *Comp. Electron. Agric.* 34(1):223-235.
- + Brainard, G. y Glickman, G. (2003). *The biological potency of light in humans: Significance to health and behaviour. Proceedings of 25th Session of the CIE, 1, págs. 1.22-1.23. San Diego, USA.*
- + Boyce, P., Hunter, C. y Howlett, O. (2003). *The benefits of daylight through windows. Lighting Research Center-Rensselaer Polytechnic Institute.*
- + Davis, D. E. (1978). *Social behaviour in a laboratory environment. National Academy of Sciences, 44-64.*
- + Duffie, John A. Beckman, William A. (1991). *Solar Engineering of Thermal Processes. Wiley. ISBN 0471510564, 9780471510567*
- + Gissen, D. (2002). *Big y green: toward sustainable architecture in the 21st century. Princeton Architectural Press.*
- + Jenkins, D. y Munner, T. (2003:2004). *Modelling light-pipe performances a natural daylighting solutions. Building and Environment, 38, 965-972.*
- + Kreith, A. y Kreider, F. (1978). *Principles of solar engineering. New York: McGraw-Hill.*
- + Muhs, J. D. (2000). *Design and Analysis of Hybrid Solar Lighting and Full Spectrum Solar Energy Systems. Madison: Proceedings of American Solar Energy. "Solar 2000 Conference".*
- + Mcsheehy, T. (1983). *The overview of the state-of-the-art in environmental monitoring. Academic Press, 161-182.*

AFECTACIONES DEL TMEC

A LAS IMPORTACIONES EN LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN MÉXICO

Artículo arbitrado 22

Edición 15



Consuelo Catalina Fernández Gaxiola¹, Javier Zepeda Miranda² y Jesús Lorenzo Ramírez González³

^{1,2,3} Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez
Ave. Universidad Tecnológica #3051. Col. Lote Bravo II
Ciudad Juárez, Chihuahua, México, C.P.32695.



consuelo_fernandez@utcj.edu.mx

Recibido: Septiembre 14, 2020.

Recibido en forma revisada: Octubre 26, 2020.

Aceptado: Octubre 30, 2020.

Resumen: La nueva negociación en materia de comercio exterior entre México, Estados Unidos y Canadá, conocida como T-MEC, es vista como una gran oportunidad en el ámbito económico para la región de Norteamérica, dado que significa un aumento en la confianza de las empresas y en los inversionistas al preservar un comercio estable.

Este nuevo acuerdo comercial que entró en vigor en julio de 2020, tiene como finalidad la prosperidad para los países involucrados, y posicionarse como una potencia comercial global.

El objetivo de la presente investigación es el de describir los posibles impactos que pueda tener el T-MEC en el panorama comercial de México, sobre todo en las importaciones relacionadas con la industria automotriz y de autopartes, donde se analizan las principales medidas tomadas por los tres países, en especial las de Estados Unidos.

Palabras clave: Importaciones, comercio exterior, T-MEC.

Abstract: The new negotiation on foreign trade, between México, United States and Canada, known as T-MEC (USCMA), is seen like a great opportunity in the economic sphere for the North American Region, since it means an increase in the confidence of companies and investors by perserving stable trade.

This new trade agreement that entered into force in July 2020, aims to prosperity for the countries involved, and to position itself as a global trading power.

The objective of this research is to describe the possible impacts that T-MEC may have on the commercial panorama of México, especially on imports related to the automotive and auto parts industry, where the main measures taken by the three countries are analyzed, especially those of the United States.

✦ **Keywords:** Imports, foreign trade, USMCA.

Introducción

Tras décadas del tratado trilateral entre México, Canadá y los Estados Unidos (TLCAN), surgió la necesidad de reestructurar el tratado para lograr estar a la vanguardia del comercio global, así como la inclusión de nuevos productos y la eliminación de otros que quedaron obsoletos, además de la implementación del comercio electrónico, en la nueva era digital que viene a afectar el comercio, por lo anterior los objetivos que persiguieron los gobiernos para la firma de este nuevo tratado fue la obtención de un comercio internacional justo para todos.

Las exigencias del gobierno de Trump llevaron a la renegociación del tratado, cuya justificación se basó en la necesidad de actualizar las nuevas normas jurídicas para la inclusión de nuevos productos electrónicos y algunos ajustes arancelarios, en donde se prevé un impacto económico para México y Canadá, los cuales serían los más afectados puesto que la mayoría de las manufacturas están establecidas en dichos países, como por ejemplo la industria automotriz.

El proceso de renegociación del nuevo acuerdo, iniciado en agosto de 2017 terminó después de 13 meses y ocho rondas de negociación para que los tres países miembros firmaran el nuevo acuerdo. El T-MEC dió inicio a una nueva etapa de la relación comercial entre los países firmantes, ya que fortalece la plataforma industrial de América del Norte y garantiza que el comercio entre los tres países sea más sencillo, aunque también hace que el comercio sea menos libre que en el marco del TLCAN, ya que los Estados Unidos, impusieron en este nuevo acuerdo diferentes aranceles a las mercancías, como por ejemplo: un arancel del 10% al aluminio y 25% al acero provenientes de México, logrando con esto tener mayores ingresos para la unión americana y poniendo a México en desventaja comercial.

Antecedentes

El 1 de enero de 1994, entró en vigor el Tratado de Libre Comercio de América del Norte, conocido como TLCAN. Este acuerdo posicionó a México como un socio comercial fundamental para Estados Unidos y Canadá, consolidando a nuestro país como una plataforma de exportación a los mercados mundiales.

A nivel regional, el TLCAN convirtió a Norteamérica en la zona de libre comercio más grande del mundo, fomentando la integración de cadenas de valor y producción competitivas internacionalmente. Desde la entrada en vigor del TLCAN, el comercio entre México, Estados Unidos y Canadá se triplicó, sumando 996 mil 569 millones de dólares

en 2016; es decir, casi 2 millones de dólares por minuto. Desde 1999 a 2016, los países del TLCAN han invertido en México 241 mil 013 millones de dólares (Secretaría de Economía, 2016).

Desde la primera planta de automóviles establecida en México en 1925, hasta pasando por la crisis de 1983 que hizo México cambiar su política para impulsar las exportaciones, hasta la implementación del TLC en 1994, así como el auge la producción en este siglo, México se ha convertido en un territorio privilegiado para la industria automotriz.

En 2017, el sector automotriz representó 3.7% del Producto Interno Bruto (PIB) de México y 20.2% del PIB manufacturero, con cerca de 70 mil millones de dólares de ingresos al año y una producción de 3.6 millones de vehículos; generando así alrededor de 800 mil empleos directos en la industria de fabricación de vehículos y autopartes, lo que significa que uno de cada cinco empleos en las industrias manufactureras pertenece a la Industria automotriz (INEGI y Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), 2018).

Actualmente, México tiene como productores automotrices a grandes armadoras como son: Ford, Chrysler, GM, VW, Toyota, Nissan, Mazda, Honda, Audi, KIA y BAIC. Por lo que es potencial para el mercado de autos estadounidense por su ubicación geográfica, mano de obra barata en comparación con otros países, buena reputación por producir con excelente calidad, y varios incentivos públicos y fiscales para promover el crecimiento y el desarrollo.

Planteamiento del problema

Un punto fundamental de la investigación fue el análisis de los cambios y afectaciones que el nuevo tratado traerá a México y sus consecuencias. Se esperaba que el actual tratado fuera lo más similar al TLCAN, pero existen diferencias que lo hacen menos atractivo en algunos aspectos ya que tiene una serie de condiciones que de no cumplirse implicará la aplicación de aranceles entre los socios.

Este nuevo tratado impone nuevas restricciones que dificultan el comercio y el desarrollo regional atrasando el crecimiento económico de México.

Además, según el documento del T-MEC, los autos que se fabriquen en la región deben tener el 75% de sus suministros proveniente de los tres países, por lo que implica para las empresas automotrices modificar su cadena de suministros. Es posible que la mitad de los modelos fabricados en el país probablemente no vayan a cumplir con estos requisitos y por ello, no se beneficiarán con un arancel cero.

El T-MEC restringirá a la mitad de la industria automotriz del país por la regla de origen establecida, en la que específicamente para poder alcanzar los requerimientos del 25% se deberán fabricar las partes del auto que deben ser fabricadas en zonas de salarios altos (40% del contenido regional) más de 16 dólares por hora, una condición que en automático excluye a México pues su nivel salarial ronda 3.5 dólares por hora, pagarían 2.5% en caso de no cumplir.

El tratado también incluye un capítulo que, busca desalentar a México y Canadá de profundizar sus relaciones comerciales con China y otras economías de no mercado. Un capítulo del tratado obliga a los

socios a notificar a los socios 30 días antes de firmar un acuerdo con una economía que no sea de libre mercado, para permitir su revisión y el análisis del impacto en la relación comercial de los socios norteamericanos. (T-MEC Tratado entre México, 2020). También el nuevo tratado T-MEC establece que, a partir del 1 de junio de 2018, se cobrará un arancel del 25 por ciento al acero y el 10 por ciento al aluminio de la Unión Europea, Canadá y México, que proveen cerca de la mitad del metal importado por Estados Unidos (REUTERS, 2017).

Marco teórico

Un tratado internacional es un convenio entre dos o más naciones, o entre un estado y un organismo internacional, en donde los involucrados adquieren un compromiso, para cumplir con determinadas obligaciones. Lo más usual es que estos tratados se celebren entre naciones, siendo estos regulados por la Convención de Viena sobre el Derecho de los Tratados de 1969. Sin embargo, también se pueden dar entre una nación y un organismo internacional, en este caso, la regulación está a cargo de la Convención de Viena Sobre el Derecho de los Tratados celebrados entre Estados y Organizaciones internacionales o entre Organizaciones Internacionales de 1986 (Trejo, 2006).

En México quien regula la celebración de tratados es la “Ley sobre la celebración de tratados”, que fue creada en 1992 y establece en su artículo 1 que “Los tratados sólo podrán ser celebrados entre el Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos y uno o varios sujetos de derecho internacional público”, mientras que los acuerdos interinstitucionales sólo podrán ser celebrados entre una dependencia u organismos descentralizados de la Administración Pública Federal, Estatal o Municipal y uno o varios órganos gubernamentales extranjeros u organizaciones internacionales (Ley de celebración de tratados, 1992).

Los negocios internacionales de México han crecido en la última década, esto es resultado de la globalización, con el fin de obtener productos de todo el mundo.

El nuevo acuerdo comercial T-MEC trajo certidumbre al país al conservar su formato multilateral y las adiciones al acuerdo también imponen nuevos retos para las empresas instaladas en México, en especial las del sector automotriz. Además, permite que cualquiera de los 3 países que lo integran pueda solicitar la creación de paneles binacionales independientes si es que sienten que las decisiones comerciales son deslea-

les por alguno de los miembros.

Derivado de todos los requisitos para cumplir con las nuevas reglas, es posible que algunas compañías deban reevaluar sus cadenas de suministro y busquen reubicar sus actividades dentro de la región. Incluso, como consecuencia de la guerra comercial entre EUA y China, podrán existir casos de compañías del mercado asiático que muden parte de su operación a México, lo cual sería una oportunidad para nuestro país. Ya que el T-MEC impone la condición para que los vehículos no sean cargados con impuestos es que el 75% del automóvil tiene que ser producido en uno de los tres países, contrario a lo que sucedía con el TLCAN donde se exigía el 62.5%.

El T-MEC tendrá una duración de 16 años, sin embargo, se estipuló que cada 6 años se someterá a revisiones. Esto tira por la borda la amenaza de la expiración automática del tratado al concluir el periodo establecido y permitirá renovarlo por otros 16 años. Se acordó también revisar que las partes adopten las normas y prácticas laborales conforme lo establecido por la Organización Internacional del Trabajo y a no derogarlas. También se acordó mantener el tipo de cambio establecido por el mercado y no incurrir en manipulación cambiaria para combatir la corrupción

Panorama del Acero en México

El consumo nacional de hierro y acero en el país en los últimos 5 años ha tenido un incremento de alrededor de 45 millones de toneladas. En cuanto al comercio exterior, en México las exportaciones han disminuido mientras que las importaciones han aumentado. En los últimos años, la industria del hierro y del acero se encuentra entre las 10 actividades manufactureras con mayor valor agregado de exportación.

Se pueden observar algunas de las cifras de la balanza comercial hasta noviembre del 2020, de la Industria Siderúrgica en el rubro de las exportaciones e importaciones en millones de dólares, donde se puede observar el déficit que se tiene en el rubro de la industria siderúrgica, datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (Figura 1 y 2).

En la Figura 3, se pueden observar las principales entidades federativas donde se produce acero en México, donde los primeros cinco estados producen el 85.6 % de la producción nacional.

Variable	Nov 2019	Nov 2020	Variación/ Nov 2020
Exportaciones	33,558.9	34,461.2	2.7
Alimentos, bebidas y tabaco	1,476.8	1,754.1	18.8
Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	642.9	698.7	8.7
Industria de la madera	89.7	123.2	37.3
Papel, imprenta e industria editorial	157.0	168.3	7.2
Química	787.3	797.8	1.3
Productos plásticos y de caucho	928.7	1,034.3	11.4
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	333.9	384.1	15.0
Siderurgia	730.0	662.9	-9.2

Figura 1. Datos de Exportaciones por sectores Fuente: INEGI.

Variable	Nov 2019	Nov 2020	Variación/ Nov 2020
Importaciones	31,854.0	31,464.9	-1.2
Alimentos, bebidas y tabaco	1,268.0	1,247.8	-1.6
Textiles, artículos de vestir e industria del cuero	1,052.8	936.2	-11.1
Industria de la madera	152.0	157.8	3.8
Papel, imprenta e industria editorial	568.8	536.9	-5.6
Química	2,166.9	2,310.1	6.6
Productos plásticos y de caucho	2,216.6	2,235.4	0.8
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	268.4	261.9	-2.4
Siderurgia	1,399.9	1,527.4	9.1

Figura 2. Datos de Importaciones por sectores Fuente: INEGI.

Desarrollo

Con la entrada en vigor en 1994 del TLCAN se permitió que la inversión extranjera en el sector de la industria automotriz y de autopartes fuera del 100%, además se aplicó una reducción de aranceles a la mitad y del contenido nacional de los automotores: 34 % para 1993, 29 % para 1998 y 0 % para 2004. Desde entonces, la industria automotriz ha tenido una gran evolución hasta ver crecer su importancia en la economía nacional, al seguir atrayendo mayor capital extranjero y generando mayores ingresos y empleo.

Tabla 1. Indicadores económicos de la industria automotriz en México 1994-1996 Fuente: estadísticas a propósito de la industria automotriz (2014).

PARTICIPACIÓN DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN EL PIB	1994	1999	2004	2009	2014	2016
PORCENTAJE RESPECTO AL PIB	1.9	2.7	2.2	1.7	3	2.9
PORCENTAJE RESPECTO AL PIB MANUFACTURERO	10.9	12.8	11.9	10.4	16.9	17.6
EXPORTACIONES DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ	1.3	4	3.8	3.8	6.5	6.8

Desde 1994, México se ha orientado decididamente al mercado externo en la producción de vehículos automotores, situación que se refleja en la evolución que han mostrado sus principales indicadores en los últimos veinte años, en donde destaca su ascendente contribución al PIB general al crecer del 1.9 al 2.9%, y en el PIB manufacturero cuyo porcentaje creció del 10.9 al 17.6%, así como un mayor porcentaje en el total de exportaciones nacionales, al pasar del 1.3 hasta el 6.8%; aunque también en la tabla anterior se observan los impactos que han tenido en el sector automotriz, tanto la crisis de 1994 y la más reciente del 2009 (Vicencio, 2007).

El ejecutivo federal promulgó un decreto industrial en 2003, con el propósito de apoyar la competitividad de la industria e incentivar la llegada de nuevas firmas automotrices al país. De esta manera, algunas de las grandes armadoras mundiales tanto de vehículos pesados como de vehículos ligeros, como: Marco Polo, Nissan, General Motors, Toyota y KIA se establecieron en México en diversas entidades como: Aguascalientes, Guanajuato, Baja California y Nuevo León. De esta manera, en la actualidad las empresas que conforman la industria automotriz en México se encuentran asentadas en 22 de las 32 entidades federativas del país, localizadas principalmente en el norte, bajo y centro del país (Vicencio, 2007).

Esta actividad económica es sumamente sensible a los ciclos económicos, por lo que en el año 2009 todos los países de la industria experimentaron grandes descensos en su producción, lo que permite apreciar el inconveniente que significa que esta actividad manufacturera sea uno de los principales ejes de desarrollo de las economías modernas; hacia

Localización geográfica de la producción bruta total de la rama del hierro y el acero (Porcentajes)



Figura 3. Producción de hierro y acero en México por entidad federativa Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, Perfil de la industria del hierro y del acero en México, México, INEGI, 2016.

México ocupa el 14° lugar en la producción del acero en el mundo, con una producción de 18.4 millones de toneladas de acero crudo, teniendo una capacidad instalada de 29.5 millones de toneladas de acero crudo, sus exportaciones para el año 2017 eran de 5.1 millones de toneladas de productos siderúrgicos y las importaciones de 14.7 millones. (Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública, 2018). Para 2019, México ocupa el 15° lugar como productor mundial de acero, con una producción de 18.4 millones de toneladas, donde el consumo per cápita fue de 214 kg/año y empleando a 672 mil empleos directos e indirectos (CANACERO, 2019).

En la Figura 4, se pueden observar los centros siderúrgicos ubicados en las distintas entidades federativas del país, así como el tipo de industria.



Figura 4. Centros siderúrgicos por entidad. Fuente: Canacero

2013 México ocupaba el octavo lugar en la escena mundial dentro de los principales productores de vehículos automotores; pero a partir de 2015 ascendió al séptimo lugar mundial y desde 2018 se ubicó en el sexto lugar en el mundo por encima de Corea, Alemania y Brasil.

Tabla 2. Principales productores de vehículos en el mundo 2009-2018.
Fuente: Organización nacional de constructoras de automóviles

País	2009	2011	2013	2015	2017	2018
China	12,817	18,418	22,116	24,503	29,015	27,809
E.U.A	5,290	8,653	11,045	12,100	11,189	11,314
Japón	9,637	8,398	9,630	9,278	9,693	9,728
México	1,504	2,558	3,052	3,565	4,068	4,100
Brasil	3,074	3,406	3,740	2,429	2,699	2,870

Conforme a los resultados del Censo Económico 2014, la producción del sector se ha concentrado principalmente en siete entidades federativas: Sonora, Coahuila, Puebla, Estado de México, Guanajuato, Nuevo León y Aguascalientes, quienes concentran los mayores porcentajes de la producción a nivel nacional, al generar conjuntamente el 84.2% de la producción total de automóviles y camiones del país y brindar empleo al 75.3% de las personas ocupadas en esta actividad. (Rodríguez y Mora, 2019).

A nivel nacional, este sector está conformado por 2,400 empresas (donde 1,400 son proveedoras directas de las armadoras), de las cuales sólo 35% son nacionales; entre las empresas nacionales que destacan en este sector están: Arbomex, Bocar, Condumex, Gonher, Grupo Gis, Kuo, LTH, Metalsa, Nemark y Rassini, y las cuales elaboran desde gomas para espejos, frenos, muelles, suspensiones, hasta chasis y componentes estructurales. En cuanto al destino de su producción el 70% de ésta, está destinada a la exportación, aunque cabe destacar, las empresas de este ramo se concentran en los estados de México, Puebla, Nuevo León, Chihuahua y Coahuila donde están instaladas el 43% de estas empresas.

Respecto a la orientación que sigue la producción, cabe destacar que Estados Unidos es el principal destino de las exportaciones de México, con 68%; seguido de Canadá, con 8%; Brasil, 6% y Alemania, 5% principalmente. (Forbes, 30 de mayo de 2014). En el mercado nacional las empresas con mayores ventas fueron Toyota con el 12% del total registrado durante 2013, seguida por Volkswagen y General Motors; ambas con el 11% de las ventas concentradas respectivamente. (Linares Zarco, 2016).

Indudablemente la llegada de cuantiosas inversiones a nuestro país, han sido producto de diversos factores y condiciones de producción que conjuntamente han constituido importantes ventajas competitivas en los más de 25 años que lleva de vigencia el TLCAN. Dichas ventajas han sido el principal soporte para que la industria automotriz instala-

da en México se haya ido consolidando, hasta convertirse en la sexta armadora en el ámbito mundial, situación que ha permitido elevar el protagonismo de esta industria en la economía de nuestro país, al pasar de representar el 1.9 al 2.9 con respecto al PIB general; además de incrementar su participación en el porcentaje del PIB manufacturero del 10.9 al 17.6%; así como aumentar su contribución en las exportaciones totales del país del 1.3% al 6.8%, entre 1994 y 2016. (Linares, 2019).

Al comparar los salarios de los trabajadores especializados que laboran en la industria automotriz en el mundo (Figura 5), destacan los elevados sueldos que perciben los obreros de Noruega, Alemania, Francia y los E.U.A. con \$69.00, \$63.07, \$52.40 y \$49.95 dólares por hora, lo cual contrasta con las bajas remuneraciones de los trabajadores de Brasil, China, Taiwán y México, con \$16.97, \$10.44, \$9.37 y \$8.10 dólares por hora, respectivamente, en 2015.

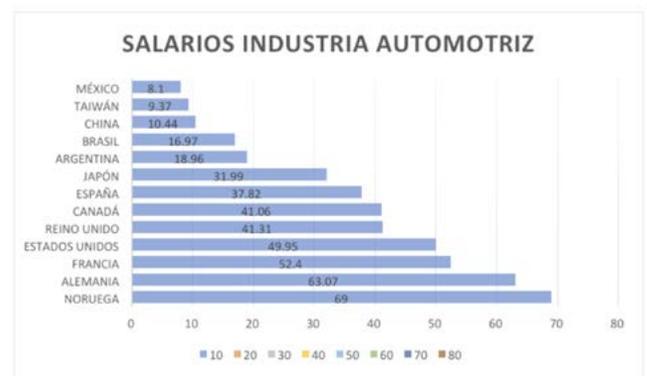


Figura 5. Salarios de la industria Automotriz Fuente: Base de datos de INEGI y The Conference Board.

Sin embargo, la prevalencia de bajos salarios, se ha traducido en mayores niveles de producción y exportación, pero el empleo no ha crecido al mismo ritmo, lo cual, significa que la producción por trabajador está aumentando aún a expensas de reducir las fuentes de trabajo y los ingresos de los trabajadores.

La firma alemana BMW instalada en junio de 2019 en México, invirtió mil millones de dólares para construir su planta en San Luis Potosí dando empleo a 1,500 trabajadores, para ello, negoció de antemano un contrato laboral con la CTM, avalado por la Secretaría del Trabajo, en donde estableció un salario inicial de un dólar por hora y un salario máximo de 2.53 dólares para trabajadores de la línea de ensamblado (Linares, 2019).

Ante la presión de los gobiernos de Trump y de Trudeau, el Congreso de nuestro país se vio obligado a modificar algunos de las principales leyes y reglamentos que rigen el trabajo manufacturero, con el propósito de sentar las bases para implementar un nuevo sistema de justicia en materia laboral, así como fijar reglas para el nuevo sindicalismo mexicano en la elección de sus dirigentes, además de establecer mecanismos que garanticen la representatividad de los trabajadores en las negociaciones colectivas; sin olvidar que entre el 40 y el 45% de los automóviles se produzcan en zonas que paguen 16 dólares por hora.

Tabla 3. Principales características de la reforma laboral. Fuente: Reforma Laboral de la Cámara de diputados y senadores.

LO QUE PIDE EL TMEC	REFORMA LABORAL
Establecer órganos e independientes para registrar las elecciones sindicales, resolver controversias relacionadas con contratos colectivos y juicios individuales	Art. 523 y 590. Crea el centro federal de conciliación y registro laboral y los centros de conciliación locales
Que las elecciones de los líderes sindicales sean llevadas a cabo a través de un voto personal, libre y secreto de los miembros del sindicato.	Art. 358. Los procedimientos de elección de las directivas deberán salvaguardar el pleno ejercicio del voto personal de los miembros.
Que los conflictos sobre representación sindical sean dirimidos por los tribunales laborales mediante voto secreto.	Art. 387. Para dar cumplimiento a los principios de representatividad en las organizaciones sindicales, el sindicato deberá contar con la constancia de representatividad
Verificar que el registro de un contrato inicial o los contratos colectivos tienen el apoyo de los trabajadores.	Art. 390. Bis será indispensable que el sindicato obtenga del centro federal de conciliación y registro laboral la constancia de representatividad.
La legislación dispondrá que los contratos colectivos existentes se revisaran al menos una vez durante los 4 años siguientes a la entrada en vigor de la legislación	Art. 11 transitorio. Los contratos colectivos deberán revisarse dentro de los siguientes 4 años a la entrada en vigor de la legislación secundaria

Una de las principales preocupaciones del sector empresarial mexicano y de las empresas extranjeras en México, es la proliferación de sindicatos dentro de la misma empresa, teniendo el riesgo de caer en el libertinaje o excesos de exigencia de los sindicatos que vulneren la autodeterminación de estos. La reforma laboral no contempla la protección de los trabajadores independientes que trabajan en la informalidad o por contrato, conocidos como outsourcing quienes carecen de prestaciones sociales básicas y permiten a las empresas reducir costos de producción, además al no tomar el aval de las organizaciones de trabajadores y de los patrones, se podrían generar diversos problemas de inestabilidad laboral. La reforma laboral fue considerada como fraude legislativo porque no tomó en cuenta la opinión del sector empresarial y solo se hizo para cumplir con las exigencias del gobierno de los Estados Unidos ante el TMEC. Y por último se piensa que, México perderá competitividad productiva, puesto que la reforma solo beneficia al trabajador estadounidense y perjudica al obrero nacional.

En Chihuahua, el clúster automotriz es uno de los principales motores económicos en la entidad, al generar 21% del total de empleos del estado, señala un informe del gobierno estatal en 2018. Añade además que se contabilizan 150 empresas establecidas y la industria “se orienta principalmente para la exportación y forma parte integral de la cadena productiva automotriz de Norteamérica”.

En el caso de Sonora y Chihuahua, Ford es la armadora que fomentó el desarrollo de sus clústeres automotrices. En 1964, la empresa inauguró la planta en Cuautitlán, en tanto que la planta de Hermosillo se inauguró en 1986, mientras que en Chihuahua el Complejo Ford de Chihuahua (CHEP I) se inauguró en 1983, y el Complejo CHEP II inició operaciones en 2009. En la Figura 6, se puede observar la distribución por entidades de la industria terminal automotriz.

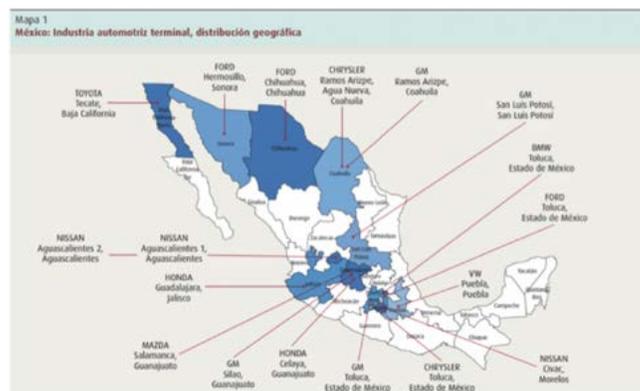


Figura 6. Distribución por entidad de la industria automotriz terminal en México. Fuente: “Industria automotriz sigue moviendo a México”. Modern Machine Shop.

Resultados

Las reformas laborales que autorizó en México el Congreso de la Unión, en el marco de la revisión y aprobación del nuevo T-MEC, son el reflejo de la imposición de una política proteccionista desarrollada por el gobierno de Donald Trump, contraria a lo que dicta el libre mercado promocionado por la OMC y el resto de los países desarrollados, además de constituir las nuevas condiciones que dicho gobierno quiere imponer al comercio mundial, con el argumento de que la globalización económica y el comercio mundial no han tratado bien a la economía estadounidense; situación que también se ha reflejado en la imposición de leyes y medidas más estrictas con respecto a la entrada de miles de migrantes provenientes de América Latina, Asia y África.

Una de las principales condiciones que impusieron los gobiernos de Trump y Trudeau al gobierno de México para negociar el Tratado de Libre Comercio (TLCAN), hoy conocido como T-MEC, fue la de proponer, debatir y aprobar una nueva reforma laboral en México, con el claro propósito de eliminar las diferencias laborales y salariales que le han permitido a nuestro país reducir los costos de producción manufactureros, atraer grandes flujos de capital y sobre todo atraer más empleos a costa de la desindustrialización y pérdida de empleo entre los socios de Norteamérica.

Sin embargo, la exigencia de dichas reformas laborales se ha producido en medio de una coyuntura política con la cual Trump pretendía asegurar la reelección, mediante el cumplimiento de diversas promesas de campaña previa a las elecciones, una de ellas era la de revertir el creciente déficit de la balanza comercial de los Estados Unidos que tiene con China, con la cual ha iniciado una guerra comercial; mientras que con Europa han aumentado los diferendos políticos y comerciales que los ha distanciado; y con México las relaciones económicas han empeorado, tanto por cuestiones políticas y sociales con el incremento del flujo migratorio de centroamericanos que atraviesan por nuestro país hacia los Estados Unidos, así como por las discusiones en su Congreso para la construcción del muro fronterizo, todo esto hoy está en la esperanza de un cambio.

Ante esta situación las grandes firmas automotrices y las empresas proveedoras de autopartes han pospuesto sus inversiones y han mostrado mucha cautela ante la coyuntura que enfrenta nuestro país, en relación con las nuevas reglas de origen y de cómo se modificará la cadena de proveeduría, pero sobre todo por la petición del gobierno de los Estados Unidos, para que México modifique el salario de los trabajadores de la industria automotriz hasta 16 dólares por hora de trabajo, además de exigir un contenido mínimo regional del 75%, que no son fáciles de cumplir por las grandes empresas automotrices aquí instaladas.

En la Tabla 3, se resumen los principales cambios hechos y las afectaciones al sector por el tratado.

Tabla 3. Comparación por sectores de los cambios y afectaciones según el tratado.

Sector	TLCAN	UMSCA
Automotriz	El contenido regional era de 62.5% sin importar zonas de salarios altos en donde se fabricaba	Se aumentó el contenido regional a 75% y se tendrán que fabricar los autos en zonas de altos salarios, 16 dls. la hora
Energético	No existía en el TLCAN	Se resguarda la seguridad y soberanía en materia energética de México
Medicamentos biotecnológicos	Protección de patente por 8 años	La duración de la patente será de 10 años
Derechos de propiedad intelectual	Derechos de autor: 50 años	Derechos de autor 70 años
Comercio digital	Sin compromisos	Regula al sector

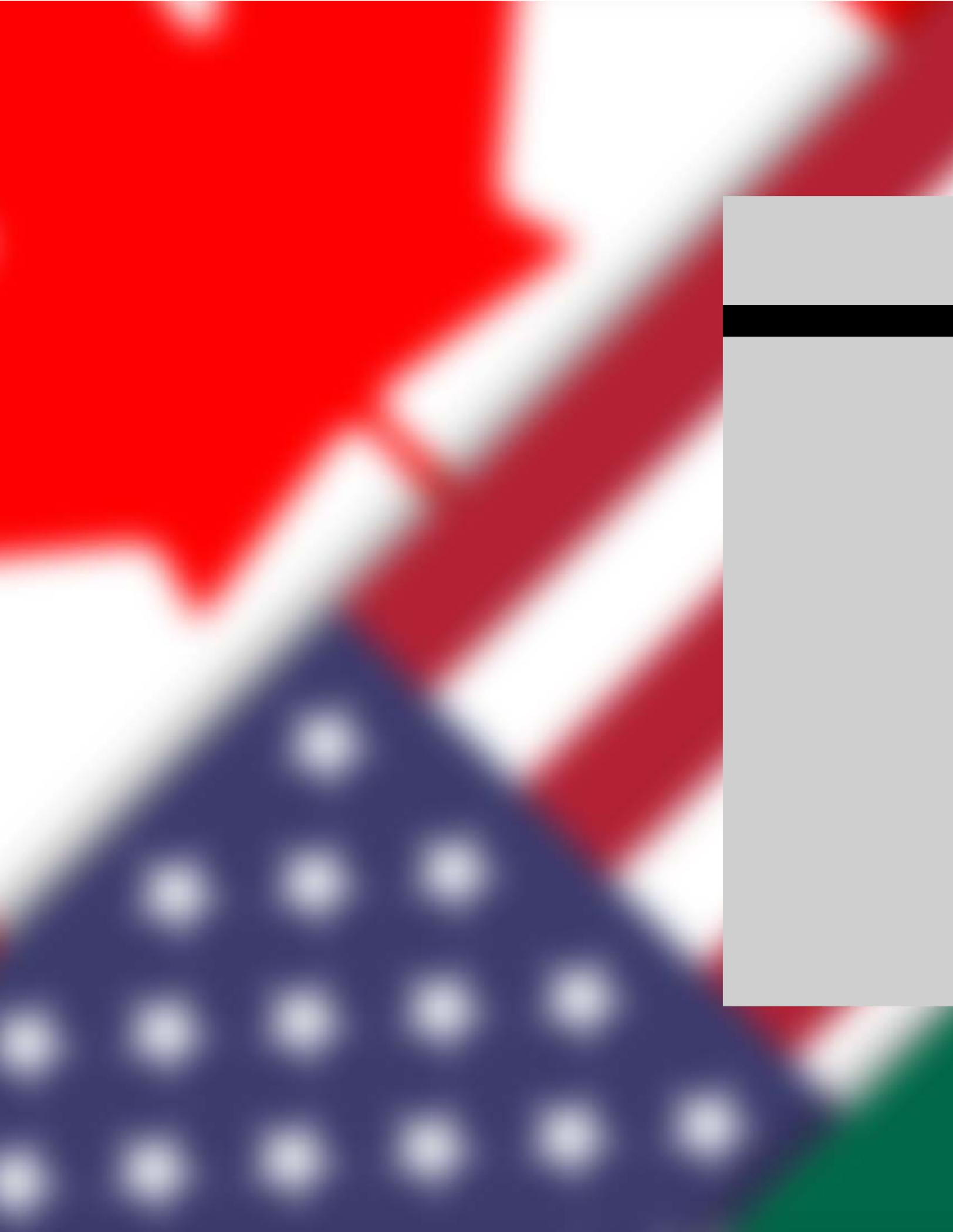
Como se puede observar no sólo el sector de la industria automotriz se modifica, también el sector energético, medicamentos y propiedad intelectual, así como el comercio digital, lo que implica que una gran tarea que está por venir.

En el caso del sector farmacéutico nacional el T-MEC retrasará la fabricación de fármacos biotecnológicos, que se fabrican a partir de células vivas modificadas mediante ingeniería genética que han demostrado ser más eficaces en el tratamiento de enfermedades graves. Para las firmas farmacéuticas el acuerdo estableció para los periodos de 10 años de exclusividad para medicamentos biológicos, es decir, aquellos que se hacen a partir de células vivas y marcan tendencia en el futuro de la industria farmacéutica, esto quedó estipulado en el artículo 20 del texto del acuerdo.

En cuanto a los textiles, se estipuló que el hilo de coser, la tela para los bolsillos y los elásticos que contengan una prenda de vestir sean originarios de los países de la región de América del Norte (Estados Unidos, México y Canadá). Para bienes textiles confeccionados se requiere que las telas impregnadas o recubiertas (plástico) también sean originarias de la región. Esta disposición representa un área de oportunidad para desarrollar proveedores nacionales de este tipo de insumos, pues usualmente se importan de países asiáticos.

Algo favorable para México de lo establecido en el T-MEC, es que el sector agroalimentario mexicano quedó blindado, al ser eliminados los aranceles, cuotas compensatorias y demandas antidumping para los productos, ya que la cláusula de estacionalidad fue eliminada del tratado trilateral. Y como se pudo observar (Figura 1), las mercancías del sector agroalimentario representan el lugar número uno en exportaciones, de ahí que signifique un gran logro para el agro mexicano.

Como conclusión no todo está perdido en el T-MEC en cuanto a lo comercial para México ya que en este acuerdo pudieron resolverse algunos tópicos a favor del comercio mexicano como en el caso del agro.



[Redacted text]



[Redacted text]

Bibliografía

- + Cado, Y. (2019). PWC México. Obtenido de <https://www.pwc.com/mx/es/ceosurvey/20190305-conflictos-comerciales-mexico-y-tmec-en-2019.html>
- + CANACERO. (2019). Radiografía de la industria del acero en México. MÉXICO: CANACERO.
- + Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública. (2018). LA INDUSTRIA DEL ACERO Y EL ALUMINIO EN LA RELACIÓN COMERCIAL MÉXICO-EEUU. México: Cámara de Diputados LXIII Legislatura.
- + Ley de celebración de tratados. (marzo de 2020 de 1992). Cámara de diputados. Obtenido de Cámara de diputados: <http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/271.pdf>.
- + Linares Zarco, J. (2016). LA TRANSNACIONALIZACIÓN DEL ESPACIO EN MÉXICO: EL CASO DE LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ EN EL SIGLO XXI. En A. M. A.C, El desarrollo regional frente al cambio ambiental global y la transición hacia la sustentabilidad. (págs. 1-25). México: AMECIDER – ITM. Obtenido de <http://ru.iiec.unam.mx/3276/>
- + Linares, J. (2019). La reforma laboral en el marco del TLCAN - TMEC. Obtenido de <http://ru.iiec.unam.mx/4798/1/4-043-Linares.pdf>
- + García, E. y Echeverría, J. (Abril de 2019). USMCA una primera aproximación al nuevo NAFTA . Obtenido de <https://pdfs.semanticscholar.org/2578/ad88bd0150bba-02f2c4da6bfc67ffb4f5eb7.pdf>
- + INEGI. (01 de 2018). www.beta.inegi.org.mx. Recuperado el 11 de 11 de 2018, de www.beta.inegi.org.mx: <http://www.beta.inegi.org.mx/temas/balanza/>
- + INEGI y Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA). (2018). Conociendo la Industria Automotriz. MÉXICO: INEGI.
- + REUTERS. (12 de JUNIO de 2017). EL IMPACTO ECONOMICO DEL TLCAN. EL HERALDO.
- + Rodríguez, A. y Mora, P. (22 de Octubre de 2019). MIGRACIÓN, CULTURA Y ESTUDIOS DE GÉNERO DESDE LA PERSPECTIVA REGIONAL. México: UNAM. Obtenido de <http://ru.iiec.unam.mx/4639/>
- + Secretaría de Economía. (2016). Tratado de Libre Comercio de América del Norte : Contacto Ciudadano. México: Secretaría de Economía.
- + T-MEC Tratado entre México, E. U. (15 de marzo de 2020 de 2020). Sistema de Información sobre comercio exterior (SICE). Obtenido de Sistema de Información sobre comercio exterior (SICE): http://www.sice.oas.org/Trade/USMCA/USMCA_ToC_PDF_s.asp
- + Trejo, E. (Julio de 2006). Los tratados internacionales como fuente de derecho nacional. Obtenido de <http://www.diputados.gob.mx/sedia/sia/spe/SPE-ISS-01-06.pdf>
- + Vicencio, A. (Enero - Abril de 2007). La industria Automotriz en México. Antecedentes, situación actual y perspectivas. Contaduría y Administración, 213-248. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-10422007000100010



DISEÑO DE UNA METODOLOGÍA HÍBRIDA PARA EL CONTROL DEL INVENTARIO MRO EN UNA EMPRESA METALMECÁNICA

Artículo arbitrado 23

Edición 15

Martha Patricia García Martínez¹, Velia Graciela Guzmán Ruiz², Rosa Ma. Amaya Toral³ y Alberto Hiram Coronado⁴

^{1,2,3,4} Tecnológico Nacional de México-
Instituto Tecnológico de Chihuahua II
Ave de las Industrias 11101, Complejo
Industrial Chihuahua, Chihuahua, México,
C.P. 31130.



martha.gm@chihuahua2.tecnm.mx

Recibido: Septiembre 14, 2020.

Recibido en forma revisada: Octubre 13, 2020.

Aceptado: Octubre 16, 2020.

Resumen: El inventario de materiales para mantenimiento, reparaciones y reconstrucción conocido como inventario MRO no ha recibido la atención que necesita. Este inventario no se utiliza con tanta frecuencia como el inventario de materia prima y su demanda es normalmente desconocida y es clasificada como incierta, pero debe tener existencias en un nivel deseado cuyo cálculo por lo general no es preciso. MRO consiste en refacciones y componentes, entre otros, generalmente de alto costo y largos tiempos de entrega, obligando a garantizar su existencia para evitar paros de producción y esto motiva a estudiar la forma de poder solventarlo y reducir su costo. Bajo este contexto, aquí se presenta una investigación del tipo estudio de caso, realizada en una empresa metalmecánica, localizada en Chihuahua, en donde se propone una metodología híbrida que mantenga un equilibrio entre costos de adquirir y mantener inventario MRO, recuperar el costo del excedente y evitar la obsolescencia, a través de combinar dos modelos de inventario apoyados con la filosofía de manufactura esbelta y los principios del Modelo de Economía Circular. que resulte en mantener competitiva a la empresa.

+ **Palabras clave:** *Inventario MRO, inventario Q-R, metodología DMAIC, manufactura esbelta, economía circular.*

Abstract: . The manufacturing today, do not pay enough attention to the materials for maintenance, repairs, and reconstruction of machinery and equipment, which is known as MRO inventory. This inventory is not used as frequently as the raw material inventory and its demand is normally unknown and classified as uncertain, but manufacturers must keep stocks at a desired level whose calculation is generally not accurate. MRO consists of spare parts, machinery, and components, generally, all of them are high cost and long delivery times, but it is necessary to guarantee their existence to avoid production stoppages. These facts were motivated to develop a research study to provide a new methodology for planning and controlling this kind of inventory resulted in to calculate the optimum level of materials at storage low cost also to avoid surplus and obsolete items. Under this context, in this paper, a case study is presented. A metal mechanic manufacturing company located in Chihuahua were selected. The methodology is supported by two inventory models, the lean manufacturing philosophy, and the principles of the Circular Economy Model to maintain a competitive production process.

+ **Keywords:** *MRO inventory, Q-R model inventory, DMAIC, lean manufacturing, circular economy.*

Introducción

Los escenarios de la manufactura hoy en día provocan la búsqueda constante de la competitividad para lograr mejor calidad, menor tiempo y reducir costos. Sin embargo, los manufactureros siempre ponen en balanza, los problemas de costos de mantenimiento, reparación y gastos operativos de la producción (Chopra y Meindl, 2008). Los Inventarios de materiales para mantenimiento, reparaciones y reconstrucción son conocidos como inventarios MRO por sus siglas en inglés maintenance, repair and overhaul, (Mc Laughlin y Durazo, 2013) aunque algunos autores en lugar de overhaul utilizan operations (Chen, et al., 2019). El objetivo de este tipo de inventario es mantener al mínimo su nivel, pero con disponibilidad de existencias que pueda satisfacer un nivel de servicio ante una demanda incierta. Nakajima (1988), el fundador del Mantenimiento Productivo Total (TPM), establece las seis grandes pérdidas en manufactura basadas en el tiempo muerto del proceso, siendo una causa las paradas de máquina por averías y fallos, situación que no debe de suceder y el inventario MRO debe ayudar y contrarrestar la situación. Por lo general esos materiales no se utilizan con tanta frecuencia como el inventario de materia prima, y es debido a eso, que se tiene que estudiar la forma para poder solventarlo para mantener un costo reducido; se sabe que una ventaja de que se invierta en el mantenimiento del equipo, maquinaria y componentes del proceso, se refleja en la flexibilidad para solucionar imprevistos y situaciones fuera de lo ordinario que evitarán esperas (tiempos de entrega) de más de tres meses por refacciones no consideradas en almacén. Esto motivó a desarrollar una investigación del tipo estudio de caso, en una empresa trasnacional, de la industria metalmeccánica y de fundición, dedicada a la manufactura de rines de aluminio, y que debido a eventos ajenos y propios y a que no se tomaron decisiones oportunas, su almacén se sobresaturó y su incremento en activos rebasó en varios millones de dólares en menos de un año.

La propuesta que hace este estudio es el diseño e implementación de una metodología híbrida que mantenga un equilibrio entre costos

de adquirir y mantener inventario MRO, además recuperar el costo del excedente y evitar la obsolescencia. El poder equilibrar los costos de adquirir y mantener el inventario será desarrollado a través de combinar dos modelos de inventario con base en la teoría de Nahmías (2012); apoyados con la filosofía de manufactura esbelta a través de los fundamentos propuestos por Socconini (2016) y mediante la utilización de la serie de pasos que sostiene la metodología DMAIC (George, 2005); asimismo, la propuesta para desarrollar una metodología que permita recuperar el costo del excedente será a partir de los principios del Modelo de Economía Circular, cuyo precursor es Walter Stahel (2019). Esta investigación se encuentra en su última fase de aplicación y validación por lo que aquí son mostrados los primeros resultados logrados a la fecha y guardando la confidencialidad de la empresa.

Metodología y desarrollo

Esta es una investigación aplicada de campo del tipo estudio de caso, el instrumento para la recolección de datos es la documentación y la observación apoyadas por la metodología DMAIC que se utiliza en estudios Seis-Sigma (George, 2005), donde los pasos a seguir serán: (D) definir el problema, (M) medir lo que está sucediendo en la empresa, (A) analizar los datos, (I) hacer la mejora diseñando una metodología (C) establecer los métodos de control para su buen funcionamiento. La Figura 1, muestra el diseño que conforma este estudio.



Figura 1. Diseño de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

Estudio de caso

Este estudio de caso se desarrolla en una empresa trasnacional, fabricante de rines de aluminio, que opera con 4 plantas manufactureras localizadas en la ciudad de Chihuahua. El problema que enfrentó fue que a mediados del año 2014, ocurrieron dos eventos importantes para la historia de la empresa, el primero fue la disolución del contrato con el principal proveedor de refacciones metal mecánicas y fixturas para maquinados, lo cual conllevó a que la empresa se viera en la necesidad de adquirir y recibir en junio de 2014, todo el inventario planeado a futuro que estaba negociado de previa mano con el proveedor, ocasionando que subiera al máximo el nivel aceptado por almacén. El segundo evento fue, que también a mediados de 2014, se terminó la construcción de la cuarta planta de la empresa y el equipo de compras adquirió inventario de acuerdo con los lineamientos de apertura, originando que los almacenes MRO fueran saturados.

Se inició el estudio en 2019, cuando ya se hizo necesario contabilizar el costo del excedente y bajar la cantidad de inventario de refacciones y materiales de mantenimiento, motivando esto a llevar a cabo una investigación de campo que diera como resultado implementar un procedimiento sistematizado que permita regularizar los niveles de inventario existente, recuperar algún porcentaje de la inversión y controlar futuras adquisiciones. A continuación, se muestra el desarrollo del estudio el cual describe cada uno de los pasos y acciones realizadas con el objetivo de obtener y proporcionar una propuesta de mejora y lograr el objetivo de la empresa con éxito.

Primera fase “Definir”

Esta primera fase consiste en declarar el problema que se va a estudiar. El inventario MRO, consistente en materiales y refacciones, es un inventario que normalmente se utiliza para el mantenimiento industrial y puede representar de un 5 a un 15% del inventario total, pero resuelve el 85% del problema de un paro de máquina (downtime) considerada una de las seis grandes pérdidas en un proceso de manufactura (Nakajima, 1988). La Figura 2, muestra el beneficio de contar con el inventario MRO:

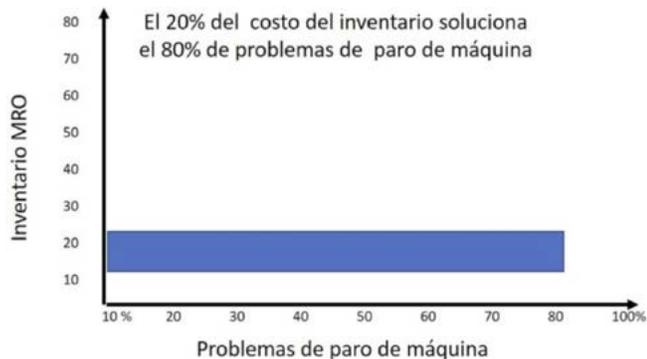


Figura 2. Importancia de tener inventario MRO.

Sin embargo, el inventario MRO es de lento movimiento, alto costo de mantenerlo almacenado y largos tiempos de adquisición en caso de desabasto por tratarse de refacciones, muchas veces especializadas. En este estudio se observó que, en los últimos cinco años, el inventario MRO se incrementó de forma inesperada debido a una falta de control y seguimiento por parte de la empresa. La Figura 3, muestra un gráfico que refleja el crecimiento y la oportunidad de mejora, cabe señalar que esos materiales llegaron a tener un costo de más de tres millones de dólares en estado estático.

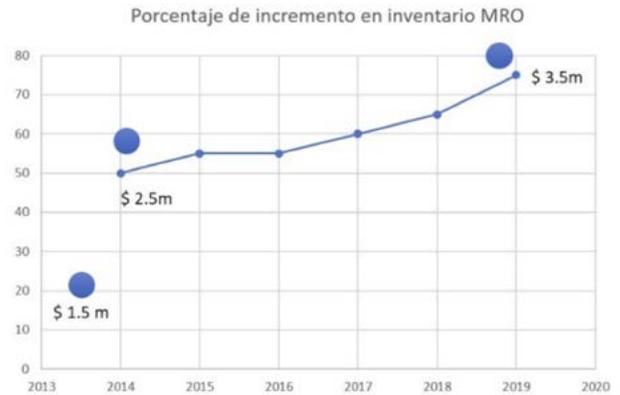


Figura 3. Porcentaje de incremento del nivel del inventario MRO.

Segunda fase “Medir”

Medir se refiere a hacer una descripción gráfica del área de estudio, medir las variables, conocer el tamaño de la muestra y priorizar los alcances. La Tabla 1, muestra la forma en que la empresa mide y aborda el problema del inventario MRO.

Tabla 1. Clasificación y proporción que ocupa el inventario MRO en 2014.

Clasificación del inventario MRO (2014)	DATO ACTUAL (%)	META (%)
Inventario de uso normal	60	95
Inventario excedente (surplus)	7	3
Inventario en tránsito aún no recibido	3	2
Inventario obsoleto	30	0

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la Tabla 1, se observan cuatro tipos de inventario en el MRO, (1) el de uso normal que es el que corresponde a materiales que son utilizados con frecuencia, que tienen movimientos considerables de uso; (2) el inventario excedente según el departamento de compras de la empresa, es aquel que se encuentra por encima del nivel establecido de seguridad; (3) el inventario solicitado por sistema de planeación, que está en tránsito y aún no se recibe y (4) el inventario obsoleto se refiere a las refacciones o materiales que aunque estén nuevos o nunca se hayan usado, la empresa ya no cuenta con la maquinaria o el equipo que la utilizaba o demandaba y en otros casos significa que esos materiales rebasaron la fecha de vida útil. Sin embargo, al hacer entrevistas con los administradores, manifiestan que no hay criterios sólidos para sistematizar esa clasificación, que no tienen establecidos indicadores básicos reglamentarios de utilización de refacciones, solo han estipulado que, aquellos inventarios que en dos años o más no han sido utilizados o demandados ya son considerados obsoletos y es aquí donde tiene su raíz la presente investigación.

Tercera fase “Analizar”

Esta fase corresponde a un análisis de los datos para identificar la causa raíz que origina el problema que se plantea en este estudio y así permitir identificar el lugar y los personajes que participan o tienen un rol. Al analizar los datos recolectados durante el estudio, se empieza a observar que es necesario demostrar cuál es la causa raíz del sobre inventario encontrado en el almacén MRO en 2019. Para lograr esto, se utiliza la herramienta de calidad llamada los 5 why's (5 porqués) que ayuda a localizar el origen del problema (Chase et al., 2014).

Tabla 2.- análisis causa raíz a través de los 5 Why's.

No.	Pregunta	Respuesta
1	¿Por qué el inventario MRO se incrementó en cantidad y costo?	Porque se adquirió una cantidad en exceso en una misma fecha, fuera de lo planeado.
2	¿Por qué?	Porque no se tuvo el control de ese excedente ni se controló una clasificación adecuada debido a la administración centralizada.
3	¿Por qué?	Porque no se verifica continuamente el nivel de ese inventario por ser de lento movimiento.
4	¿Por qué?	Porque no se tiene claro el medible y no se muestran los indicadores correctos en tiempo real.
5	¿Por qué?	Porque no hay un método o sistema que permita conocer y alerte el tiempo inactivo de materiales de acuerdo con su clasificación y costo.

Fuente: Elaboración propia de la adaptación de 5 Why's.

Del análisis anterior, se valora que el origen del problema es que no se cuenta con un método o sistema que permita conocer, en tiempo real, el tiempo inactivo de materiales y refacciones, no se cuenta con un criterio para hacer una clasificación adecuada de los inventarios MRO, no se cuenta con una matriz del costo de manejar ese inventario por producto y la responsabilidad de su operación está centralizada.

Cuarta fase “Mejorar”

Esta fase consiste en diseñar un plan de mejora para el control del inventario MRO, que permita su administración eficiente eliminando el inventario surplus, evitando la obsolescencia de este y reduciendo el costo. Las mejoras se priorizan de acuerdo con la factibilidad y para ello, con base en DMAIC, antes de una acción se deben de contestar 4 preguntas tal como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Preguntas de factibilidad para elaborar el plan de mejoras.

PREGUNTA	RESP
¿El problema presentado se puede controlar y mejorar?	si
¿Se pudieron obtener las causas raíz del problema?	si
¿Se cuenta con los recursos disponibles para completar y mejorar el proyecto?	si
¿Se han definido los pasos que se desarrollarán para mejorar?	si

La propuesta del plan de mejoras también debe de secuenciarse en una serie de pasos con el objetivo de aplicar la mejora correcta en el lugar correcto, por lo tanto, el plan para este estudio se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4. El plan de mejoras.

PASO	PLAN DE MEJORAS
1	Encontrar en cuántas clases debe de ser segmentados los materiales y cuál debe ser su disponibilidad a partir de un costo beneficio.
2	Seleccionar el modelo de control del inventario que más se ajuste a partir del nivel de servicio o disponibilidad deseados.
3	Aplicar el proceso de economía circular para decidir qué hacer con los artículos excedentes y obsoletos.
4	Sistematizar las propuestas anteriores y capacitar al personal a través de una gestión del conocimiento

Quinta fase “Controlar”

Esta fase está diseñada para establecer un plan para el control del proceso en el presente y en futuro. En esta fase se procedió a desarrollar un plan diferente para cada situación, con objeto de mantener en control las actividades de mejora, asegurar la correcta clasificación de los materiales y lograr la supervisión administrativa necesaria.

- 1) Plan de documentación. Se desarrolla la documentación del nuevo proceso, esto es la documentación de la forma de trabajo para planear y controlar el inventario MRO.
- 2) Plan de entrenamiento. Se desarrolla un plan para que se sistematice en forma continua el entrenamiento al personal en los procesos de control de inventarios y costos.
- 3) Plan de calidad. Se establecen las actividades para mantener un sistema de mejora continua que mantenga el orden y la clasificación de los materiales.
- 4) Plan de comunicación. Se documenta y se da a conocer al personal los cambios efectuados en sistemas y procedimientos para el nuevo control del inventario.
- 5) Plan de beneficios. Se documentan el beneficio económico logrado con el nuevo proceso y el ingreso económico obtenido por valor de salvamento de los materiales obsoletos.

Resultados

Este proyecto de investigación fue realizado durante 2019 y dado que es un estudio de caso de una empresa transnacional, el acceso a la información fue delimitando para fines académicos. En la siguiente sección se presentan los resultados alcanzados.

Clasificación de los materiales del inventario MRO

Una aportación básica, parte inicial de este estudio, es el de segmentar el inventario de forma organizada y a partir de los principios administrativos del mantenimiento industrial. La primera clasificación que se propone corresponde a otorgarle un valor crítico a cada tipo de material que conforman el inventario MRO. Se han establecido cuatro posibles niveles de criticidad (Tabla 5).

Tabla 5. Grado de criticidad e impacto.

Nivel	Grado de criticidad	Impacto o consecuencia en caso de faltante
A	Muy alto	Muy severo
B	Alto	Severo
C	Medio	Medianamente severo
D	Bajo	Bajo

Para posicionar un artículo o material del inventario MRO, de acuerdo con su nivel de criticidad, es importante conocer el origen y el destino de ese material. Para una correcta clasificación, se ha diseñado una matriz de valores cualitativos (Figura 4), en la cual se muestra una matriz que toma en cuenta los factores de impacto en la operación y la frecuencia de uso. De esta manera se cubre un primer paso al ubicar los materiales dentro de una categorización que permita conocer el grado de severidad en caso de un faltante. El factor de frecuencia de uso es medido por el número de meses en que el artículo es consumido y se otorgan los niveles de cero, bajo, medio y alto.

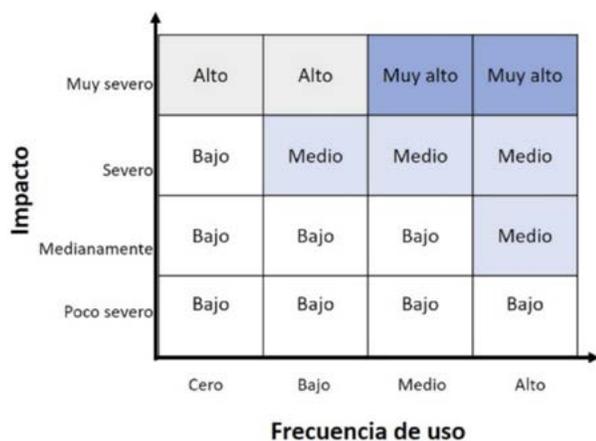


Figura 4. Matriz de clasificación de materiales por grado de criticidad.

El rango de valores del factor impacto, se establecen en concordancia con la teoría del mantenimiento y se describen en la Tabla 6, de la siguiente manera:

Tabla 6. El Factor impacto del inventario MRO en la operación.

Grado	Consecuencia del impacto
Muy severo	La no disponibilidad del material, al momento de ser demandado, provoca un paro total del proceso.
Severo	La no disponibilidad del material, al momento de ser requerido provoca un paro parcial en un proceso clave del proceso.
Medianamente	La no disponibilidad del material al momento de ser requerido provoca interrupción en un proceso
Poco	La no disponibilidad del material al momento de ser requerido provoca una ligera interrupción que no afecta al proceso en su totalidad.

El rango de valores del factor de frecuencia de uso se describe en la Tabla 7, donde se observa que los materiales que poseen grado cero y se encuentran inactivos, son objeto de un seguimiento especial porque son potencialmente obsoletos y posiblemente sea mejor no tenerlos, además se unen a esta vigilancia los materiales de movimiento bajo, mismos que requieren una monitorización constante y un control que permita evita su crecimiento.

Tabla 7. Clasificación del factor frecuencia d uso del inventario MRO

Grado	Frecuencia de uso (depende de la Empresa)
Cero	Inactivo mayor 36 meses
Bajo	Su uso puede ser cada 24 meses
Medio	Su uso puede ser cada 12 meses
Alto	Su uso puede ser menor a 12 meses

Con base en lo anterior, la metodología que se propone para lograr una clasificación del inventario MRO, se ha fundamentado en la documentación y se considera puede resultar exitoso cuando se implemente y se logre una validación. La Figura 5, muestra la metodología para llevar a cabo una segmentación acorde con los principios del mantenimiento.

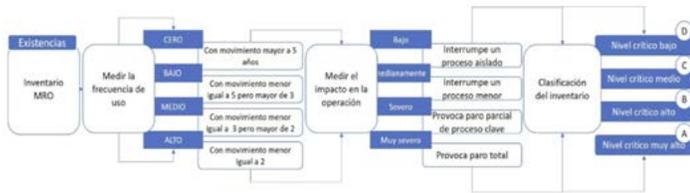


Figura 5. Metodología para la segmentación del inventario MRO.

Aplicación de un sistema de planeación y control de inventarios

El diseño y aplicación de un sistema mejorado, para la planeación y el control de los materiales que conforman el inventario MRO, con datos en tiempo real, se desarrolla a partir de tres métodos ya validados (Nahmías, 2012):

- a) El método de inventario ABC, para clasificar los materiales de acuerdo con el grado de criticidad.
- b) El método de inventario de cantidad económica de pedido Q, también conocido como modelo de la cantidad económica, en donde su objetivo es lograr el equilibrio de los costos de compra y mantenimiento en inventario y establece una cantidad óptima en inventario.
- c) El método de punto de reabastecimiento R, o Modelo QR, donde se puede calcular un punto de reorden de esos materiales a partir de un nivel de servicio dado, señalando que este nivel de servicio irá de la mano con la frecuencia de uso y el impacto que dichos materiales representan para la operación. De esta manera, y por medio de esos tres métodos se obtiene primero que nada una clasificación de artículos, posteriormente se establecen las cantidades que se deben de tener en existencia y luego se debe de conocer el punto de reorden o sea en qué momento se debe de hacer un siguiente pedido para evitar excesos, desabastos o faltantes.

Aplicación de los principios del modelo de Economía Circular

Uno de los objetivos al estudiar el inventario MRO, fue tomar la mejor decisión sobre el destino que se le daría a los materiales obsoletos y excedentes justificados. El modelo de Economía Circular, desarrollado por Stahel en los años 70, pero publicado en un primer libro en castellano en 2019, señala que, la industria debe cambiar su paradigma de economía lineal, reflejada en “tomar, producir, usar, tirar”, en una nueva conducta dirigida hacia alargar la vida útil y prevenir la contaminación de residuos “tomar, usar, reparar, reutilizar y reciclar (revender)”. De esta forma se le propone a la empresa organice una nueva tarea dedicada al reciclaje de maquinaria y equipo, pero con el significado de revenderlo a otras empresas que pudieran utilizarlo y de esta manera se lograría recuperar parte del capital invertido y disminuir volúmenes en inventario.

Conclusiones

En este estudio se abordó el tema controversial del inventario MRO que ha sido el talón de Aquiles para muchas empresas a nivel mundial, debido a que sostener en el tiempo un inventario de refacciones y suministros para solucionar los eventos no cotidianos y sin poder predecir la demanda de este, da como resultado un inventario que solo estará juntando polvo hasta el momento que este sea demandado en algún proceso.

Este trabajo permitió, mediante un trabajo de campo y un estudio de caso conocer la problemática de administración y control realizadas por el personal de mantenimiento y compras, denotando que la falta de un sistema de comunicación en un proceso centralizado conlleva a malas prácticas de adquisición de material, causando el incremento del inventario surplus. Derivados de este estudio, y con el enfoque en el inventario MRO se obtuvieron las siguientes conclusiones:

La gestión de los materiales MRO es más compleja que la de los inventarios de materias primas y productos terminados por las siguientes razones:

- a) La variedad de componentes y refacciones
- b) La incertidumbre de la demanda
- c) La diferencia en costos
- d) La diferencia en criticidad
- e) La diferencia en tiempos de entrega

Además los inventarios de materiales MRO tienen un comportamiento particular que dificulta su optimización, por lo tanto, es necesario conocer ese comportamiento para utilizar las técnicas apropiadas para clasificar y segmentar cada tipo de material.

A la gestión de inventarios para mantenimiento no se le ha dado la importancia que tiene, ya que en muchas empresas la gente de mantenimiento no considera que sea su responsabilidad el excedente de inventario y no lo reporta. La realidad es que el gran parte de los costos totales de mantenimiento están conformados por el costo directo de los materiales y el costo asociado a la decisión de mantenerlos almacenados, situación que muchos no pueden percibir por desconocimiento. Es importante atender la gestión de inventarios de mantenimiento para minimizar la inversión sin afectar la continuidad de las operaciones de manera segura y eficiente, contar con la tecnología adecuada y la capacitación del personal.

Cabe señalar, que aún queda trabajo y estudio por hacer con respecto a los inventarios con demandas inciertas y de lento movimiento, en muchos casos se aplican métodos probabilísticos, pudiera ser el caso de los inventarios MRO, pero la experiencia y el tipo de industria marcan la diferencia en usos, por eso las investigaciones a futuro sobre este tema estarán enfocadas puntualmente en el uso de las tecnologías que provee la industria 4.0 y por qué no decirlo en una quinta que ya se ve próxima.





Bibliografía

+ Chase, R. y Jacobs, R. (2014). *Administración de operaciones. Producción y Cadena de Suministros. Edición 13ª*, Mc Graw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V., México, D.F.

+ Chen, J.; Gusikhin, O.; Finkenstaedt, W. y Liu, Y. N. (2019). *Maintenance, repair; and operations parts inventory management in the era of industry 4.0. IFAC-Papers Online, 52(13)*, pp 171–176. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896319311218?pes=vor>

+ George, M. (2005). *Lean-Six Sigma. Combining six sigma quality with lean speed*. Mc Graw-Hill, New York, USA.

+ McLaughlin, P. y Durazo-Cardenas, I. (2013). *Cellular Manufacturing Applications in MRO Operations. Procedia CIRP*, pp 254-259. Disponible en: <https://www.science->

[direct.com/science/article/pii/S2212827113005519](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212827113005519)

+ Nahmias, S. (2012). *Análisis de la Producción y las Operaciones. Edición 6ª*, Mc Graw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V., México, D.F.

+ Nakajima, S. (1988). *Introduction to Total Productive Maintenance*. Productivity Press New York.

+ Socconini, L. (2016). *Lean Manufacturing, paso a paso*. Ed. Norma, 12va. Reimpresión. México.

+ Stahel, W. (2019). *Economía Circular para Todos: Conceptos Básicos para Ciudadanos, Empresas y Gobiernos*. Independently Published, Reino Unido.

+ Sunil Chopra y Peter Meindl (2013). *Administración de la cadena de suministro. Quinta edición* Pearson Educación, México.

LOCUS DE CONTROL Y CONDUCTA SEGURA DEL TRABAJADOR: UNA APROXIMACIÓN PARA ESTUDIAR LA SEGURIDAD LABORAL

Artículo arbitrado 24

Edición 15

Cecilia Aguilar Ortega¹, María José De Lille Quintal² y Lourdes Cortes Ayala³

^{1,2,3}Universidad Autónoma de Yucatán
(Facultad de Psicología)
Carretera Tizimin-Cholul Km1
Mérida, Yucatán, México,
C.P. 97305.



cecilia.aguilar@correo.uady.mx

Recibido: Septiembre 14, 2020.

Recibido en forma revisada: Octubre 13, 2020.

Aceptado: Octubre 16, 2020.

Resumen: El objetivo de este trabajo fue conocer el locus de control y la percepción de conducta segura del trabajador; así como la relación que existe entre ambas variables, a partir del cual elaborar propuestas de acción para crear ambientes seguros y saludables en la organización. Participaron 863 trabajadores de empresas del giro producción, comercialización y servicios. Se utilizó la Escala de Locus de control y la Escala de Conducta Segura del Trabajador. Los resultados señalan que los trabajadores tienen un mayor locus de control interno y de status quo familiar; así también, perciben que realizan comportamientos seguros en su trabajo. Mientras más atribuyen los trabajadores lo que les sucede a ellos mismos tienden más a realizar acciones para cuidar su seguridad y la de sus compañeros. En conclusión, en las intervenciones en seguridad es importante considerar la variable locus de control por la responsabilidad personal atribuida a la conducta segura.

+ Palabras clave: Cultura de seguridad, locus de control, conducta segura, trabajador, organizaciones.

Abstract: The objective of this work was to know the locus of control and the perception of worker's safe conduct; as well as the relationship between both variables, from which to develop proposals for action to create safe and healthy environments in the organization. 863 workers from companies in the production, marketing and services sec-

tor were involved. The Control Locus Scale and the Worker Safe Behavior Scale were used. The results indicate that workers have a greater locus of internal control and family status quo; likewise, they perceive that they perform safe behaviors in their work. As long as the workers attribute to what happens to themselves, then more they tend to take action to take care of their safety and that of their peers. In conclusion, in safety interventions it is important to consider the locus variable of control for personal responsibility attributed to safe conduct.

✦ **Keywords:** *Security culture, control locus, safe conduct, worker, organizations.*

Introducción

Una empresa saludable y segura es aquella en la que los trabajadores y directivos colaboran de forma conjunta en un proceso de mejora continua para promover y proteger la salud, seguridad y bienestar de los trabajadores y la sustentabilidad del ambiente de trabajo. Esto proporciona a todos los miembros de la fuerza de trabajo, condiciones físicas, psicológicas, sociales y organizacionales que protegen y promueven la salud y la seguridad; y por otro lado, permite a los jefes y trabajadores tener cada vez mayor control sobre su propia salud y seguridad (Rodríguez, 2009).

El área de investigación e intervención en prevención de riesgos laborales tiene una amplia relevancia social y científica, y es cada vez más importante en el campo de la psicología. Al respecto, el trabajo del psicólogo ha tenido un gran impacto con respecto a la conceptualización del manejo del riesgo en las organizaciones por medio del desarrollo del concepto de “Cultura de Seguridad”. Yueng-Hsiang, Jeffries, Tolbert, y Dainoff (2017), la describen como normas compartidas, valores y creencias que establecen expectativas de un comportamiento seguro aceptable en la organización y que son enseñadas a los nuevos empleados por medio de la socialización. Para este estudio se considerará la cultura de seguridad como el conjunto de valores, actitudes, creencias, percepciones y patrones de conducta que comparten directivos y empleados en relación con la seguridad, y que determinan el compromiso, responsabilidad y modelo de gestión de la salud y seguridad de la organización (Aguilar, Ramírez y De Lille, 2017). Este conjunto de percepciones forma un marco referencial que influye en el comportamiento seguro e inseguro del trabajador.

El creciente interés por el factor humano y cómo este se desarrolla en el entorno laboral, ha impulsado su estudio desde una perspectiva psicológica aplicada en la investigación de los accidentes de trabajo, haciendo hincapié en la influencia de los aspectos “psicosociales”, es decir, en las actitudes, percepciones, conductas seguras de los agentes implicados en la organización y en cómo estos influyen en la gestión de la prevención de riesgos de trabajo. Una correcta gestión de una cultura de la seguridad debe de influir no sólo en las condiciones materiales, ambientales y organizativas del trabajo, sino que debe de contemplar una intervención en el subsistema social de la empresa el cual impacta en la conducta segura del trabajador. En este sentido, Contreras (2014), señala que la conducta segura es una actitud preventiva para enfrentar situaciones críticas, actuar con precaución, acatando las normas y procedimientos, advirtiendo a otros cuando ejecutan conductas que implican algún riesgo.

Según Cacique y López (2007), en el medio laboral se encuentran dos grandes necesidades principales: explicar los motivos por los cuales los trabajadores manifiestan conductas riesgosas o que no favorecen su desempeño y, por otro lado, disponer de conocimientos y habilidades que permitan dar soluciones para desarrollar una cultura de seguridad. En este sentido, autores como Cooper, (2000), Puyal, (2001), Aguilar, (2017), Oropesa y Cremades, (2012), señalan que existen diversas variables que afectan el comportamiento seguro del trabajador en la organización. Entre las variables organizacionales están las políticas, los procedimientos, prácticas de la organización, el clima de seguridad de la empresa; por otro lado, están las variables grupales o intergrupales, como el liderazgo de los jefes, compañeros de trabajo, sindicato, la familia; y las variables intraindividuales, que engloba las estructuras internas de la persona individual (sociodemográficas y de personalidad), así como los procesos intrapsíquicos como las creencias, actitudes, atribuciones, representaciones cognitivas, procesos perceptivos, entre otros (Armengou y López, 2006). De este conjunto de variables intraindividuales abordaremos en este estudio, especialmente, desde el modelo de las atribuciones, el locus de control.

Los procesos de atribución son parte de la vida diaria de las personas en torno a lo que les sucede cotidianamente; constituye el tipo de información que utilizan los individuos para determinar la causalidad de la conducta, y por lo general llevan a definir si se tiene algún control o no, sobre las cosas que ocurren (Seguel, Navarrete y Bahamondes, 2017). La importancia de esto radica en que una persona será capaz de anticiparse a una situación de acuerdo con las expectativas generales que se ha formado según sus experiencias pasadas de “control”, situación que impacta en una gran variedad de pensamientos, sentimientos y conductas de los individuos. Así Rotter (1966), señala que la localización del control es una dimensión de la personalidad que explicaría las diferencias que se dan en las personas en el modo de responsabilidad personal que atribuyen a la conducta y sus consecuencias. El locus de control es definido por este autor como el grado en el que las personas creen controlar su vida de acuerdo con una serie de eventos o acontecimientos que intervienen en el día a día, es decir, en cómo la persona estructura su mundo. Se le denomina locus de control externo cuando un individuo tiende a atribuir los eventos a causas externas a ellos, como la suerte, el destino, entre otras creencias. Mientras que el locus de control interno es cuando una persona percibe un evento como contingente a su conducta.

Algunos autores han tomado en cuenta no sólo la polaridad interno-externo, sino que han agregado algunas subdimensiones o modalidades dando lugar a un enfoque multidimensional. Al respecto, Reyes-Lagunes (2007), menciona que la estructura del locus de control se compone de cuatro dimensiones:

- a) Locus de control externo: Se refiere a las atribuciones que las personas hacen sobre los resultados obtenidos o de los sucesos a cuestiones que las personas no tienen el control o la capacidad de dominar.
- b) Locus de logro interno: Se refiere a las atribuciones que las personas hacen sobre los resultados obtenidos o de los sucesos a cuestiones que las personas tienen el control o la capacidad de dominar.
- c) Locus de control socio-afectivo (afectividad): Se refiere al tipo de

atribución hechas ante los resultados o cualquier suceso de vida cuya causa se atribuye a los contactos sociales, empatía o lo agradable que pueda llegar a ser la persona.

d) Statu Quo Familiar: aquí la causa de lo obtenido se debe a la unión familiar derivada de los deseos o esfuerzos de las personas.

Se puede concluir entonces que el locus de control es inherente al ser humano. Así, Cacique y López (2007), señalan que el locus de control permite dar una explicación del comportamiento de las personas ya que se encuentra relacionado con los procesos cognitivos como: actitudes, opiniones, percepciones, formación de conceptos, toma de decisiones, satisfacción hacia el trabajo, nivel de desempeño, responsabilidad y productividad en el trabajo. Por su parte, De Smith, Jeppesen y Boggild, 2007; en Araña (2010), señalan que el locus de control es un moderador de la conducta de los trabajadores, siendo estas conductas positivas o negativas. El locus de control también tiene importancia como concepto a nivel de salud, las personas con locus de control interno presentan vidas más activas físicamente, controlan más su alimentación, más conductas de higiene personal y mejores estrategias de afrontamiento para la vida. En este sentido se podría esperar que tenderán a realizar comportamientos seguros en su trabajo para buscar su bienestar y el de sus compañeros (González, Pelegrín y Carballo, 2017).

Explicar la conducta segura y la conducta insegura de los trabajadores exige atender a cuatro dominios de análisis: intraindividual, interpersonal o intragrupal, intergrupala y organizacional-social (Sapsford, 1998 en Puyal, 2001). Este estudio se centrará en una variable de tipo individual, el locus de control como variable intraindividual sin perder de vista el carácter social de la conducta segura. Cabe señalar, aun cuando se pondrá énfasis en cómo las personas explican lo que les sucede atribuyendo los eventos a causas externas o internas a ellas, la explicación causal (o proceso atribucional) dista de ser individualista, ya que también son consideradas las relaciones interpersonales e intergrupales y la forma en que estos procesos de interacción moldean los procesos individuales. En las intervenciones psicosociales en seguridad, no solo debe verse la seguridad en la empresa como resultado de las variables intrapersonales o intrapsíquicas sino debe entenderse como una cuestión organizativa condicionada por el sistema organizacional (la cultura organizacional, las políticas y prácticas de seguridad y salud laboral, el compromiso de la dirección, el diseño del trabajo y el ambiente físico, etc.).

Al considerar el locus de control como un recurso personal de afrontamiento que tiene gran relevancia en cuanto a su capacidad de predecir variables actitudinales, afectivas y comportamentales, se consideró importante su estudio en relación con la conducta segura del trabajador, de tal forma que nos permita tener un mayor acercamiento para poder explicarlo. En general, en las intervenciones psicosociales en la gestión de una cultura de seguridad y prevención de accidentes es importante considerar no solo los factores ambientales y organizacionales sino también al factor humano, es decir el aspecto psicológico del trabajador y su influencia en el comportamiento seguro dentro de la empresa. Al fomentar en el trabajador la responsabilidad por su seguridad y de la empresa, generará un mayor compromiso con la gestión de su propia salud y calidad de vida laboral, y, por consiguiente, ambientes de trabajo seguros y saludables.

Objetivo

Conocer el nivel percibido de Locus de Control y de Conducta Segura del trabajador, así como la relación que existe entre ambas variables, a partir del cual elaborar propuestas de acción para mejorar la calidad de vida del trabajador y crear ambientes seguros y saludables en la organización.

Materiales y Métodos

Participantes

Para la presente investigación participaron un total de 863 trabajadores de los estados de Yucatán y Campeche, con un rango de edad de 19 a 75 años ($M = 37.13$, $D. E = 9.37$), de los cuales el 90% (780) fueron hombres y el 10% (83) mujeres. En cuanto a su nivel jerárquico en la organización, el 13% pertenecían al nivel directivo y mando medio y el 87% al nivel operativo y administrativo. De acuerdo con el giro de las empresas, el 46% pertenecían al sector eléctrico, el 46% al sector de producción y el 8% al sector de servicios. La muestra fue elegida de forma no probabilística y accidental. El criterio de inclusión fue que los trabajadores estuvieran activos al momento del estudio.

Instrumentos

Se administró la Escala de Conducta Segura del Trabajador (Aguilar, Ramirez y De Lille, 2017). El instrumento consta de dos secciones, en la primera parte se solicitan datos generales como edad, sexo, estado civil, antigüedad en la organización y área de trabajo. El segundo apartado consta de 10 reactivos cuya forma de respuesta es tipo Likert con 5 opciones desde un nunca hasta un siempre. Está integrada por dos factores: I. Autocuidado, el cual mide la percepción que tiene el trabajador sobre las conductas específicas que realiza para cuidar su propia seguridad; y II. Cuidado colectivo, el cual mide la percepción que tiene el trabajador sobre las acciones que realiza para proteger la seguridad de sus compañeros o prevenirlos de un accidente. El análisis de confiabilidad a través del Alfa de Cronbach para todo el instrumento es de .89.

Así también, se administró la Escala multifactorial de Locus de Control, propuesta por Reyes-Lagunes (1998, en García, 2003), la cual mide las atribuciones que realizan las personas sobre las causas de las cosas que les suceden, que pueden ser atribuidas a factores internos o externos del individuo. Consta de 51 reactivos, que se responden a través de una escala tipo Likert pictográfica de siete opciones, donde se considera que entre más grande y cerca de la frase se encuentre el cuadro, más de acuerdo se estará con la frase. Mide cuatro dimensiones:

1. Locus de control externo: Se refiere a las situaciones cuando la persona atribuye sus éxitos y logros a otras personas o a factores que no dependen de ella misma ($\alpha = .96$).
2. Locus de logro interno: Se refiere a las situaciones cuando la persona atribuye sus éxitos y logros a ella misma o a factores que dependen de ella ($\alpha = .92$).
3. Locus de control socio-afectivo (afectividad): Se refiere a cuando la persona atribuye sus éxitos y logros a una característica suya social y afectiva como ser agradable o simpática ($\alpha = .86$).

4. Status Quo Familiar: Mide la importancia de la unión familiar ($\alpha = .61$).

Tipo de estudio

Este estudio tuvo un enfoque cuantitativo, de tipo exploratorio, de campo, descriptivo y relacional (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). Las escalas fueron administradas de forma individual y grupal en los centros de trabajo.

Análisis de la información

Primeramente, se realizó un análisis de confiabilidad de todas las escalas a través de la alfa de Cronbach. Posteriormente, se realizó un análisis descriptivo a través de la medida de tendencia central media para conocer el nivel de percepción de las variables y para conocer la relación entre el locus de control y la conducta segura del trabajador se utilizó la Prueba de correlación de Pearson.

Resultados

Para conocer el nivel percibido de la conducta segura del trabajador y del locus de control se realizó un análisis descriptivo a través de la medida de tendencia central media. En cuanto a la variable conducta segura del trabajador se encontró una media alta ($M = 4.56$), es decir, los trabajadores perciben que realizan comportamientos seguros al realizar su trabajo y acciones para prevenir a los compañeros de un accidente. Sin embargo, se encontró una media más alta para el factor Autocuidado ($M = 4.72$), es decir, tienden más a realizar conductas por su propia seguridad que por la de sus compañeros (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis descriptivo para los factores de la escala de conducta segura del trabajador.

Conducta segura del trabajador	n	M	DE
Total	866	4.56	.52263
Autocuidado	802	4.72	.42908
Cuidado colectivo	813	4.45	.70565

Para la variable locus de control se realizó un análisis descriptivo para cada factor de la prueba, se identificaron medias más altas para el factor de Locus de control interno ($M = 6.24$); es decir, los trabajadores atribuyen a ellos mismos los sucesos que les pasan; así también, para el factor de Statu Quo Familiar ($M = 5.90$); es decir, los trabajadores le dan importancia a la familia y hacen las cosas por y para su familia.

Tabla 2. Análisis descriptivo para los factores de la Escala de Locus de control.

Locus de control	n	M	DE
Locus de control externo	866	3.05	1.50
Locus de control interno	866	6.24	.816
Locus de control socio afectivo	866	4.11	1.57
Statu quo familiar	866	5.90	1.107

Por otro lado, para conocer la relación entre los factores de las escalas Locus de control y Conducta segura del trabajador se utilizó la prueba de correlación de Pearson. Se encontró una relación baja positiva estadísticamente significativa entre el Locus de control interno y la Conducta segura del trabajador $r(864) = .128$; $p < .000$; es decir, aquellos trabajadores que se atribuyen a ellos mismos las cosas que les suceden más se comportan de manera segura en el trabajo. Así también, se encontró que existe una relación baja positiva estadísticamente significativa entre el factor Statu Quo Familiar y la Conducta segura del trabajador $r(864) = .156$; $p < .000$; es decir, aquellos trabajadores para los cuales es importante la familia y hacen las cosas por la misma tienden a tener más comportamientos seguros en el área de trabajo (Tabla 3).

Tabla 3. Análisis de asociación entre los factores de locus de control y la conducta segura del trabajador.

Conducta segura del trabajador	n	M	DE
Total	866	4.56	.52263
Autocuidado	802	4.72	.42908
Cuidado colectivo	813	4.45	.70565

Al realizar una correlación entre los factores de la escala de locus de control con los factores de la escala de conducta segura del trabajador se encontró una relación baja positiva estadísticamente significativa entre el Locus de control interno y Autocuidado ($r_{(800)} = .118$; $p < .001$), es decir los trabajadores que atribuyen la responsabilidad de sus éxitos y logros a ellos mismos son aquellos que tienden a realizar mayores conductas para su propia seguridad. Así también, existe una relación positiva estadísticamente significativa entre el Locus socio afectivo y Autocuidado ($r_{(800)} = .080$; $p < .023$), lo que indica que aquellos trabajadores que logran las cosas siendo amables o simpáticos son los que tienden a comportarse de manera segura. Igualmente se encontró una relación positiva estadísticamente significativa entre los factores Status

quo familiar y Autocuidado ($r_{(800)} = .108$; $p < .002$); es decir, mientras más importante es la familia para los trabajadores más tenderán a realizar comportamientos para cuidar su propia seguridad. Por otra parte, se encontró una relación baja positiva estadísticamente significativa entre el Locus de control interno y Cuidado colectivo ($r_{(811)} = .113$; $p < .001$); es decir, los trabajadores que atribuyen sus éxitos y logros a ellos mismos son aquellos que tienden más a realizar comportamientos para proteger la seguridad de sus compañeros. Asimismo, se encontró relación baja positiva estadísticamente significativa entre el Status quo familiar y Cuidado colectivo ($r_{(811)} = .127$; $p < .000$); es decir, mientras más importante es la familia para el trabajador más tenderá a proteger la seguridad de los compañeros de trabajo (Tabla 4).

Tabla 4. Análisis de asociación entre los factores de locus de control y las dimensiones de autocuidado y cuidado colectivo.

Locus de control	Conducta segura del trabajador	
	Autocuidado	Cuidado colectivo
Locus de control interno	.118**	.113**
Locus de control externo	.013	.029
Locus socio afectivo	.080	.047
Locus statu quo familiar	.108**	.127**

Discusión

La realización de este trabajo permite tener un acercamiento a la dimensión psicológica, en este caso las variables intrapsíquicas del trabajador como es el locus de control, en las intervenciones para la prevención de accidentes y la promoción de entornos de trabajo seguros y saludables, evidenciando su relevancia ante esta problemática. Los resultados encontrados en cuanto a la conducta segura muestran que los trabajadores tienden a realizar más comportamientos por su propia seguridad que por la de sus compañeros. Si se considera que una conducta segura implica también proteger a los compañeros de un accidente (Contreras, 2014), es necesario entonces hacer hincapié en el carácter social de las intervenciones en seguridad, ya que un ambiente seguro no solo se genera porque uno se cuida sino también cuidando y protegiendo a los compañeros de trabajo de un accidente.

Por otro lado, es importante señalar que los trabajadores del estudio presentaron un mayor locus de control interno, es decir, tienden a atribuir los resultados obtenidos o lo que les sucede a ellos mismos (Reyes-Lagunes, 1998 en García, 2003) y siendo el locus de control interno un moderador de la conducta que influye en la solución de problemas, toma de decisiones, responsabilidad y en la expectativa de autoeficacia, es necesario desarrollar esta característica psicológica en el trabajador para que se responsabilice de su propio comportamiento seguro, y que su vez, le permita solucionar problemas que pongan en peligro su vida y la de los demás. Asimismo, es de resaltar que el locus de control familiar se asocia también con el autocuidado y el cuidado colectivo, lo que evidencia la importancia que tiene para los trabajadores la familia y su influencia para tomar medidas de seguridad en el trabajo. En con-

clusión, este trabajo evidencia que cuando los trabajadores atribuyen la seguridad en el trabajo a sus propias acciones (locus de control interno) es más probable que cumplan con los procedimientos de seguridad, a través de la implementación de los métodos o procedimientos seguros de cada actividad, el uso adecuado de los medios, instrumentos y/o maquinarias, así como el uso de equipos de protección individual. En este sentido y de acuerdo con Contreras (2014), se genera la conducta segura como una actitud preventiva para enfrentar situaciones críticas. Los resultados sugieren la importancia de generar estas actitudes de autocuidado vinculadas al desarrollo de locus de control interno en los trabajadores al momento de realizar intervenciones para desarrollar una cultura de seguridad en el trabajo.

Bibliografía

- + Aguilar, Cecilia. (2017). *Percepción del clima de seguridad laboral, conducta segura del trabajador y de su jefe*. Congreso Nacional de Psicología (CENEIP), XLIV, 2017. Nayarit, México.
- + Aguilar, Cecilia; Ramírez, Ezequiel y De Lille, María José (2017). *Conducta segura del trabajador: Una aproximación a su estudio e intervención en las organizaciones*, En Rentería, E. (edit), *Entre lo disciplinar y lo profesional. Panorama y experiencias en psicología organizacional y del trabajo en Iberoamérica*. Colombia: Panorama Editorial. 2017, pp 143-156.
- + Araña, Santiago (2010). *Regreso al trabajo. Una intervención Bio-Psico-Jurídica-Social-Estratégica necesaria para la resolución de la incapacidad laboral temporal por problemas de salud mental*. España. Gobierno de España. En URL: [http://www.seg-social.es/wps/wcm/connect/wss/c8e80f22-ddad-4e7f-a08a-99d3efc5825c/F118_08.pdf.MO-DAJPERES & CVID=](http://www.seg-social.es/wps/wcm/connect/wss/c8e80f22-ddad-4e7f-a08a-99d3efc5825c/F118_08.pdf.MO-DAJPERES& CVID=)
- + Armengou, Lluís y López, Elisenda (2006). *Percepción del riesgo, actitudes y conducta segura de los agentes implicados en los accidentes laborales*. *Gestión Práctica de los Riesgos laborales*, 28, Junio, 2019, 42-47. En URL: <http://pdfs.wke.es/8/4/9/2/pd0000018492.pdf>
- + Casique, Alicia y López, Francisco (2007). *El locus de control*. *Revista Panorama Administrativo*, 2, pp. 193-201. En URL: <https://es.scribd.com/doc/285273319/Teoria-Del-Locus-de-Control>
- + Contreras, Juan (2014). *Programa de conducta segura*. Recuperado 5 de septiembre de 2020. En URL: <https://www.slideshare.net/juanra521/programa-de-conducta-segura-3286692>
- + González, Higinio; Pelegrín, Antonia y Carballo, José (2017). *Relación entre el locus de control, ira y rendimiento deportivo de tenis de mesa*. *Cultura, Ciencia y Deporte*, 12 (35), pp. 117-125
- + Hernández, S.; Fernández, C. y Baptista, L. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- + Oropesa, C. y Cremades, L. (2012). *Liderazgo y cultura en seguridad: su influencia en los comportamientos de trabajos seguros de los trabajadores*. *Salud de los trabajadores* 20, (2), pp. 179-192.
- + Puyal, Esther (2001). *La conducta humana frente a los riesgos laborales. Determinantes individuales y grupales. Acciones e investigaciones sociales*, 12, pp.157-184. En URL: <https://papiro.unizar.es/ojs/index.php/ais/article/view/199>
- + Reyes-Lagunes, I. (2007). *Escala Mexicana de Locus de Control. Simposio en Congreso Iberoamericano de Evaluación Psicológica, VI, 2007, Ciudad de México, México*.
- + Rodríguez, M. (2009). *Factores Psicosociales de riesgo laboral. ¿Nuevos tiempos, nuevos riesgos?. Observatorio laboral Revista Venezolana*, 2 (3), pp.127-141.
- + Rotter, J. B. (1966). *Generalized expectancies for internal versus external control of reinforcement*. *Psychological Monographs: General and Applied*, 80(1), pp. 1-28.
- + Seguel, C.; Navarrete, E. y Bahamondes, V. (2017). *Explicación de la accidentabilidad laboral basada en factores de riesgo psicosocial y rasgos de personalidad en el transporte forestal*. *Ciencia & Trabajo*, 9(60), pp. 157-165.
- + Yueng-Hsiang, E.; Jeffries, S.; Tolbert, G. D. y Dainoff, M. J. (2017). *Safety Climate. How can you measure it & why does it matter?. Professional Safety*, 62 (1), pp. 28-35.

LA CERTIFICACIÓN EN COMPETENCIAS LABORALES COMO RESPALDO AL TÍTULO PROFESIONAL DE LICENCIATURA

Artículo arbitrado 25

Edición 15

Mónica Leticia Acosta Miranda¹, Leonor Ángeles Hernández² y Juan José Elguezabal Aguirre³

^{1,2,3} Tecnológico Nacional de México/
Instituto Tecnológico de Cuautla
Libramiento Cuautla-Oaxaca s/n, Juan
Morales, Yecapixtla, Morelos, México,
C.P. 62826.



monica.acosta@cuautla.tecnm.mx

Recibido: Septiembre 14, 2020.

Recibido en forma revisada: Octubre 13, 2020.

Aceptado: Octubre 16, 2020.

Resumen: El campus Cuautla del Tecnológico Nacional de México (TecNM), tiene como objetivo colaborar con la sociedad en el desarrollo social, económico y productivo de la región. Para ello actualiza su planta docente llevándola al siguiente nivel: el de las certificaciones por competencias laborales. Se pretende hacer extensivo este proceso a los estudiantes, como una actividad escolar, mediante la certificación en el estándar más adecuado al perfil profesional de cada programa educativo, con el objetivo de proporcionarles un documento que avale, de manera oficial, las competencias, habilidades y desempeños adquiridos, buscando que su incorporación al mercado laboral resulte pronta y mejor remunerada. El análisis para determinar el estándar acorde a cada programa, dentro del catálogo de CONOCER, se realizó por la Academia consensuándolo con los estudiantes y el sector productivo de la región. Se inició con Contador Público considerando los procesos de alineación y evaluación establecidos por el organismo certificador.

+ **Palabras clave:** Certificación, competencias laborales, estándar de competencia, mercado laboral.

Abstract: The Cuautla campus of the National Technological Institute of Mexico (TecNM), aims to collaborate with society in the social, economic and productive development of the region. To do this, it updates its teaching staff, taking it to the next level: that of certifications

for labor competencies. It is intended to extend this process to students, such as a school activity, by certifying the most appropriate standard for the professional profile of each educational program, with the aim of providing them with a document that officially endorses the competences, skills and performances acquired, seeking that their incorporation into the labor market is prompt and better paid. The analysis to determine the most appropriate standards for each program, within the CONOCER catalog, was carried out by the Academy in agreement with the students and the productive sector of the region. It started with a Public Accountant considering the alignment and evaluation processes established by the certifying organization.

+ **Keywords:** *Certification, labor competencies, competency standard, labor market.*

Introducción

Actualmente un título profesional no garantiza que los egresados encuentren un empleo acorde a su perfil bien remunerado, debido principalmente a que dicho documento no respalda, de manera personalizada, los conocimientos competencias y habilidades que, de acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo (OIT) (s/f), son los factores clave para alcanzar una globalización justa y reducir la pobreza. En la economía actual de México no importa la profesión u oficio que se tenga, los idiomas o conocimientos tecnológicos y técnicos son indispensables para la solución de problemas, pero no suficientes, ya que el mercado laboral exige mayores competencias y certificaciones laborales. El desarrollo tecnológico está modificando sustancialmente los modelos de negocios e impulsando nuevas industrias, por ello es obligación de todos contar con una capacitación constante.

Por otra parte, el desarrollo social y productivo de un país depende en gran medida de la satisfacción personal del trabajador y de la mejora en la productividad. La certificación de las competencias laborales de los trabajadores implica un reconocimiento social de sus competencias con la satisfacción y motivación respecto al trabajo realizado que eso conlleva y, adicionalmente, una disminución en el tiempo de búsqueda de empleo, mayores posibilidades de ingreso y/o una mayor movilidad en el mercado laboral; con un efecto positivo en las empresas al mejorar la productividad, la gestión integral del personal, los costos de entrenamiento, la seguridad en el ambiente de trabajo y la prevención de accidentes, así como elevando los estándares de preparación del capital humano.

Desde la firma del Tratado de Libre Comercio de América del Norte, nuestro país enfrentó el reto de la preparación de su fuerza laboral con la intención de ser más competitivos. Para ello el artículo 45 de la Ley General de Educación (LGE) establece la necesidad y beneficios esperados de la formación para el trabajo, ya que esta procurará la adquisición de conocimientos, habilidades o destrezas, que permitan a quien la recibe desarrollar una actividad productiva demandada en el mercado mediante alguna ocupación o algún oficio calificados (H. Congreso de la Unión, 2019).

Esto pretende mejorar la calidad de la educación y la capacitación en México, de manera que satisfaga las necesidades del sector productivo de una forma flexible, ampliando las posibilidades de ingreso, desarro-

llo y permanencia de los individuos en el empleo. Con este fundamento se crea, el 2 de agosto de 1995 (Ramos, 2012) el Consejo de Normalización y Certificación de Competencia Laboral (CONOCER), con la misión de promover, desarrollar y difundir un Sistema Nacional de Competencias que contribuya a la formación de capital humano, a la competitividad y al desarrollo de México. Su razón de ser es impulsar la normalización y certificación de competencias laborales y ser el referente para los sistemas de formación y capacitación por competencias para y en el trabajo. CONOCER es el organismo encargado de apoyar tanto al sector educativo como al laboral en la normalización y estandarización de las competencias laborales. Es un instrumento del Gobierno Federal que colabora como enlace entre las necesidades de los empresarios y esa necesidad de contar con colaboradores que puedan asegurar la calidad y la estandarización de procesos productivos y la oferta laboral con un sistema de alineación de las competencias requeridas en los puestos (Almaguer, 2016). Actualmente ofrece 1019 estándares en diferentes competencias laborales (CONOCER, 2019).

La certificación en competencias laborales (CONOCER, 2019) es el reconocimiento de las destrezas y habilidades del individuo que permite otorgarle una acreditación pública y oficial para la tarea que es apto y por ende sea reconocido con un salario mejor en el mercado laboral. Para certificar las habilidades de una persona es necesario un estándar o norma surgida de ese lenguaje común en el mercado laboral, mismo que nos permite a todos, en el sistema económico, entender lo mismo y que en función de esto, eduquemos, capacitemos, contratemos o reconozcamos el nivel de desempeño del trabajador y se le remunere por ello. Para lograr dar impulso al Sistema Nacional de Competencias se requiere el trabajo conjunto del sector productivo y del sistema educativo.

Proceso de validación, evaluación y certificación de competencias laborales

Los estándares de competencia se desarrollan con base en las Normas de Competencia Laboral establecidas por área ocupacional. Los criterios de valoración son establecidos en torno a los tipos de evidencia que presentara el candidato, que puede ser: desempeño, producto y conocimiento. Las evidencias se recaban mediante la observación directa en el lugar de trabajo o la simulación del ambiente del lugar de trabajo, a través de la aplicación de cuestionarios y con la presentación de los productos, si es el caso, verificando las evidencias de desempeño contra el estándar definido en la norma. No existen exigencias estrictas de escolaridad salvo los casos en los que el mercado laboral lo establezca como requisito fundamental para otorgar la certificación.

Antecedentes

El Instituto Tecnológico de Cuautla (ITC), consiente de la importancia de la capacitación y profesionalización de su personal docente, desde el año 2017 se ha preocupado por que estos sean certificados en diversos estándares acordes a su perfil profesional. A la fecha se encuentran certificados 18 docentes, en seis estándares diferentes y se encuentra en proceso el establecimiento de los mecanismos para hacerlo extensivo a las empresas de la región participando como centro capacitador y/o evaluador reconocido por el Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER), entidad paraestatal sectorizada en la Secretaría de Educación Pública en México, que reconoce los conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes de las

personas, adquiridas en el trabajo o a lo largo de su vida, con certificaciones nacionales y oficiales (CONOCER, 2017).

La motivación, satisfacción y una mayor participación lograda en los docentes participantes en el programa, así como las múltiples ventajas detectadas en este tipo de actividades, entre ellas el hecho de trabajar con una visión unificada sobre el tema, así como la estandarización del proceso educativo, hizo que surgiera la intención de hacerlo extensivo a nuestros futuros egresados de los seis programas educativos que se ofertan en el plantel, certificando a los estudiantes en estándares relacionados con su perfil de egreso o en aquellos que el sector productivo considere necesarios para su desempeño laboral. El objetivo de esta investigación es determinar la viabilidad de incluir las Certificaciones en Competencias laborales, como una herramienta y/o actividad adicional que facilite su incorporación al mercado laboral, tomando en consideración a estudiantes, la academia y el sector productivo para establecer así la propuesta del proceso de implementación.

Justificación

Al certificarse los estudiantes del ITC en algún estándar, obtendrán el reconocimiento público de que el proceso enseñanza-aprendizaje y la administración escolar son gestionados con calidad, coadyuvando a que el ITC cuente con una mejora permanente. Colateralmente, implementar un sistema de certificaciones para los programas educativos, permitirá a los educandos del ITC obtener los siguientes beneficios:

- Elevar la competitividad económica, el progreso social y el desarrollo educativo de México mediante un proceso organizado, coordinado y promovido por el Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER) u otros organismos e instituciones.
 - Obtener un certificado reconocido por la autoridad educativa y por el sector productivo que facilita la inserción en el mercado de trabajo y el desarrollo laboral de los estudiantes.
- Así mismo, realizar esta actividad repercute en los programas educativos permitiendo:
- Fortalecer el sistema nacional de competencias laborales dentro del Marco Nacional de Certificaciones, para sumar eficazmente iniciativas productivas, educativas, laborales y de capacitación.
 - Alentar la utilización de las normas de competencia laboral y su certificación en la institución educativa.
 - Promover la certificación de competencias para fortalecer la empleabilidad, principalmente de las mujeres.
 - Fortalecer los programas de actualización, capacitación y certificación del personal directivo y personal no docente.

Como puede observarse esta propuesta significa una serie de beneficios a estudiantes, docentes, institución, sector productivo y finalmente repercute en lo social, buscando elevar la productividad de las empresas, de la institución y la seguridad de los trabajadores, ya sean estudiantes o egresados, concientizándolos sobre la importancia de la

educación continua y las certificaciones como comprobante de su competencia laboral.

Metodología

Los trabajos relacionados con las certificaciones en competencias laborales iniciaron en 2017 con la intención de conocer sobre el tema y su implementación. Para ellos se participó directamente en una serie de actividades a invitación del campus Bahía de Banderas del TecNM y con apoyo Leonard Mertens, consultor de la OIT. Los trabajos previos fueron:

1. Validación del instrumento de evaluación del Estándar EC0 620 Coordinación de las operaciones de restaurantes PyME, en el Hotel Hilton Vallarta y el Restaurant Original Anclote en Punta Mita, Nayarit, donde se corroboraron las ventajas de la estandarización de procesos y certificación de los trabajadores y algunos propietarios de empresas. En ese momento se iniciaron las certificaciones docentes en el campus Cuautla.
2. Estadía técnica de 4 meses en el Hotel Hilton Vallarta y en el I.T. Bahía de Banderas en las actividades del Modelo Dual aplicado en este sector, con estudiantes de nivel medio superior y superior, quienes participaron desarrollando prácticas profesionales y/o residencias profesionales culminando con la Certificación de los participantes interesados.
3. Evaluación en el Estándar ECO206 “Coordinación de grupos de trabajo en línea”, a trabajadores de la empresa ZF en el Parque Industrial Querétaro, destacando, en este caso, la flexibilidad de los estándares, ya que este mismo se ha implementado en el sector Hoteles y restaurantes y sin ningún problema se aplicó en la industria transformadora.
4. Participación en el desarrollo del Estándar EC1174 “Gestión de mejoras sociales sostenibles” en campos agrícolas a invitación de la Cámara Nacional de la Industria Azucarera publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 25 de julio de 2019.
5. Identificación de los sectores con los cuales trabajar en el campus Cuautla mediante pláticas con el sector restaurantero de la zona, apoyados por consultores de la OIT.
6. Alineación y certificación de docentes en la institución en donde surgió la propuesta de incorporar las certificaciones en competencias laborales a la curricula de los estudiantes del plantel.
7. Determinar la viabilidad de la propuesta. Se trabajó con un estudio de tipo descriptivo, con un enfoque de investigación cuantitativo, donde interesa determinar los estándares relacionados con el perfil y los contenidos de los programas educativos, al tiempo que aporten una ventaja competitiva a los estudiantes en el momento de incorporarse al campo laboral, así como definir todo lo correspondiente al proceso en sus diversos aspectos.

Por otra parte, el proceso para el desarrollo de la propuesta es el siguiente:

- Analizar, mediante un trabajo de las Academias la institución de

cada uno de los programas educativos, los estándares que oferta el organismo certificador y determinar los más acordes a cada uno de los programas con apoyo de las academias respectivas.

- Para así determinar las debilidades detectadas por los empleadores en nuestros egresados y definir que estándar(es) apoyaría(n) a solventarlo.
- Informar a la comunidad estudiantil sobre los estándares de competencia y su proceso de evaluación.
- Definir el proceso a seguir para que los estudiantes tengan acceso a las certificaciones.

Resultados y discusión

El proceso de certificación de los docentes se ha llevado a cabo a través de invitaciones a participar en los cursos de alineación y, quienes así lo determinen, proceder a la evaluación. Se realizó la certificación a través de la Entidad de Certificación y Evaluación del campus Bahía de Banderas del TecNM, reconocido por CONOCER. A la fecha se cuenta con 18 docentes certificados (30 % de la planta docente de base), algunos de ellos en más de un estándar, que laboran en los seis programas educativos de la institución. La tabla 1, muestra el número de docentes y los estándares en los que estos se encuentran certificados.

Tabla 1. Número de docentes certificados en cada uno de los estándares CONOCER.

No. de docentes	Estándar
6	EC0076 - Evaluación de la competencia de candidatos con base en Estándares de Competencia
10	EC0217 - Impartición de cursos de formación del capital humano de manera presencial grupal
3	ECO772 - Evaluación del aprendizaje con enfoque en competencias profesionales.
5	EC0206 - Coordinación de grupos de trabajo de línea
3	EC0305 - Prestación de servicios de atención a clientes
1	EC0612 - Aplicación de prácticas verdes en su área de trabajo

Fuente: Elaboración propia.

Contar con este número de docentes certificados permite a la institución estar en condiciones de ofrecer los servicios de alineación y evaluación en dichos estándares a diversos sectores de la población, como pueden ser empresas u organismos públicos o privados, así como a nuestros propios estudiantes. Se ha establecido que este proceso se realice, en una primera instancia, a través de una Entidad Certificadora, considerando el Campus Bahía de Banderas del TecNM o el Instituto de Capacitación para el Trabajo del Estado de Morelos (ICATMOR) en Anenecuilco, Morelos.

En el caso de los estudiantes, el ITC oferta actualmente seis programas educativos de nivel licenciatura: 1) Ingeniería Electrónica, 2) Ingeniería en Sistemas Computacionales, 3) Ingeniería Industrial, 4)

Ingeniería en Gestión Empresarial, 5) Ingeniería Mecatrónica y 6) Contador Público, así como la Maestría en Ingeniería Administrativa con una población de alrededor de 3 mil 400 estudiantes. El procedimiento para obtener una Certificación en competencias laborales tanto para estudiantes como para docentes e interesados en general es el mostrado en la Figura 1.



Figura 1. Proceso para la obtención del Certificado en Competencias Laborales. Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la certificación a estudiantes, los trabajos iniciaron en la carrera de Contador Público encontrando que el Registro Nacional de Estándares de Competencia por sector (RENEC) de CONOCER oferta estándares relacionados con el perfil del Programa en tres sectores relacionados (CONOCER, 2019):

- Sector Administración Pública (74 estándares).
- Sector Financiero (17 estándares).
- Sector servicios profesionales y técnicos (206 estándares).

Una vez revisado el listado de estándares en estos sectores se realizó una primera selección de nueve estándares que corresponden a diferentes niveles del Sistema Nacional de Competencias y fueron revisados detalladamente determinando, los docentes participantes, que los más adecuados al programa educativo son los mostrados en la Tabla 2, ya que se encuentran relacionados con las actividades que los estudiantes desarrollan en los despachos o empresas de la región al incorporarse como practicantes o residentes hasta lograr una contratación con mayor responsabilidad de acuerdo a su desempeño:

Tabla 2. Estándares propuestos para el Programa Educativo de Contador Público.

Estándar	Semestre a partir del cual pueden certificarse	Justificación
ECO374. Elaboración de pólizas contables	Tercer semestre	En estos semestres los temas base del estándar ya fueron contemplados en las asignaturas y algunos de los estudiantes comienzan a realizar prácticas en despachos encontrándose en condiciones de aplicar los conocimientos adquiridos en la elaboración de su portafolio de evidencias. La mayoría de las empresas de la región son empresas familiares.
ECO383. Operación de nóminas estándar	Sexto semestre	
EC0565 Prestación de servicios de consultoría para la familia empresaria	Octavo semestre y/o egresados interesados.	

Determinados los estándares a trabajar, se prepara la plática informativa con la intención de que el curso de alineación se lleve a cabo en el periodo intersemestral y, una vez concluidos los productos requeridos por cada estándar, proceder al proceso de certificación.

Discusión

Algunas instituciones ya han trabajado en este sentido con diversos enfoques y resultados similares. El campus Bahía de Banderas del TecNM (Arjona, Mertens, Tenorio y Tapia, 2018) ha llevado esta práctica al sector turismo de la Riviera Nayarit a través de una combinación de formación dual para nivel medio superior y superior que culmina con la obtención del certificado en competencias diseñado para este fin: EC0 620 Coordinación de las operaciones de restaurantes PyME. Esta experiencia ha sido replicada por los mismos docentes en cadenas hoteleras de Huatulco, Oaxaca y llevó a la institución a convertirse en Entidad de Certificación y Evaluación de CONOCER.

La Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (FIME) de la Universidad Autónoma de Nuevo León (Lara Ochoa, Banda Muñoz y Castillo Elizando, 2017), de igual manera trabaja con el sector industrial de la zona, recomendando estándares acordes a las necesidades de cada empresa y, al mismo tiempo, capacitando a docentes y estudiantes, convirtiéndose en Centro Evaluador en 2014. La FIME incluye las certificaciones como créditos en el programa educativo, a la vez que el documento es reconocido por las empresas como un comprobante de la competencia laboral de los estudiantes contando con personal capacitado y certificado.

Como puede observarse, la Certificación en competencias laborales es aplicable prácticamente cualquier sector y nivel educativo. En las Instituciones de Educación Superior (IES) puede ofertarse bajo diversos esquemas: actividades complementarias, educación dual, prácticas o residencias profesionales y/o educación continua. Apoya a la vinculación entre las IES y el sector productivo convirtiéndose, para los egresados, en un aval de competencias, habilidades y conocimientos adicional al título profesional con el reconocimiento a la institución formadora por la calidad del recurso humano que ofrece al sector productivo.

Trabajo a futuro

Debido a la contingencia sanitaria por la que se ha atravesado este año, la actividad de alineación y certificación se encuentra en pausa, pero se continúa trabajando en la selección de los estándares más pertinentes para los otros programas educativos bajo la misma secuencia de actividades. De igual manera conforme el sector productivo se vaya reincorporando a las actividades laborales, se continuará trabajando con las empresas del sector restaurantero que habían manifestado interés en participar. Como actividad adicional está contemplado realizar un análisis a los resultados obtenidos por los docentes certificados, principalmente a aquellos que cuentan con certificaciones relacionadas con la docencia.

Conclusiones

Si bien CONOCER cuenta actualmente con mil 71 estándares de diversos niveles y áreas, en caso de no encontrar alguno que cubra las necesidades específicas de algún sector en particular es posible solicitar el desarrollo y/o adecuación de los estándares acorde a las necesidades específicas, trabajando en conjunto los diversos sectores involucrados ya que el estándar desarrollado se integra al catálogo de CONOCER.

Cómo ya se ha explicado, el contar con una o más certificaciones oficiales en competencias laborales además del Título Profesional facilita al empleador el proceso de reclutamiento y selección de personal al ya no ser necesario la realización de pruebas puesto que el candidato ya ha sido evaluado previamente por un organismo calificado y reconocido, en sus conocimientos, habilidades y actitudes demostrando que cumple con lo que es estándar establece. Al recién egresado le proporciona una herramienta más que avala que es personal calificado, lo que lo coloca en una mejor posición en relación con los otros aspirantes al puesto a través de un documento que otorga reconocimiento social de sus competencias, así como una satisfacción y motivación personal.

Para las empresas, Ramos, (2012), los modelos de competencia son una herramienta valiosa para la gestión de Recursos Humanos ya que facilitan procesos como: capacitación, reclutamiento, selección, contratación, compensación, evaluación y promoción y ascenso de los empleados. Permiten el mejor desarrollo de los procesos dentro de una organización, ya que transforman la visión empresa-empleado al no limitarse a cumplir con las tareas que le son asignadas, pasando a buscar el crecimiento dentro de la empresa, aumentando sus conocimientos, perfeccionando sus habilidades, siendo más participativo e involucrándose más en conocer el negocio. Esto lo convierte en un empleado multifuncional que busca el crecimiento personal y organizacional.

Es cierto que existen otros organismos que otorgan certificaciones, se decidió por CONOCER ya que cuenta con una amplia gama de estándares disponibles para cualquier profesionista que cuente con los conocimientos, habilidades y actitudes. Otros organismos a través de los cuales es posible obtener una certificación son: la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Contaduría y Administración (ANFECA) que certifica a docentes de las áreas contables y administrativas con base en una serie de actividades, relacionadas con la actividad docente, a las cuales se les asigna un puntaje a cubrir. En el caso específico de la carrera de Contador Público, el Instituto Mexicano de Contadores Públicos (IMCP) certifica a Contadores Públicos titulados de acuerdo con el sector en el cual se desempeñan a través de un examen de conocimientos. Por estas razones CONOCER es la mejor opción para nuestros estudiantes próximos a egresar.

Bibliografía

+ *Almaguer, A.* (23 de julio de 2016). *CONOCER, un sistema nacional de competencias.* Milenio. Obtenido de <https://www.milenio.com/opinion/alberto-almaguer/columna-alberto-almaguer/conocer-un-sistema-nacional-de-competencias>

+ *Arjona, A., Mertens, L., Tenorio, M. y Tapia, O.* (2018). *Modelo de Formación Dual de Aprendices Calificados para técnicos y profesionistas, como elemento clave en el fortalecimiento de las ventajas competitivas de las empresas restauranteras en Bahía de Banderas, Nay. Investigación en la Educación Superior Tepic, 2018, 01, 980-102.* Obtenido de <https://drive.google.com/drive/folders/1y-dX1MX7ddR6noslfvtlhpZRzc9V8Rlc>

+ *CONOCER.* (5 de junio de 2017). *CONOCER.* Obtenido de https://conocer.gob.mx/acciones_programas/conocer-mision-vision-politica-objetivos-calidad/

+ *CONOCER.* (agosto de 2019). *CONOCER.* Obtenido de <https://conocer.gob.mx/>

+ *CONOCER.* (2019). *Registro Nacional de estándares sw competencia. (RENEC)* Obtenido de <https://conocer.gob.mx/reneec-registro-nacional-estandares-competencia/>

+ *H. Congreso de la Unión.* (30 de septiembre de 2019). *Ley General de Educación. Diario Oficial de la Federación.* CDMX, México: DOF.

+ *Lara Ochoa, C., Banda Muñoz, F. y Castillo Elizando, J.* (junio de 2017). *CERTIFICACIONES EN COMPETENCIAS LABORALES EN LOS PROGRAMAS EDUCATIVOS DE INGENIERÍA.* *Revista Electrónica ANFEI Digital, 3(6).* Obtenido de <https://www.anfei.mx/publicaciones/revistas/>

+ *OIT.* (s/f). *Competencias y empleabilidad.* Obtenido de Organización Internacional del Trabajo: <http://www.ilo.org/skills/lang-es/index.htm>

+ *Ramos, K.* (16 de noviembre de 2012). *La importancia de las competencias laborales.* *Consultoria.* Obtenido de <https://revistaconsultoria.com.mx/la-importancia-de-las-competencias-laborales/>

SEGUIMIENTO DE EGRESADOS COMO HERRAMIENTA DEL DESARROLLO INSTITUCIONAL

Artículo arbitrado 26

Edición 15

Leonor Ángeles Hernández¹, Mónica Leticia Acosta Miranda² y Juan José Elguezabal Aguirre³

^{1,2,3} Tecnológico Nacional de México /
Instituto Tecnológico de Cuautla, Libramiento
Cuautla-Oaxaca s/n, Juan Morales, Yecapixtla,
Morelos, México,
C.P. 62826.



leonor.angeles@cuautla.tecnm.mx

Recibido: Septiembre 14, 2020.

Recibido en forma revisada: Octubre 13, 2020.

Aceptado: Octubre 16, 2020.

Resumen: Se diseñó un Sistema de Seguimiento de Egresados y empleadores acorde al programa del Tecnológico Nacional de México, con el objetivo de contar con información sobre el desempeño profesional y personal de los exalumnos, así como de los requerimientos del sector laboral. Dicha información, permitirá evaluar e implementar mejoras en el Proceso Educativo. El problema se deriva de la dificultad de acceder a esta información de manera personal por cuestiones de tiempo y/o distancia. Se consideraron diferentes tecnologías en 4 etapas desde el diseño hasta su implementación: Windows, XAMPP, Visual Studio Code, Bootstrap, HTML5, CSS 3, PHP 7, Responsive Web Design. El resultado es el primer módulo del sistema terminado que permite obtener información precisa, concentrándola en un solo sitio donde es posible visualizarla en cualquier momento, con graficación automática, disponible en internet lo que permite el acceso a un mayor número de encuestados.

+ Palabras clave: Seguimiento de egresados, plataforma, desarrollo institucional.

Abstract: A Monitoring System for Graduates and employers was designed according to the program of the National Technological Institute of Mexico, with the aim of having information on the professional and personal performance of alumni, as well as the requirements of the

labor sector. Said information will allow evaluating and implementing improvements in the Educational Process. The problem stems from the difficulty of accessing this information personally due to time and / or distance. Different technologies were considered in 4 stages from design to implementation: Windows, XAMPP, Visual Studio Code, Bootstrap, HTML5, CSS 3, PHP 7, Responsive Web Design. The result is the first module of the finished system that allows obtaining accurate information, concentrating it in a single place where it is possible to view it at any time, with automatic graphing, available on the Internet, allowing access to a greater number of respondents.

✚ **Keywords:** *Tracking graduates, platform, institutional development.*

Introducción

En la nueva sociedad de la información: la gestión, la calidad y la velocidad de la información es factor clave de la competitividad. Por ello las competencias que los profesionales requieren para desempeñar su trabajo cambian constantemente, lo que obliga a las instituciones de educación superior a preparar a sus estudiantes de manera que los planes y programas de estudio estén acordes a las necesidades del entorno, por lo cual es importante considerar la investigación educativa para evaluar y analizar estos aspectos, sirviendo dicha información como una base para la toma de decisiones.

Según[1], el Seguimiento de Egresados es un método de evaluación y certificación de la calidad de las Instituciones de Educación Superior para medir la capacidad que los egresados tienen en cuanto a conseguir y conservar el empleo. Puede considerarse como un índice de calidad, porque representa el fin último que se pretende, lo que implica capacitar integralmente a los estudiantes para ingresar de forma eficaz al mercado laboral.

El Seguimiento de egresados y graduados es un mecanismo de retroalimentación a los planes y programas de estudio, con el fin de que la formación profesional de los egresados cubra las necesidades que el desarrollo económico y social que la región demande [2].

Esta falta de cultura de evaluación se debe principalmente a que este no es un trabajo fácil, ya que acceder a la información relacionada con el tema de seguimiento de egresados es complicado por diversas razones: resulta difícil hacer coincidir los tiempos de las actividades de los egresados, por cuestiones laborales, con los encuentros que se programan en las instituciones con el fin de recabar esta información para la institución resulta complicado recopilar y analizar dicha información; por lo que algunas instituciones se han apoyado en la tecnología para realizar esta actividad y lograr el objetivo.

Las herramientas de enseñanza y aprendizaje que existen en internet pueden ser utilizadas tanto por el profesor como el estudiante, para la búsqueda y exposición de información. El uso de estas aplicaciones beneficia el ámbito educativo renovando y mejorando los métodos y prácticas actuales de enseñanza y aprendizaje [2].

Por otra parte para [3], el desarrollo de la plataforma para el seguimiento académico del estudiante puede ser utilizado como alternativa para el debido proceso de seguimiento a los estudiantes, a través del

análisis de información relevante que ayude a coadyuvar la información personal con la académica lo que permite tomar decisiones rápidamente minimizando el impacto de las acciones que repercuten en la vida del estudiante y de esta forma estar en condiciones de incrementar el número de egresados de la institución.

En el caso del campus Cuautla del TecNM, no se cuenta con un sistema o plataforma que nos permita contar con esta información que, como lo mencionan los autores citados representa múltiples ventajas no solo a la institución sino al entorno en general, ya que orienta la toma de decisiones en diversos aspectos: académico, administrativo y social principalmente.

Con la intención de responder a la pregunta de investigación: ¿Contar con una página Web y base de datos sobre el seguimiento a egresados podrá proporcionar información para la implementación de acciones de mejora? Se realiza la propuesta de un sistema integral automatizado de información oportuna y consistente sobre el seguimiento de egresados que permita asegurar y mejorar la calidad de los procesos administrativos y conocer si las competencias profesionales adquiridas por los exalumnos en la institución son pertinentes con las necesidades o requerimientos empresariales, de tal forma que se obtenga una retroalimentación para el mejoramiento de los programas académicos e inserción de los egresados al campo laboral, aumentando en porcentaje el nivel de empleo y a su vez, contar con información confiable y pertinente para la acreditación de los programas académicos que oferta el campus Cuautla del TecNM.

Metodología

El proyecto consistió en el Diseño y desarrollo de un Sistema que permita recopilar información sobre la situación actual de los egresados del Instituto Tecnológico de Cuautla como una herramienta de evaluación y planificación de las actividades que se desarrollan en la institución.

Materiales utilizados

Para implementar el Sistema Integral Automatizado para el Seguimiento de Egresados y Empleadores (SIASEE), se consideraron diferentes tecnologías desde el diseño hasta su implementación, lo cual fue importante conocer las bases fundamentales para el desarrollo de un sistema, derivado de los actuales avances tecnológicos, se enlistan las tecnologías utilizadas:

- Sistema Windows, debido a que el sistema que se desarrolló es compatible por su interfaz gráfica, además incorpora un gran número de aplicaciones, es multitarea, ideal para el desarrollo de la aplicación.
- XAMPP, software convertidor de una computadora en un servidor Apache y MySQL, haciendo del equipo un componente perfecto para el desarrollo de la aplicación se utilizó para trabajar, montar y visualizar el SIASEE, (Sistema Integral Automatizado de Seguimiento de Egresados y Empleadores).
- Visual Studio Code, aplicación basada en Electron, framework

para programar aplicaciones gráficas de escritorio utilizando tecnologías web, útil en la implementación de los resultados de forma gráfica.

- Bootstrap, aplicación para el front-end, usado para desarrollar aplicaciones que se adaptan a cualquier dispositivo.

- HTML5, lenguaje de marcado utilizado para el desarrollo de páginas de Internet y del SIASEE.

- CSS 3, define el estilo o la apariencia de las páginas con HTML, mantiene un control mucho más preciso sobre la apariencia de las páginas aplicado en el SIASEE.

- PHP 7, lenguaje de programación muy popular utilizado especialmente para la creación de páginas web dinámicas.

- Responsive Web Design, término que se refiere a la adaptabilidad de las páginas web a todo tipo de medios, pantallas y dispositivos. Utilizado en el SIASEE para visualizarlo desde un dispositivo móvil.

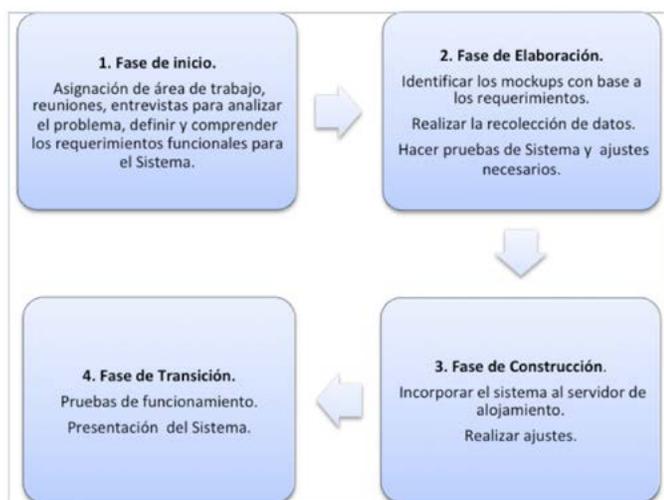


Figura 1. Etapas del diseño y desarrollo del Sistema.
Fuente: Elaboración propia.

Resultados

El resultado es el Sistema Integral Automatizado para el Seguimiento de Egresados y Empleadores (SIASEE) que está conformado por tres apartados principales: Administrador, Egresados y Empleadores. Se muestran algunos detalles sobre la integración y funcionamiento del sistema.

La página principal de SIASEE, (Figura 2), se estructura con los siguientes elementos: logotipos institucionales, nombre de la Institución, botón de Inicio de Sesión, botón para “REALIZAR ENCUESTA”, logotipo del Sistema SIASEE y una imagen representativa como fondo. Estos elementos pueden ser modificados y/o actualizados.



Figura 2. Página principal del Sistema. SIASEE.
Fuente: Elaboración propia.

El botón Inicio de Sesión corresponde a las actividades del Administrador, proporcionándole acceso mediante su Correo Electrónico y Contraseña establecidas previamente. Una vez iniciada la sesión, el administrador cuenta con las siguientes opciones (Figura 3):



Figura 3. Página del administrador. SIASEE.
Fuente: Elaboración propia.

- Realizar encuesta, donde se podrán registrar, actualizar y eliminar encuestas en caso necesario.

- Encuestas registradas permite la visualización de todas las encuestas registradas y sus respuestas.

- Gráficas de encuestas registradas, el sistema genera automáticamente las gráficas de cada uno de los ítems del cuestionario clasificándolas por programa educativo (Figura 4).

- Control de encuestas, permite agrupar los resultados de las encuestas de acuerdo con las necesidades específicas de información, considerando 8 apartados: 6 que corresponden a cada uno de los programas educativos, 1 concentrado general y el de ubicación laboral que permite identificar a los empleadores de los egresados que responden la encuesta con la finalidad de posteriormente establecer con tacto con ellos y aplicar el cuestionario correspondiente.



Figura 4. Gráfica muestra. SIASEE.

Los resultados pueden descargarse en formato de Excell o imprimirse directamente. Fuente: Elaboración propia.

Módulo de egresados.

En el caso del egresado, al pulsar el botón realizar encuesta es enviado a la página que le permitirá generar su registro con su correo electrónico y contraseña, (Figura 5).



Figura 5. Inicio de sesión del egresado. SIASEE.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez que el egresado accedió al sistema, se muestra la encuesta (Figura 6), tomada del documento oficial Disposiciones Técnicas y Administrativas para el Seguimiento de Egresados [4], que contempla las siguientes variables:

1. Perfil del egresado.
2. Pertinencia y disponibilidad de medios y recursos para el aprendizaje.
3. Ubicación en laboral de los egresados.
4. Desempeño Profesional.
5. Expectativas de desarrollo y superación profesional y actuali-

zación.



Figura 6. Inicio de la encuesta de egresados. SIASEE.

Fuente: Elaboración propia.

Módulo empleadores

Este módulo se encuentra en construcción y de igual manera considera el cuestionario para el sector productivo y de servicios del documento oficial del TecNm que integra información sobre los siguientes aspectos:

1. Datos generales de la empresa u organismo.
2. Ubicación laboral de los egresados.
3. Competencias laborales.

Discusión

El SIASEE desarrollado respondió a la pregunta ¿Contar con una página Web y base de datos sobre el seguimiento a egresados podrá proporcionar información para la implementación de acciones de mejora?, ya que, sin aún estar funcionando, los campos desarrollados para recopilar y analizar la información generan información útil para la toma de decisiones. Sineace [5] presenta un sistema de seguimiento de egresados que proporciona información eficaz, relevante y pertinente sobre la formación recibida de los estudiantes, misma que permite revisar el plan de estudios y el perfil de egreso.

El cuestionario del SIASEE, compuesto por tres módulos: administrador, egresados y sector productivo y de servicios. El cuestionario (90 preguntas, divididas en cinco apartados) que se aplica a egresados es extenso. Trabajarlo de manera digital agiliza el proceso de contestarlo y lo importante es que abarca todo aquello que concierne a la indagación sobre los temas de la formación y el currículo, asegurando una mayor transparencia y aportando información útil para la mejora de la formación. Comparado con el sistema de Sineace que incluye 53 ítems en tres rubros: información socioeconómica, mercado laboral y satisfacción de la experiencia; sin considerar la opinión de los empleadores, resultando que el SIASEE es mucho más completo ofreciendo información más completa para la toma de decisiones.

El SIASEE almacena y reporta información necesaria y útil para la evaluación y planeación de las actividades institucionales pero una

parte fundamental es su alimentación, para lo cual se requiere de una intensiva campaña de comunicación con los egresados del plantel para despertar en ellos el interés por apoyar a la institución dedicando un poco de su tiempo a responder el cuestionario [6]. Finalmente, contar con las herramientas para un diseño curricular mejora continua al generar una base de datos actualizada que permita conocer su desempeño profesional y si la formación recibida es acorde a las exigencias del mercado, ya que la inserción social de los egresados es parte del compromiso institucional como bien lo afirma Buesaquillo [7].

Trabajo a futuro

En este momento queda pendiente concluir el módulo de empleadores, así como realizar las pruebas del sistema. Derivado de los resultados realizar las adecuaciones necesarias e implementarlo para tener acceso a información de gran importancia para la institución.

Conclusiones

El Sistema de Seguimiento a Egresados es una fuente de información para la revisión y ajuste curricular, con el respaldo de la opinión basada en la experiencia de los exalumnos respecto a su formación al desempeño laboral. Suministra información que permite analizar si se han alcanzado los objetivos propuestos para decidir si los programas educativos son pertinentes o deben reformularse. Se convierte en una retroalimentación de los egresados al currículo de formación, como un factor de cambio y mejora. Este acercamiento a sus egresados resulta no solo importante sino necesario para la Institución, ya que ellos son los principales informantes y referentes de la calidad de la gestión académica.

Como señala Cedeño (8) enfocarse en el aseguramiento de la calidad de las funciones sustantivas de las instituciones, es necesario para satisfacer las necesidades tanto de sus estudiantes como de la sociedad ya que los constantes cambios en los estilos de vida y de trabajo, principalmente tecnológicos, exige a las Instituciones de Educación Superior la generación de estrategias para conocer el impacto de sus programas identificando nuevas exigencias del mercado laboral y las necesidades sociales.

El SIASEE está diseñado como una herramienta que proporcione la información necesaria para responder a estos requerimientos institucionales, atendiendo las necesidades del sector empresarial y de la sociedad. Utilizar la tecnología ofrece confiabilidad y una reducción de costos y tiempo.

Bibliografía

- [1] González J., Elvira Ivone y Miguel S., María Guadalupe. *Egresados Universitarios y su pertinencia para el ingreso a la empleabilidad empresarial o la autoempleabilidad.* [ed.] Universidad Nacional Autónoma de México. 1, CDMX : UNAM, marzo de 2017, *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, Vol. 20, págs. 168-184.
- [2] Granja Vera, Jenniffer Lizette y Rincón Luzoriaga, Andrés Emilio. *Sitio Web para la automatización y optimización de los procesos de la unidad de titulación especial y seguimiento a graduados de la Facultad de Artes y Humanidades de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.* Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. [En línea] 14 de marzo de 2017. [Citado el: 15 de julio de 2020.] <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/8272>.
- [3] Mutzus A., elder Manuel. *Plataforma para el seguimiento académico del estudiante con base en la medición del desempeño estudiantil y del rendimiento académico utilizando factores demográficos, sociales, económicos y académicos, Facultad de Arquitectura, USAC.* Repositorio del Sistema Bibliotecario Universis de San Carlos de Guatemala. [En línea] 2018. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/8668>.
- [4] DGEST, *Disposiciones Técnicas y Administrativas para el Seguimiento de Egresados*, CDMX: Sistema Nacional de Educación Superior Tecnológica, SEP, 2008.
- [5] Sineace. *Diseño de un sistema de seguimiento de egresados y una estrategia para la implantación de dicho sistema.* Lima, Perú : Procalidad Educación Superior; 2018
- [6] Sánchez Domínguez, Juan Pablo. *Elaboración de un programa de Seguimiento de Egresados para Licenciatura.* 11, 2017, *Revista Iberoamericana de las Ciencias Sociales y Humanísticas*, Vol. 6.
- [7] Buesaquillo, William. *Propuesta para la creación de un programa de seguimiento a economistas egresados de la Universidad De Nariño.* [En línea] 2014. [Citado el: 18 de julio de 2020.] <http://sired.udenar.edu.co/id/eprint/3109>.
- [8] Cedeño Marcillo, Gardenia Edith. *La perspectiva social de la evaluación, su expresion en el seguimiento de egresados.* Manabi, Ecuador : Vicerrectorado Académico de la Universidad Laica Eloy Alfaro, 22 de noviembre de 2014, *Revista Electrónica Formación y Calidad Ejecutiva*, págs. 15-30.

DISEÑO DE UN MODELO DE SIMULACIÓN

UTILIZANDO UN SOFTWARE DE EVENTOS DISCRETOS, EN UN PROCESO INDUSTRIAL

Artículo arbitrado 27

Edición 15

Felipe Garcia Jacobo¹ y Jorge Adán Romero Guerrero²

CIATEQ, A.C. Centro de Tecnología
Avanzada, cede Toluca.

¹ Adscripción a posgrado, Manufactura
Avanzada CIATEQ, Toluca, Estado de México.

² Posgrado, Manufactura Virtual, LEAN,
CAD CAE, CIATEQ, Ciudad Sahagún,
Hidalgo.

Circuito de la Industria Poniente No.11 Lote
11 Mz 3, Parque Industrial Ex Hacienda
Lerma de Villada, Toluca, Estado de
México, México, C.P. 52004.



felipgj@hotmail.com

Recibido: Agosto 13, 2020.

Recibido en forma revisada: Octubre 13, 2020.

Aceptado: Octubre 16, 2020.

Resumen: La simulación digital es una técnica que nos permite imitar (o simular) en un ordenador el comportamiento de un sistema físico o teórico según ciertas condiciones particulares de operación [1]. Actualmente se tienen distintos software que nos permite simular como: Delmia Quest, Arena, Witness, FlexSim, entre otros. Cada uno de ellos consta de técnicas informáticas que permiten crear modelos dinámicos, que posteriormente servirán para analizar el comportamiento de ese modelo en diferentes circunstancias, analizando los posibles cambios y sus consecuencias, de tal manera que permite comprobar las hipótesis antes de implementarlas en la realidad [2]. El objetivo del presente artículo es mostrar en forma resumida, una simulación de un proceso industrial, utilizando un software de simulación de eventos discretos “FlexSim” y con él, enseñar las diversas etapas en forma breve de un proceso industrial y sus resultados.

+ Palabras clave: *Distribuciones de probabilidad, modelos de simulación de eventos discretos, software de simulación de eventos discretos.*

Abstract: Computer simulation is a technique that allows us to imitate (or simulate) in a computer the behavior of a physical or theoretical system according whit particular conditions of operation [1].

Currently we have different software that allows us to simulate such as: Delmia Quest, Arena, Witness, FlexSim, among others. Each one of

them consists of computer techniques that allow the creation of dynamic models, which will later serve to analyze the behavior of that model in different circumstances, analyzing the possible changes and their consequences, in such a way that it allows to test the hypothesis before implementing them in reality[2]. The objective of this article is to show, in summary form, a simulation of an industrial process, using discrete event simulation software “FlexSim” and with it, teach the various stages in a brief way of an industrial process, its results.

Keywords: *Discrete event simulation software, probability distributions, simulation models of discrete events.*

Introducción

Simular es imitar la conducta de un proceso o sistema del mundo real a través del tiempo. Comprende la generación de una historia artificial del sistema y a partir de su análisis se logra obtener conclusiones relativas a las características de operación del sistema real.

Mediante la simulación se recogen datos de funcionamiento del sistema, lo que posibilita estimar las medidas de desempeño del mismo. La conducta de un sistema que evoluciona a través del tiempo se estudia mediante el desarrollo de un modelo de simulación.

Analizando los resultados obtenidos, se refiere que los modelos de simulación reproducen los sistemas reales de producción y, por consiguiente, se muestran como una herramienta de gran utilidad para efectuar un estudio detallado tanto de la capacidad como estimación de los tiempos de producción.

Es notable que los sistemas productivos evolucionen a lo largo del tiempo, por lo que debe tenerse en cuenta su naturaleza dinámica. A pesar de que determinados sistemas pueden considerarse como continuos, la mayoría de los sistemas productivos tienen características de ser sistemas discretos, ya que los cambios de estado se producen en instantes de tiempo determinado y separados entre sí. Por tal motivo esta documentación se centra en la simulación de sistemas discretos dinámicos [3].

Marco Teórico

Definición de “Sistema”

En el contexto de la ingeniería esta palabra se describe de formas distintas dependiendo el área. Para el ingeniero mecánico “sistema” es la relación entre el conjunto de mecanismos dispuestos a producir o aprovechar energía motriz. Para el ingeniero en sistemas computacionales “sistema” es la base de datos, los programas para manejar esa base de datos, la infraestructura computacional para almacenarla y ejecutar los programas, así como los procesos operativos que hacen posible el uso efectivo de la información de esta. Mientras tanto, para un ingenie-

ro industrial un sistema, es el conjunto de maquinaria, trabajadores y procesos que interactúan para producir un producto o dar un servicio.

En el contexto de la simulación definiremos “sistema” como un conjunto de entidades encapsuladas en un área definida, física o virtual, y que siguen reglas de operación para poder responder a estímulos de entidades externas que cruzan los límites hacia el interior de esa área con el objetivo de obtener un servicio o resultado. La palabra “entidad” se refiere a un objeto o persona mientras que las “reglas de operación” son proceso o ecuaciones. El punto primordial de la definición de sistema es que existen objetos que colaboran, de acuerdo a ciertas reglas, para lograr un objetivo [4].

Concepto teórico de simulación de eventos discretos

Los procesos industriales están constituidos por modelos dinámicos, aleatorios y discretos por lo que para su representación se requiere la denominada simulación de eventos discretos, con lo cual se representan y analizan este tipo de modelos [5].

Las causas de cambio de estado de los eventos, se pueden producir en instantes de tiempo no definidos (Figura 1).

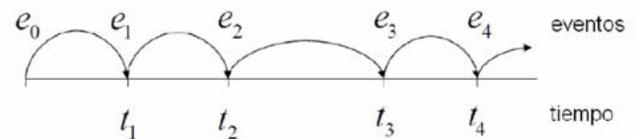


Figura 1. Concepto teórico de simulación de eventos discretos. [5]

Entonces se tienen sistemas de eventos discretos, cuando la variable de estado de estos cambia de manera discreta y es afectada por un conjunto de eventos o actividades del sistema. Por ejemplo, en una estación de servicio, en donde la variable de estado se define por el número de clientes que se encuentra en la estación, esta variable se modifica por al menos dos eventos: el primero es el evento de llegada de clientes y el segundo es evento de salida de estos una vez se les ha brindado el servicio que requieren [4].

Simulación de Procesos Industriales

La simulación de procesos industriales, basada en la técnica de simulación de eventos discretos, es una técnica informativa que permite crear modelos dinámicos de una fabricación o de un sistema logístico, que posteriormente servirán para analizar el comportamiento de ese modelo en diferentes circunstancias, analizando los posibles cambios y sus consecuencias, de tal manera que permite comprobar las hipótesis antes de implementarlas en la realidad [5].

En la Figura 2, se puede observar de forma gráfica lo antes referido.

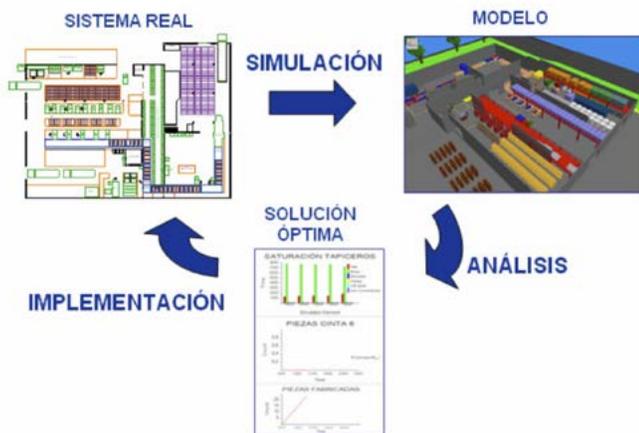


Figura 2. Conceptualización gráfica de la simulación de procesos industriales.

Planteamiento de un proyecto de simulación

Para llevar a cabo un proyecto de simulación es necesario la construcción de un modelo que represente el funcionamiento de los procesos existentes o propuestos de la empresa. Posteriormente se realizarán pruebas y se analizarán, con el modelo construido previamente, los resultados de las diferentes alternativas, sin interferir en la operativa y actividad diaria de la empresa [6].

Etapas de un proyecto de simulación

A continuación se exponen las etapas de un proyecto de simulación [5]:

- Formulación del problema.
- Planteamiento de Objetivos y tareas.
- Diseño del modelo conceptual.
- Colección de datos.
- Construcción del modelo.
- Verificación y validación.
- Análisis de resultados.
- Documentación.
- Implementación.

La Figura 3, muestra un diagrama de flujo de las etapas de un proyecto de simulación:

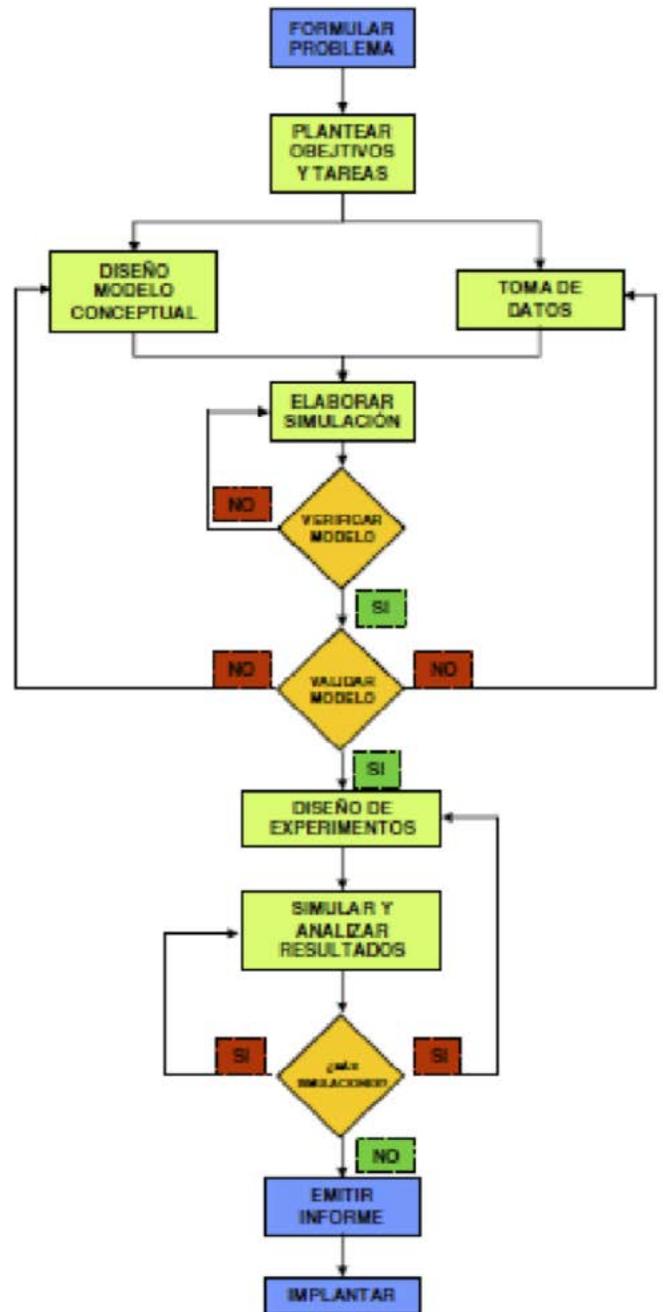


Figura 3. Etapas de un proyecto de simulación [5].

Software de simulación

FlexSim es un software de simulación de eventos discretos y continuos. Permite realizar el modelado y corrida del modelo en 3D, lo que facilita identificar posibles cuellos de botella u otros impactos a simple vista [7].

Los siguientes puntos enlistan algunas razones por las cuales FlexSim es una buena alternativa como herramienta de simulación:

- El software orienta a objetos, lo que admite una mayor visualización del flujo de producción.
- Todo el proyecto se desarrolla en un ambiente tridimensional (3D), además permite importar infinidad de objetos de distintos paquetes de diseño, incluyendo AutoCAD, ProE, Solid Works, Catia, 3D Studio, AC3D, Revit, Google Sketch-Up, etc.
- Otra razón importante es que no solo se puede simular sistemas discretos, sino que también admite la simulación de fluidos o modelos combinados continuo-discreto.
- La generación de distintos escenarios y condiciones variadas son fáciles de programar.
- Las distribuciones de probabilidad se pueden representar con gran precisión en lugar de valores promedio para mostrar fielmente la realidad.
- Las gráficas y los reportes y todo lo que se refiere a lo estadístico se puede revisar a detalle [8].

Metodología

La Metodología utilizada es la expuesta en la Figura 3, en la cual se pretende de una forma guiada, realizar el ejercicio de simulación en el proceso productivo del área de tejido de guantes industriales y permitir la construcción del sistema con diferentes comportamientos. Donde se aspira tener líneas de producción con una eficiencia de al menos del 80% con respecto a la capacidad instalada.

Para la presente investigación, se exhibirán imágenes y gráficos propios del software FlexSim.

Formulación del Problema

El nivel de producción por la empresa de acuerdo a su capacidad instalada está por debajo del 80%, situación que genera una problemática financiera. El generar movimientos en las líneas de producción podrá agravar más la situación de la empresa. Lo señalado evidencia la necesidad de realizar la simulación del proceso productivo y obtener soluciones, sin tomar costos y riesgos de inversión, trabajando con la estructura real del proceso. Para ello, se realizara la simulación con el software de simulación de eventos discretos "FlexSim".

Descripción del proceso

La empresa cuenta con 4 líneas de producción de tejido, cada una de ellas contiene 52 máquinas, cada línea de producción es controlada por un colaborador, realizando un recorrido lineal constante. El resultado en el primer cuatrimestre del año 2018, se tuvo una eficiencia del 65% con respecto a la capacidad instalada.

La clave del éxito de la producción de tejido, es tener el menor tiempo de paro posible en las máquinas. Por lo que simular los paros en 52 máquinas de tejido en una de las líneas, con un colaborador, podrá ser el plan de experimentación.

Planteamiento de Objetivos y Tareas

Para el incremento de la producción (eficiencia), radica en la disminución de incidencias de paros de las máquinas de tejido.

Se deberá tomar en cuenta la posible causa de paro adjudicado al colaborador. Los escenarios a considerar en la simulación en la línea de producción son:

1. Línea de producción con 52 máquinas, atención de un colaborador. Esta primera simulación servirá para la validación de los datos estadísticos obtenidos de producción.
2. Línea de producción con 52 máquinas, atención de dos colaboradores.
3. Línea de producción con 52 máquinas, atención de tres colaboradores.
4. El área actual de la línea de tejido, no permite realizar un cambio en la distribución, sin embargo se simula un nuevo dividendo de maquinaria.

Se busca encontrar un resultado óptimo y la propuesta de una línea balanceada de acuerdo a los tiempos y eventos que se presenten y pueda ser controlada con un solo colaborador sin incurrir en paros excesivos.

Diseño del modelo conceptual

En Figura 4, se podrá visualizar en forma general la construcción del modelo realizado con el software de FlexSim, el cual representa el camino del proceso o la parte lógica de este.

La construcción del modelo describe lo siguiente:

- El modelo solo representa solo una estación de la línea de producción.
- La línea de producción cuenta con 52 máquinas.

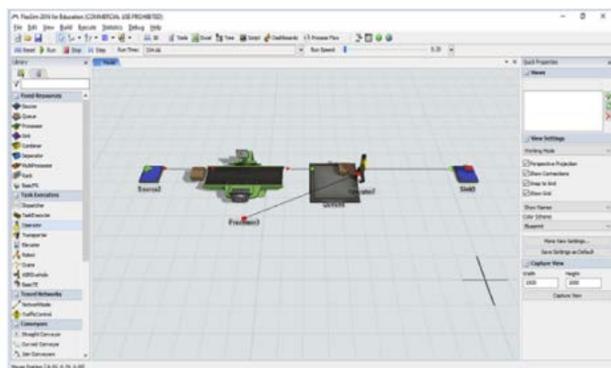


Figura 4. Construcción del modelo.
Fuente: Elaboración propia.

Colección de Datos

Se recordará que la clave del éxito de la producción del tejido es tener el menor tiempo de paro posible, por lo que se debe identificar cuáles son la causa de paro o fallas que generan los paros.

La primera recolección de datos se genera en un periodo de 12 días, en un primer turno, analizando un total de 159 eventos, en la Figura 5, se muestra el diagrama de Pareto resultado de las fallas observadas en la línea de tejido.

Tabla 1. Segunda recolección de datos, máquina #100.

Frecuencia	Inicio	Hora de Paro	Tiempo trabajado en minutos	Termino de Paro	Duracion de Paro en minutos
1	06:00	06:22	22	06:38	16
2	06:38	07:05	27	07:18	13
3	07:18	07:38	20	07:47	9
4	07:47	08:11	24	08:25	14
5	08:25	08:45	20	08:53	8
6	08:53	09:22	29	09:32	10
7	09:32	09:54	22	10:08	14
8	10:08	10:24	16	10:34	10
9	10:34	10:45	11	10:52	7
10	10:52	11:27	35	11:41	14
11	11:41	11:59	18	12:10	11
12	12:10	12:34	24	12:41	7
13	12:41	13:21	40	13:33	12
14	13:33	13:53	20	13:59	6
15	13:59	14:00	1		
		total:	329		151

Fuente: Elaboración propia.

- **Frecuencia:** Cantidad de eventos.
- **Inicio:** Hora de inicio de máquina después del paro.
- **Hora de paro:** Hora en que se genera el paro.
- **Tiempo trabajado en minutos:** Cantidad de minutos transcurrido del inicio al momento de paro.
- **Termino de paro:** momento en que arranco la máquina (término del paro).
- **Duración de paro en minutos:** La diferencia de tiempo de termino de paro menos la hora de paro.

Los datos sin duda muestran que la causa principal son las fallas mecánicas, sin embargo, en el planteamiento de objetivos y tareas se menciona los paros adjudicados al tejedor.

La falla por tejedor en el diagrama de Pareto, es la segunda causa de fallo por paro, razón por la cual se genera una nueva recolección de datos, analizando la máquina con mayor número de paro (máquina #100).

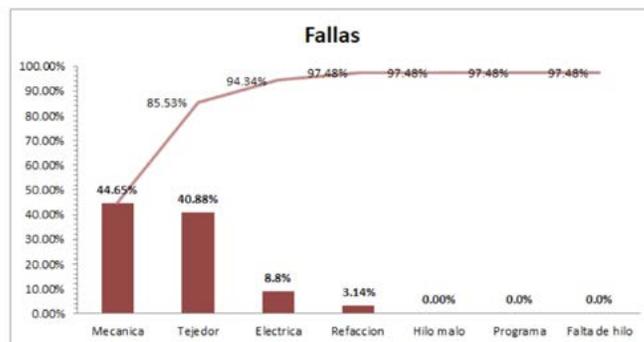


Figura 5. Diagrama de Pareto "Primera recolección de datos (Fallas)".

El resultado de la segunda recolección de datos se muestra en la Tabla 1, el análisis se realizó en una jornada de 8 horas (480 minutos).

Los 14 eventos (paros) se dan en instantes no periódicos de tiempo, teniendo 151 minutos de falla atribuibles al colaborador, por lo que, la máquina solo trabajo un 54% del tiempo. El tiempo es la unidad de medida en cada uno de los fallos, si se toma el resultado de la Tabla 1 y se multiplica por el número de máquinas de una línea de producción de tejido (52 máquinas), nuestro mayor tiempo en paro efectivamente es por el tejedor.

Consecuentemente, la simulación se debe encaminar al paro atribuible por el colaborador (tejedor). Corroborando que el planteamiento y objetivos es correcto. El resultado de la segunda colecta de datos promueve realizar una nueva toma de datos.

En la tercera recolección de datos, se analizó el tiempo empleado en la reparación del paro (que le confiere al colaborador), en la Tabla 2 se muestra los tiempos de reparación.

Para tener una mayor evidencia de los paros y principalmente de lo que pasa en la línea de producción, se generó una cuarta recolecta de datos, la cual permitió en analizar en 26 máquinas del área de tejido con 247 eventos, invirtiendo un aproximado de 210 horas.

Tabla 2. Tercera recolección de datos, Tiempo de reparación.

REPARACION DE PARO		FRECUENCIA	TIEMPO TOTAL REPARACION (sg)	MINUTOS
CA	CAMBIO DE AGUJA	3	367	6.12
CJ	CAMBIO DE JACK	3	275	4.58
RH	REVENTO HILO	15	288	4.80
RL	REVENTO LICRA	5	102	1.70
CH	CAMBIO DE HILO	4	93	1.55
total		30	1125	18.75
promedio			37.5	0.63

Fuente: Elaboración propia.

- **Reparación de paro:** Indica los distintos tipos de reparación que se realizaron a máquinas de tejido.
- **Frecuencia:** Cantidad de eventos.
- **Tiempo total de reparación:** Duración en segundos del evento.
- **Motivo / Reparación:** El tipo de reparación y tiempo empleado en ella.

El resultado se muestra en el anexo 1 (Cuarta recolección de datos, Análisis de paro de 26 máquinas).

FlexSim cuenta con un analizador de datos como ExperFit. Que permite determinar de manera automática y precisa que distribución de probabilidad representa mejor un conjunto de datos. Los datos obtenidos en la tercera y cuarta recolección, son esenciales para para obtener las distribuciones.

Para la simulación se deben determinar tres distribuciones de probabilidad importantes en la programación del software FlexSim como:

1. **First Failure Time:** primer fracaso o falla (Figura 6).
2. **Up Time:** determina el tiempo que esos objetos se ejecutaran antes de entrar en un estado descompuesto (Figura 7).
3. **Down Time:** determina cuanto tiempo el recurso permanecerá en un estado descompuesto antes de reanudar sus operaciones normales (Figura 8).

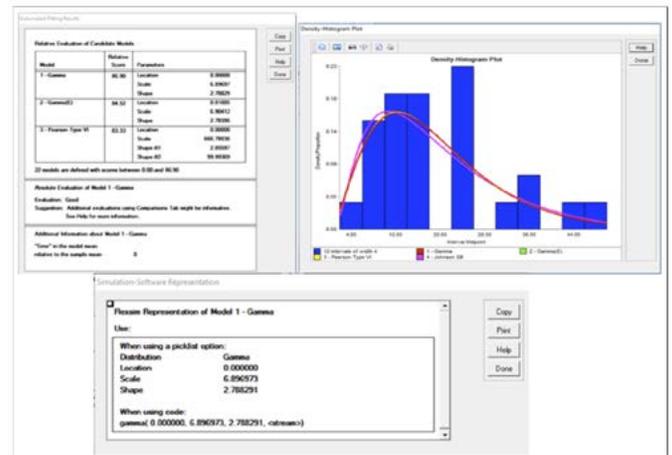


Figura 6. Recolección de datos, First Failure Time.

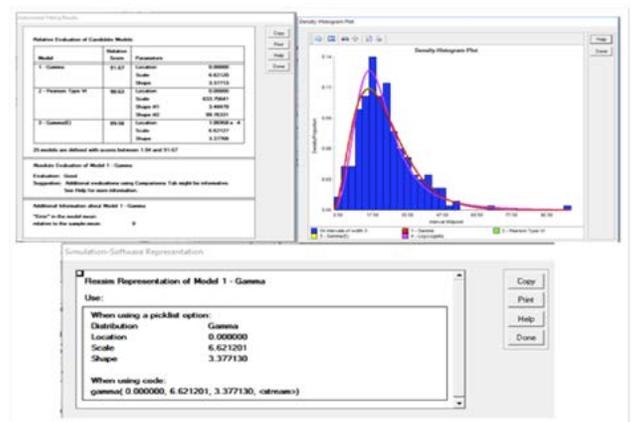


Figura 7. Recolección de datos, Up Time.

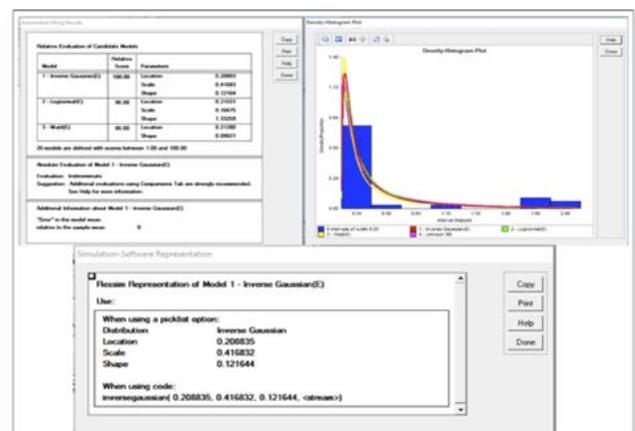


Figura 8. Recolección de datos, Up Time.

Construcción del Modelo

Recordemos que FlexSim es un software que se desarrolla en un ambiente 3D y que nos permite importar, tanto imágenes como planos ya sea en .dxf o .dwg (Figura 9), se puede observar que en la ventana principal se importa el Lay Out de la Fábrica. Esta, se generó en el software de AUTOCAD la cual será la base en la construcción del modelo.

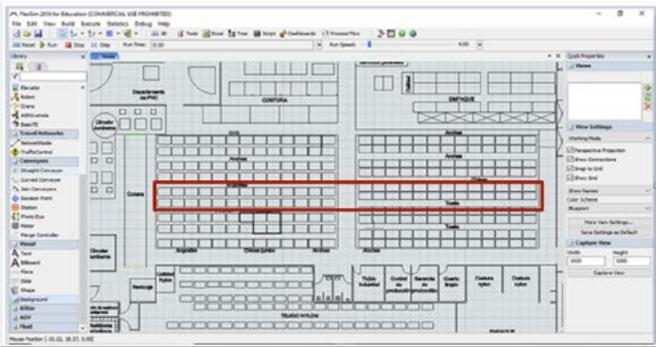


Figura 9. Lay Out.

En Figura 10, se puede visualizar el diseño completo del modelo (construcción del modelo). Las líneas muestran la conexión de los objetos que ayuda a definir el flujo dentro del área de trabajo.

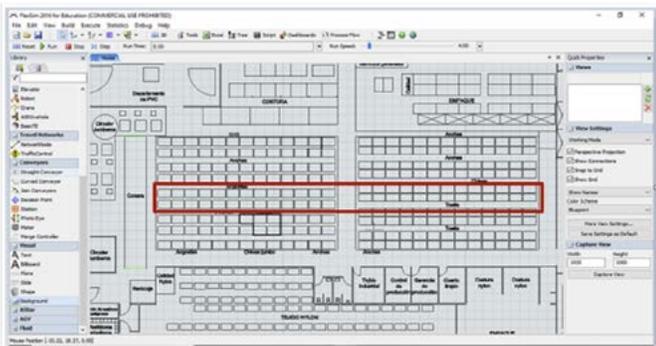


Figura 10. Diseño de modelo.

Verificación y Validación

FlexSim cuenta con una librería de gráficos, la cual se utiliza la herramienta Dashboards. Para mostrar el resultado de las distintas simulaciones se utilizara el grafico State Pie. Cada gráfico state pie, representa la eficiencia de una máquina de tejido.

La verificación de los datos obtenidos en las distribuciones estadísticas se validara en la primera simulación.

1er Escenario: Línea de producción con 52 máquinas, atención de un colaborador.

En la Figura 11, Verificación y Validación, Primer escenario, se muestran los resultados.



Figura 11. Verificación y Validación, Primer escenario.

Concluido el modelo, las conexiones, las distribuciones de probabilidad que representan los datos y las ediciones del modelo requerido en FlexSim, se podrá llevar a cabo la simulación.

El gráfico representa el resultado de la simulación y la tabla representa el resultado de las 5 corridas o simulaciones) al realizar 5 corridas en la simulación del primer escenario, se concluye que se tiene una eficiencia del 57.58% (promedio de las cinco corridas).

En consideración al resultado del primer cuatrimestre de un 65%, esto representa un 89% de acercamiento, considerando que solo se consideraron paros adjudicados al colaborador y no se tomaron fallos como: mecánicas, eléctricas, refacciones, etc. Por lo que se declara que la simulación del primer escenario es fiable y se podrán realizar las simulaciones de los siguientes escenarios.

2do Escenario: Línea de producción con 52 máquinas, atención de dos colaboradores. En la Figura 12, Verificación y Validación, Segundo escenario, se muestran los resultados, donde 2 operadores llevan 26 máquinas cada uno.

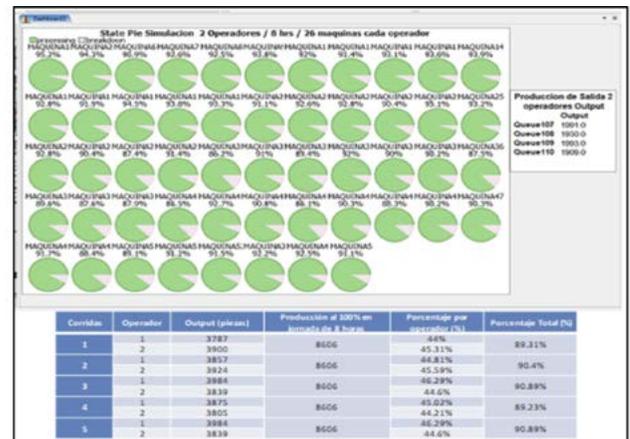


Figura 12. Verificación y Validación, Segundo escenario.

La Figura 12, muestra a simple vista datos favorables, mientras que en la tabla se puede observar los resultados de las 5 corridas, teniendo una promedio de 90.14% de eficiencia.

3er Escenario: Línea de producción con 52 máquinas, atención de

tres colaboradores.

En la Figura 13, Verificación y Validación Tercer escenario, se muestran los resultados, donde 2 operadores llevan 18 máquinas y 1 operador solo 16 máquinas. Además muestra que el valor de salida fue constante debido a la cantidad de colaboradores dentro de la línea de tejido. La tabla indica los resultados de 3 corridas, terminando con una eficiencia promedio del 96.95%.

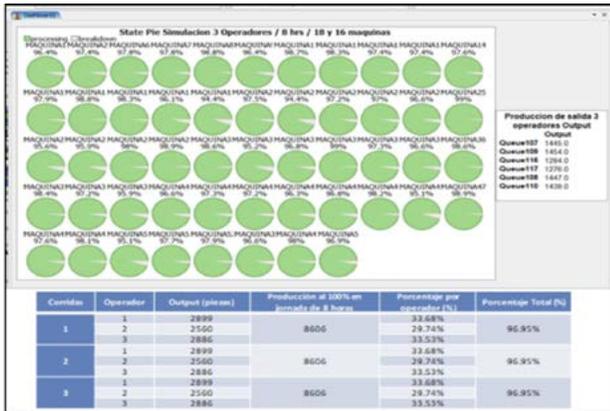


Figura 13. Verificación y Validación, Tercer escenario.

4to Escenario: Se busca encontrar un resultado óptimo y la propuesta de una línea balanceada de acuerdo a los tiempos y eventos que se presenten y pueda ser controlada con un solo colaborador sin incurrir a paros excesivos.

Para este escenario, el considerar un solo colaborador, con la distribución actual, la polivalencia de operador, la cercanía entre máquina y máquina, se genera el siguiente cuestionamiento, ¿Qué cantidad de máquinas puede un operador controlar y mantener una eficiencia entre el 80 y 90 %?. Por lo que se desarrollaron 2 eventos:

a) Un colaborador con 36 máquinas. En la Figura 14, Verificación y Validación, 4a, 36 máquinas, se pueden observar los resultados.



Figura 14. Verificación y Validación, 4a, 36 máquinas.

La Tabla 3 muestra que un colaborador en la atención de 36 máquinas, tiene un resultado promedio de 79.79% de eficiencia. Retomando el cuestionamiento ¿Qué cantidad de máquinas puede un operador controlar y mantener una eficiencia entre el 80 y 90 %? La respuesta no es favorable, por lo que controlar 36 máquinas no es factible.

b) Un colaborador con 30 máquinas. La Figura 15, Validación y Verificación, 4b, 30 máquinas, se pueden observar los resultados.



Figura 15. Verificación y Validación, 4b, 30 máquinas.

Para el escenario 4b, la Figura 15 y la tabla, muestran un resultado favorable. La tabla manifiesta que el promedio de las 4 corridas adquiere un efecto del 87.02% de eficiencia. Retomando el cuestionamiento ¿Qué cantidad de máquinas puede un operador controlar y mantener una eficiencia entre el 80 y 90 %? Con el resultado de la tabla, se puede afirmar que un colaborador con atención a 30 máquinas es propicio el resultado.

Análisis de Resultados

Durante el desarrollo de este escrito, se presentaron las diferentes recolecciones de datos los cuales ha permitido obtener datos estadísticos que ayudaron a comprobar las distintas variables críticas dentro del proceso productivo del área de tejido, datos que permitieron determinar las distribuciones estadísticas a utilizar para el correcto trabajo de la simulación en FlexSim.

Con el uso adecuado de las distribuciones, se pudo construir la simulación del proceso productivo y validar dicha simulación.

La confiabilidad de la simulación nos permitió plantear 3 alternativas de mejora o escenarios, permitiendo efectuar comparaciones entre los distintos argumentos.

En la Tabla 3, Resumen de Resultados, se muestra un compendio de los datos obtenidos en los diferentes escenarios.

Tabla 3. Resumen de Resultados

Simulación	Escenarios (Características)	Resultados (Eficiencia)	Diferencia VS simulación 1
1	Línea de 52 máquinas con 1 colaborador	57.85%	-
2	Línea de 52 máquinas con 2 colaboradores (26 máquinas cada uno)	90.14%	32.25%
3	Línea de 52 máquinas con 3 colaboradores (18 y 16 máquinas)	96.95%	39.10%
4a	Línea de 36 máquinas con 1 colaborador	79.79%	21.94%
4b	Línea de 30 máquinas con 1 colaborador	87.02%	29.17%

Fuente: Elaboración propia.

Documentación

Los resultados de las distintas simulaciones deben de ser entregados en forma clara y concisa al cliente. Así el cliente podrá analizar el planteamiento del problema, los datos de partida, los distintos escenarios, planteados y finalmente los resultados obtenidos de cada uno de ellos, además podrá comparar las diferentes alternativas y finalmente las recomendaciones del analista [2].

Implementación

Con la documentación generada se tendrá la herramienta que nos ayudara a tomar una decisión u otra, o simplemente será la base para implementar físicamente el escenario planteado mediante simulación [2].

Los resultados ayudaran a la gerencia o dirección general quienes tomaran la decisión en base a los datos estadísticos arrojados por el software.

Conclusiones

El desarrollo de un modelo de simulación de eventos discretos del proceso productivo de tejido de guante industrial, para evaluar variables y posibles mejoras que permitan ser eficiente dicha línea de tejido, con el soporte y uso de la herramienta Flexsim (software de simulación diseñado para eventos discretos y continuos), permitió realizar el modelamiento y la corrida del modelo en 3D, ayudando a identificar los impactos de acuerdo a los distintos escenarios planteados en busca de tener como resultado una mejora de eficiencia del proceso productivo de tejido de guante industrial.

Gracias a la simulación realizada con el software FlexSim, en los distintos escenarios (2, 3, 4a y 4b) ha permitido demostrar que en la evaluación de las variables aprueba un aumento de la producción en más de un 20%, (Tabla 3).

El proponer escenarios de solución para incrementar la productividad de la compañía sin tomar costos y riesgos de inversión, es otro de los resultados que se pueden destacar de la simulación.

Por lo que podemos concluir que, el uso de un modelo de simulación de eventos discretos, del proceso productivo de tejido de guante industrial, permite evaluar las distintas variables y proponer mejoras en el proceso antes de implementarlas en la realidad.

AGUADO	NO. MAQUINA	LINEA	MODELO	TURNOS	HORAS TRABAJADAS	CAPACIDAD	TIEMPO DE TEJIDO MIN	TIEMPO SE GUARTE	Paros observados en 3 horas en cada turno								
									1	2	3	4	5	6	SUMA (min)		
F.7 ANCHA	82	C	A-2003G/PYC	3	24	580	2.48	149.0									
1									11:07-11:15=8	11:37-11:48=11	12:23-12:39=16	1:10-1:22=12					47
2																	
3																	
F.7 ANCHA	83	C	A-2003G/PYC	3	24	576	2.50	190.0									
1									11:11-11:17=6	11:35-11:44=9	12:13-12:22=9						24
2									2:50-2:58=8	3:14-3:27=13	3:44-3:53=9	4:09-4:16=7					37
3									11:42-11:54=12	12:14-12:25=11	12:38-12:47=9						32
F.7 ANCHA	84	C	DH-3279	3	24	324	4.40	267.0									
1									11:13-11:25=12	11:39-11:47=9	12:08-12:16=8	12:33-12:44=11	12:55-1:06=11				51
2									2:14-2:26=11	2:31-2:45=14	3:01-3:13=12	3:23-3:44=21					58
3																	
F.7 ANCHA	85	C	HP-2078	3	24	436	3.30	198.0									
1									11:07-11:23=16	11:45-11:56=11	12:16-12:27=11						38
2									2:14-2:19=5	2:47-2:59=12	3:15-3:29=14	3:41-3:56=15					46
3									11:41-11:53=12	12:16-12:27=11	12:48-1:03=15	1:19-1:33=14	1:50-1:57=7				59
F.7 ANCHA	86	C	A-2003G/PYC	3	24	580	2.48	149.0									
1									11:09-11:17=8	11:32-11:47=15	12:08-12:24=16	12:38-12:46=8	1:08-1:24=16				63
2									2:13-2:35=22	2:47-2:56=9	3:12-3:28=16	3:41-3:55=14					61
3									11:12-11:23=11	11:39-11:53=14	12:23-12:45=22	12:57-1:16=19	1:37-1:48=11				52
F.7 ANCHA	87	C	DH-3279	3	24	320	4.50	270.0									
1									11:17-11:36=19	11:48-12:03=15	12:27-12:39=12						46
2									2:23-2:37=14	2:49-3:10=21	3:25-3:47=22	3:52-3:59=7					64
3																	
F.7 ANCHA	88	C	A-2003G/PYC	3	24	568	2.53	152.0									
1									11:13-11:34=21	11:45-11:54=9	12:08-12:23=15	12:40-12:53=13	1:11-1:26=15				73
2									2:21-2:37=16	2:49-3:00=11	3:26-3:43=17						44
3									11:08-11:19=11	11:33-11:51=18	12:27-12:42=15	1:16-1:29=13	1:45-1:56=11				68
F.7 ANCHA	89	C	DH-3279	3	24	320	4.50	270.0									
1									11:23-11:41=18	12:13-12:32=19							37
2									2:12-2:21=9	2:36-2:44=8							17
3									11:48-12:04=16	12:24-12:36=12	12:46-12:55=9	1:12-1:19=7	1:27-1:38=11	1:45-1:54=9			64
F.7 ANCHA	90	C	A-2003MPYC	3	24	596	2.42	145.0									
1									11:36-11:44=8	12:45-12:57=12	1:23-1:37=14						34
2									11:48-11:53=5	12:13-12:23=10	12:39-12:46=7	1:33-1:47=14					36
3																	
F.7 ANCHA	91	C	A-2003MPYC	3	24	596	2.42	145.0									
1									11:12-11:21=9	12:09-12:28=19							28
2									2:14-2:26=12								12
3																	

Anexo I. Cuarta recolección de datos, Análisis de paro de 26 máquinas de tejido.

Bibliografía

[1] “Modelado y Simulación”, aplicación a procesos lógicos de fabricación y servicios Antoni Guasch – Miguel Angel Piera – Josep Casanovas – Jaume Figueras. Edición UPC; Primera edición: Febrero 2002.

[2] FEMETAL, FUNDACION PRONDITEC, Centro Tecnológico para el Diseño y la Producción Industrial de Austria. La simulación de procesos industriales: clave en La toma de decisiones para procesos de reingeniería de planta y diseño de nuevas instalaciones de fabricación. Septiembre 2010.

[3] Simulación de sistemas productivos. (Septiembre 2010). Revista virtual PRO Procesos Industriales , pagina 24.

[4] Universidad Distrital Francisco José Calderas, Facultad de Ciencias y Educación. Martha A. Centeno, Germán Méndez Giraldo, Felipe Baesler Abufarde, Lindsay Álvarez Pomar: Introducción la simulación discreta. Primera edición, abril 2015. Editorial UD. Colombia.

[5] ISSUU. (s.f.). Recuperado el 9 de Enero de 2018, de La simulacion y los procesos industriales by femetales - issuu: https://issuu.com/femetales/docs/gu_a_simulaci_n.

[6] Forte, J. F. (s.f.). guía práctica para la simulación de procesos industriales - Cetem. Recuperado el 9 de Enero de 2018, de www.cetem.es/rs/1235/...54ec.../guia-simulacion-procesosindustriales-cetem.pdf.

[7] Alzate, R. C. (s.f.). inSlideShare. Recuperado el 08 de Enero de 2018, de Guia de usuario para el modelamiento y analisis con el software Flexsim: anexoa-15082225810-lva-app6891(1).pdf.

[8] Saías Simón Marmolejo. Un primer pasó a la simulación con Flexim. Primera edición. Escuela superior de Ciudad Sahagún, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. Impreso en Barcelona, ESPAÑA (2016).

ESTADO DEL ARTE DE TÉCNICAS FOTOTÉRMICAS Y SUS APLICACIONES EN EL ÁREA ENERGÉTICA

Artículo arbitrado 2B

Edición 15

Erick Gutiérrez Zeferino¹, Carlos Omar González Morán², Oscar Osvaldo Sandoval González³ y José de Jesús Agustín Flores Cuautle⁴

^{1,3}Tecnológico Nacional de México /
Instituto Tecnológico de Orizaba
Avenida Oriente 9 Núm. 852, Colonia
Emiliano Zapata, Orizaba, Veracruz, México,
C. P. 94320.

²UAEM/Valle de México, Laboratorio
de Investigación en Materiales y Procesos
Inteligentes, Atizapán de Zaragoza, Estado de
México, México, C. P. 54500.

⁴CONACYT- Tec.N.M./I.T.Orizaba
Avenida Oriente 9 Núm. 852, Colonia Emiliano
Zapata Orizaba, Veracruz, México, C. P. 94320.

coglez@gmail.com

Recibido: Septiembre 14, 2020.

Recibido en forma revisada: Noviembre 6, 2020.

Aceptado: Noviembre 11, 2020.

Resumen: Las técnicas fototérmicas si bien, no son un campo de estudio nuevo, ofrecen una enorme variedad de aplicaciones en los más diversos campos, tal como la salud, el estudio de materiales, medición de pureza de líquidos, entre otras. Uno de los campos de estudio de dichas técnicas es el sector energético, dentro de este campo, el estudio de las propiedades térmicas de algunos materiales tales como los materiales de cambio de fase (PCM Phase Change Material), los nanofluidos, así como biodiesel son los de mayor auge respecto al ahorro de energía térmica. En aplicaciones en las cuales se requiere de estudiar el intercambio térmico las técnicas fototérmicas son de utilidad. En el presente trabajo, se explican algunas de las técnicas fototérmicas más utilizadas son explicadas se mostrarán diversos estudios relacionados con los materiales antes mencionados durante la última década.

+ Palabras clave: Aplicaciones en energía, materiales de cambio de fase, ondas térmicas, nanofluidos

Abstract: Although photothermal techniques are not a new field of study, they offer an enormous variety of applications in the most diverse fields, such as health, the study of materials, measurement of purity of liquids, among others. One of the fields of study of these techniques is the energy sector; within this field, the study of the thermal properties of phase change materials (PCM), nanofluids, and biodiesel are the most

booming concerning thermal energy savings. In applications in which it is required to study the thermal exchange, photothermal techniques are useful. In this paper, some of the most used photothermal techniques are explained and will review various studies related to the energy sector during the last decade.

+ *Keywords: Energy applications, phase change materials, thermal waves, nanofluids.*

Introducción

Las técnicas fototérmicas (TF) consisten en la detección de ondas térmicas que se producen en un material como resultado de la absorción de un haz de luz de intensidad variable por dicho material; dicho haz de luz puede ser modulado o pulsado (Balderas-López, Gutiérrez-Juárez, Jaime-Fonseca, y Sánchez-Sinencio, 1999). De acuerdo con el tipo de fenómeno físico empleado para el estudio de los materiales, las técnicas fototérmicas pueden clasificarse en Efecto Mirage (lente térmica), Radiometría, espectroscopía, fluorescencia, ultrasonido laser, termorreflectancia (Glorieux et al., 2006; Gusev, Desmet, Lauriks, Glorieux, y Thoen, 1996; Salazar, Sánchez-Lavega, Terrón, y Gateshki, 2000). Con base al tipo de detector empleado las técnicas fototérmicas se pueden dividir en fotoacústica, fotopiroeléctrica (Flores Cuautle, Suaste Gomez, y Cruz Orea, 2009; Mandelis y Zver, 1985), la Figura 1, ejemplifica algunas de las diversas técnicas fototérmicas mencionadas.

Se han desarrollado diversas metodologías experimentales para la obtención de propiedades térmicas, en particular las técnicas han sido empleadas para obtener las denominadas propiedades térmicas dinámicas (difusividad y efusividad térmicas) (Figura y Teixeira, 2007; Lara Hernandez et al., 2020).

como se ha mencionado de las propiedades físicas del material bajo estudio, como consecuencia, las ondas térmicas llevan información sobre la estructura interna, las propiedades ópticas y térmicas del material (Flores Cuautle, Suaste Gomez, y Cruz Orea, 2011). El análisis de esta información mediante diversas técnicas de detección permite obtener información de las propiedades antes mencionadas. Entre las técnicas más utilizadas se puede mencionar: la termorreflectancia, radiometría infrarroja, la foto deformación, lente térmica, la fotoacústica y la espectroscopia fotopiroeléctrica (Bernal-Alvarado, Mansanares, Silva, y Moreira, 2003; Guo, Mandelis, y Zinman, 2012; Kusiak, Ch, y Battaglia, 2010; Lopez-Munoz, Pescador-Rojas, Ortega-Lopez, Salazar, y Balderas-Lopez, 2012; Terhoeven-Urselmans, Schmidt, Georg Joergensen, y Ludwig, 2008; Xu et al., 2016).

Entre las diferentes aplicaciones que en las que se han utilizado las técnicas fototérmicas, un área de interés son las aplicaciones relacionadas con la generación de energía. Entre las formas de captación de energía solar el uso colectores solares térmicos e intercambiadores de calor es amplio. Tanto en los colectores solares como en los intercambiadores de calor la transferencia de energía térmica es un factor clave, por lo tanto, es necesario conocer tanto las propiedades térmicas de los materiales como el coeficiente de conversión fototérmico. Para mejorar las características de los colectores solares y los intercambiadores de calor, los materiales de cambio de fase, así como los denominados nanofluidos son ampliamente usados. En este trabajo analizaremos las diferentes técnicas fototérmicas relacionándolas debidamente con el área de generación de energía durante la última década.

Técnicas fototérmicas

Termorreflectancia

La termorreflexión o termorreflectancia es un método óptico sin contacto que aprovecha las variaciones de reflectividad local inducidas por el calentamiento, para deducir una medida de temperatura, la cual se pueden utilizar para prácticamente cualquier longitud de onda (Hatori, Taketoshi, Baba y Ohta, 2005).

La sensibilidad de la técnica de termorreflexión está determinada por el grado de cambio en la reflectividad con los cambios en la temperatura. La medida de esta variación se denomina coeficiente de termorreflexión (CTR). Para los materiales utilizados en dispositivos electrónicos, los valores del coeficiente de termorreflexión varían en varios ordenes de magnitud, por encima y por debajo de 10^{-4} K⁻¹. Además, el coeficiente de termorreflexión varía ampliamente con la longitud de onda de la irradiación de la luz.

Radiometría fototérmica infrarroja

Si a un cuerpo absorbente se le hace incidir una radiación monocromática o policromática modulada, se generará un cambio también modulado de la temperatura de su superficie, como resultado de este proceso de absorción de radiación y la conversión no radiativa de energía. Esa energía emitida por el cuerpo puede ser observada a través de la emisión de radiación de cuerpo negro de la superficie y del bulto (radiación de Planck).

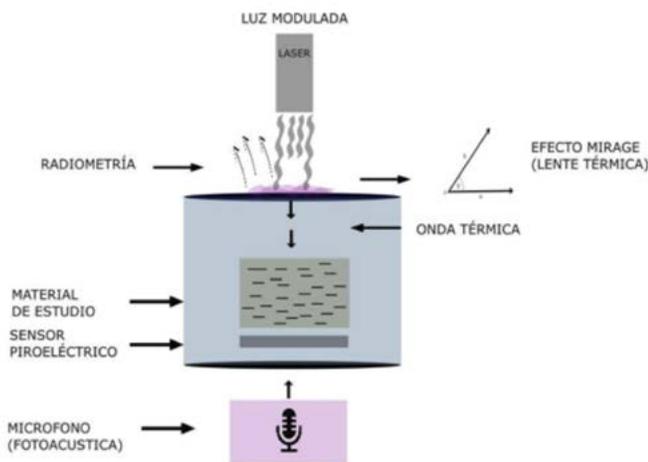


Figura 1. Fenómenos físicos asociados a las Técnicas fototérmicas.

Fuente: (Lara-Hernández et al., 2013).

Los rasgos más importantes que definen la onda térmica son la longitud de onda y la velocidad de fase, las cuales están determinadas por las propiedades térmicas del material. Si el material bajo estudio es homogéneo las ondas térmicas se propagan libremente, sin embargo, para materiales heterogéneos, las ondas térmicas sufrirán un proceso de dispersión cuando en su avance se encuentre con discontinuidades. La transmisión, así como la dispersión de la onda térmica, depende

Midiendo las variaciones de emisión de cuerpo negro es posible obtener información sobre el espectro de absorción (propiedades físicas térmicas y electrónicas) (Mendoza y Rodríguez, 2001).

Una de las ventajas en la utilización de esta técnica fototérmica es debido a su carácter no destructivo, remoto y sin contacto, “además de permitir el análisis de muestras en forma lineal. Los parámetros térmicos y termoelectrónicos que se pueden obtener a través de un espectro radio térmico son: la velocidad de recombinación frontal (S1) y trasera (S2), coeficiente de difusión de portadores (Dn,p), tiempo de vida de portadores minoritarios (T), así como la difusividad térmica (α)” (Mendoza y Rodríguez, 2001). Se trata de una técnica muy eficiente en el estudio de muestras que tengan una elevada emisividad de radiación (polímeros, cerámicos, metales no pulidos, etc.).

Lente térmica

Cuando un haz de luz se hace incidir sobre un material, se genera un calentamiento en dicha superficie, esta variación de temperatura se propaga al gas que rodea dicha superficie, con lo cual su índice de refracción (n) es función de la temperatura y del calor generado en el material, un haz de luz (haz sonda) que se propague por el aire y que pase a través de la zona cuyo índice de refracción sea afectado, sufrirá una desviación periódica. La de lente térmica se basa en la medición de las fluctuaciones periódicas en la desviación del haz sonda (Bernal-Alvarado et al., 2003; Jiménez-Pérez, Cruz-Orea, Lomelí Mejía y Gutierrez-Fuentes, 2009).

Fotoacústica

La fotoacústica se basa en la generación de sonido en un dispositivo denominado celda fotoacústica, a partir de la absorción de radiación modulada y su posterior conversión en calor. Como el calentamiento es de forma modulada, se producen en el interior del material fluctuaciones periódicas de temperatura, denominadas ondas térmicas. La celda fotoacústica consiste en una cavidad cilíndrica, sellada en un extremo por el material bajo estudio y acoplada a un micrófono (Balderas-López et al., 1999). Cuando el aire interior de la celda es calentado se produce una fluctuación de presión a la frecuencia de modulación en las ondas térmicas en el material bajo estudio. Actualmente se esta técnica se ha probado con diferentes compuestos puros, y se han reportado estudios con aceites esenciales demostrando excelentes resultados (Balderas-Lopez, Monsivais Alvarado, Galvez Coyt, Muñoz Diosdado, y Díaz Reyes, 2013; Carbajal-Valdez et al., 2017; Lara-Hernandez et al., 2018).

Espectroscopia fotopiroeléctrica

Los experimentos de la espectroscopia fotopiroeléctrica se realizan por medio de la irradiación modulada. En donde son utilizados los detectores piroeléctricos, que basan su funcionamiento en el efecto piroeléctrico, el cual consiste en el cambio de polaridad debido a fluctuaciones en la temperatura. Dichos cambios producen el desplazamiento de iones positivos con respecto a iones negativos, con lo cual cierto material se polariza eléctricamente. Su forma de operación se basa en la polarización eléctrica a causa de una variación de temperatura.

Estas técnicas no destructivas han sido empleadas con el fin de la medición y detección de cambios de parámetros térmicos de los mate-

riales (capacidad calorífica, conductividad térmica, difusividad y efusividad térmicas). Estos cambios podrían deberse a su composición y el cambio en su estructura del material.

Entre las TF, la espectroscopia fotopiroeléctrica se ha convertido en uno de los métodos de caracterización de materiales más utilizada en la actualidad, en donde se pueden encontrar investigaciones que van desde semiconductores hasta tejido humano (Balderas-López y Mandelis, 2020; Caerels, Glorieux, y Thoen, 1998; Jiménez-Pérez et al., 2012).

Los métodos calorimétricos fotopiroeléctricos son técnicas precisas que hacen uso de piroeléctricos como detectores, así la temperatura media del material de muestreo es prácticamente equivalente a la temperatura de fondo continua. Una herramienta de este tipo de técnicas se basa en la excitación térmica generada ópticamente, la cual asegura el desacoplamiento térmico y mecánico de la célula de medición. Lo que simplifica en gran medida el modelo matemático utilizado para describir la propagación, a través del sistema multicapa que contiene el material de la muestra y el sensor piroeléctrico. Por lo tanto, se obtiene una alta precisión de la aproximación de propagación de las ondas térmicas unidimensionales.

Aplicaciones de las técnicas fototérmicas en el área de energía

Biodiesel

Se sabe que la energía del mundo se ha obtenido a partir de las reservas fósiles de petróleo y gas natural. Pero debido a su ya previsible agotamiento, el empleo de otras alternativas de generación de energía es investigado. El biodiesel es un carburante obtenido a partir fuentes biológicas (aceites vegetales y animales). Los aceites precursores son transformados en biodiesel por medio de un proceso de transesterificación. La utilización de las TF ha sido de gran ayuda en la última década para el análisis de las propiedades de biodiesel. Las TF han sido utilizadas no solo para el estudio de biodiesel sino para el estudio de diversos aceites vegetales con potencial de ser utilizados en la producción de biodiesel. La difusividad térmica ha sido obtenida a partir de diversas técnicas tales como lente térmica (Carbajal-Valdez et al., 2017; Ventura et al., 2018), fotopiroeléctrica inversa (Gallardo-Hernández et al., 2017; Zanelato et al., 2015), celda fotoacústica abierta (Carbajal-Valdez et al., 2017), cavidad de resonancia térmica.

En la literatura es posible encontrar diversos estudios relacionados con las propiedades de biodiesel, tales como su conductividad térmica, difusividad y efusividad térmica todas ellas medidas a partir de las diferentes configuraciones fototérmicas. Es de resaltar que se pueden medir no solo propiedades térmicas, sino que es posible detectar diversos compuestos producto de la combustión del biodiesel tales como el óxido nitroso o dióxido de carbono (Linhares et al., 2019; Rocha et al., 2014). La literatura muestra que para este tipo de muestras las diferentes técnicas fototérmicas pueden alcanzar errores de medición menores al 1% T. La Tabla 1, muestra propiedades térmicas de aceites vegetales y biodiéselos de acuerdo con las diferentes técnicas empleadas.

Tabla 1. Técnicas fototérmicas empleadas en la medición de propiedades térmicas de biodiesel y aceites vegetales utilizados como precursores de biodiesel.

Muestras	Propiedad térmica	Técnica empleada	Referencia
Aceite de: Limón, Naranja, uva;	Efusividad térmica	Celda fotoacústica abierta	(Carbajal-Valdez et al., 2017)
Biodiesel B100, S-10 and S-500; aceite de: limón, naranja, uva;	Difusividad térmica	Lente térmica	(Carbajal-Valdez et al., 2017; Zanelato et al., 2015)
Aceite motor/Jatropha; aceite de oliva; aceite de jojoba	Difusividad térmica	Cavidad de resonancia térmica	(Gallardo-Hernández et al., 2017; Lara-Hernandez et al., 2018; Lara-Hernández, Flores-Cuautle, Hernández-Aguilar, Suaste-Gómez, & Cruz-Orea, 2017)
aceite motor/Jatropha; Biodiesel basado en grasa animal	Efusividad térmica	Fotopiroeléctrico inverso	(Gallardo-Hernández et al., 2017; Zanelato et al., 2015)
Diesel/biodiesel	*N ₂ O	Espectroscopia fotoacústica	(Linhares et al., 2019; Rocha et al., 2014)
Diesel	*CO ₂	Celda fotoacústica	(Mothe et al., 2010)

* Estos compuestos no son propiedades térmicas, sin embargo, pueden ser detectados por medio de TF.

Conductividad térmica en nanofluidos

La transferencia de energía térmica es útil en diversas aplicaciones relacionadas con el ahorro energético, en particular el incremento de la conductividad térmica por medio del uso de nanopartículas metálicas es uno de los estudios más prometedores. Se denominan nanofluidos a aquellos fluidos a los cuales se les han agregado nanopartículas. La adición de nanopartículas se lleva a cabo con diferentes propósitos en particular para modificar sus propiedades térmicas, propiedades viscoelásticas entre otras (Kouyaté et al., 2015). Mediante la utilización de técnicas fototérmicas se han logrado determinar distintas características de nanofluidos tales como: absorción de radiación solar, alta transferencia de calor, viscosidad entre otras. Para el caso del sector de energía el interés se ha concentrado en la propiedad de conductividad térmica que es el parámetro más importante responsable del mejoramiento de la transferencia de calor (Khanafar y Vafai, 2011). Son muy llamativas las distintas aplicaciones que se generan con materiales con una alta conductividad térmica, como por ejemplo en reactores nucleares o en la utilización de nanopartículas de óxido metálico (NPs) utilizada para la fabricación de superconductores (Noroozi, Zakaria, Moksini, y Wahab, 2012). La Tabla 2, muestra algunos de los nanofluidos caracterizados mediante la TF.

Las aplicaciones para la captación de energía solar merecen ser mencionadas aparte debido al incremento en el número de publicaciones relacionadas con esta área. En captación de energía solar la conductividad térmica, así como la conversión fototérmica son estudiadas debido a su influencia en la absorción de radiación solar.

Tabla 2. Propiedades térmicas y técnicas fototérmicas empleadas en la medición de propiedades térmicas Nanofluidos.

Tipo de nanofluido	Propiedad térmica	Técnica empleada	Referencia
Nanoalambres de plata, Oro	Difusividad	Cavidad de resonancia térmica	(Carbajal-Valdez et al., 2019; López-Muñoz, Pescador-Rojas, Ortega-Lopez, Salazar, & Balderas-López, 2012)
Nanoalambres de plata; Óxido de titanio; Cobre	Efusividad	Celda fotoacústica	(Carbajal-Valdez et al., 2019; Nisha, Jayalakshmy, & Philip, 2013)
Oxido de titanio; Cobre	Conductividad	Fotopiroeléctrico	(Nisha et al., 2013)
Oxido de Silicio, Oxido de titanio	Difusividad	Lente térmica	(Jiménez-Pérez et al., 2012)
Oxido de Silicio, Oxido de titanio	Efusividad	Fotopiroeléctrico	(Jiménez-Pérez et al., 2012)

Captación de energía mediante materiales de cambio de fase

Sumando a la investigación de sus distintas aplicaciones de las TF, está en el estudio de los materiales de cambio de fase mediante las técnicas de fotoacústica empleadas en la TF (Verstraeten, Van Humbeek, Wevers, y Glorieux, 2013), poniendo énfasis en su característica de transferencia de calor, que es utilizada en el almacenamiento temporal de energía térmica para su posterior empleo en bioclima, plantas de energía solar, entre otras (Zalba, Marín, Cabeza y Mehling, 2003). En el caso de energía se tienen varias vertientes; almacenamiento de energía sensible que funciona por medio de la elevación de la temperatura de un sólido o líquido en donde la cantidad de calor almacenado depende del calor específico del medio, cambio de temperatura y la cantidad de material almacenado. Para el caso almacenamiento de calor latente, es en función de la absorción o liberación de calor cuando un material de almacenamiento experimenta un cambio de fase de sólido a líquido o líquido a gas o viceversa (Garay-Ramírez, Cruz-Orea, y San Martín-Martínez, 2015; Garay Ramirez, Glorieux, San Martín Martínez, y Flores Cuautle, 2014).

Otra de las aplicaciones de las TF es en la investigación de materiales termoeléctricos, los cuales tiene la peculiaridad de transformar energía calorífica en energía eléctrica (a través del efecto Seebeck). Este tipo de experimentaciones se realizan por medio de la espectroscopia fotopiroeléctrica (Pandya et al., 2018).

Discusión y perspectivas

El uso de las técnicas fototérmicas se ha incrementado en los últimos años, una búsqueda en scopus revela un incremento consistente en la última década al pasar de mil 23 artículos en 2010 a 4 mil 532 en 2019. Del total de artículos mencionados alrededor del 50% correspon-

den a trabajos relacionados con el área energética. Es de esperar que el incremento de publicaciones relacionadas con técnicas fototérmicas continúe incrementándose, esto debido a su uso como herramienta para la caracterización térmica de materiales. Otro aspecto importante en el incremento de publicaciones relacionadas con esta área tiene que ver con el desarrollo de nuevos montajes experimentales y de nuevas aplicaciones de estas técnicas.

Por otro lado, el uso de las técnicas fototérmicas ha sumado a resolver problemas científicos, tales como el grado de influencia de nanopartículas en la modificación de la conductividad térmica en nanofluidos entre otros. Así mismo el uso de las TF se ha extendido a otros campos no menos importantes, tales como la salud, en donde el uso de estas técnicas permite obtener imágenes de alto contraste, así como el monitoreo de glucosa entre otros. Con base en lo anterior es de esperar un crecimiento importante de esta área de investigación.

Conclusiones

El uso de las TF para la caracterización de los materiales líquidos, sólidos y gases se han ido incrementado, mejorando la precisión de las mediciones y, aumentando las capacidades de estas técnicas para medir no solo propiedades térmicas sino detectando diversos compuestos. El estudio de los biocombustibles se ha visto beneficiado del uso de las TF para determinar las propiedades térmicas de los mismos. Se ha favorecido el estudio propiedades térmicas en aceites vegetales como precursores de biocombustibles originando una mayor variedad de materia prima para el desarrollo de biocombustibles. El uso de TF ha propiciado obtener un mayor conocimiento sobre transferencia de calor en el caso del análisis de biocombustibles.

Por otro lado, la detección de nanopartículas en nanofluidos ha alcanzado niveles de detección menores al 0.1 % de concentración. El uso de nanopartículas, así como de materiales de cambio de fase han mejorado la transferencia de calor con la consecuente mejora en la generación de energía eléctrica por medio de la captación de energía solar.

Símbolos

CTR	Coefficiente de termoreflexión
T	Temperatura
TF	Técnicas Fototérmicas
PCM	Materiales de cambio de fase
V	Volts
	Potencia

Bibliografía

1. Balderas-Lopez, J., Monsivais Alvarado, T., Galvez Coyt, G., Muñoz Diosdado, A. y Díaz Reyes, J. (2013). *Thermal characterization of vegetable oils by means of photoacoustic techniques. Revista Mexicana de Fisica*, 59(1), 5.
2. Balderas-López, J. A., Gutiérrez-Juárez, G., Jaime-Fonseca, M. R., y Sánchez-Sinencio, F. (1999). *Measurements of thermal effusivity of liquids using a conventional photoacoustic cell. Review of Scientific Instruments*, 70(4), 2069-2071. doi:10.1063/1.1149713
3. Balderas-López, J. A. y Mandelis, A. (2020). *Photopyroelectric Spectroscopy of Pure Fluids and Liquid Mixtures: Foundations and State-of-the-Art Applications. International Journal of Thermophysics*, 41(6), 78. doi:10.1007/s10765-020-02662-3
4. Bernal-Alvarado, J., Mansanares, A. M., Silva, E. C. d. y Moreira, S. G. C. (2003). *Thermal diffusivity measurements in vegetable oils with thermal lens technique. Review of Scientific Instruments*, 74(1), 697-699. doi:10.1063/1.1517726
5. yCaerels, J., Glorieux, C. y Thoen, J. (1998). *Absolute values of specific heat capacity and thermal conductivity of liquids from different modes of operation of a simple photopyroelectric setup. Review of Scientific Instruments*, 69(6), 2452-2458. doi:10.1063/1.1148973
6. Carbajal-Valdez, R., Jiménez-Pérez, J. L., Cruz-Orea, A., Correa-Pacheco, Z. N., Alvarado-Noguez, M. L., Romero-Ibarra, I. C., & Mendoza-Alvarez, J. G. (2017).

Thermal properties of centrifuged oils measured by alternative photothermal techniques. Thermochemica Acta, 657(Supplement C), 66-71. doi:https://doi.org/10.1016/j.tca.2017.09.014

7. Carbajal-Valdéz, R., Rodríguez-Juárez, A., Jiménez-Pérez, J. L., Sánchez-Ramírez, J. F., Cruz-Orea, A., Correa-Pacheco, Z. N., . . . Luna-Sánchez, J. L. (2019). Experimental investigation on thermal properties of Ag nanowire nanofluids at low concentrations. *Thermochemica Acta*, 671, 83-88. doi:https://doi.org/10.1016/j.tca.2018.11.015

8. Figura, L. y Teixeira, A. A. (2007). *Food Physics: Physical Properties - Measurement and Applications: Springer Berlin Heidelberg*.

9. Flores Cuautle, J. J. A., Suaste Gomez, E. y Cruz Orea, A. (2009). Photopyroelectric detection based on PLZT ceramic. Paper presented at the International Conference on Photoacoustic and Photothermal Phenomena, Leuven, Belgium.

10. Flores Cuautle, J. J. A., Suaste Gomez, E. y Cruz Orea, A. (2011). Photopyroelectric Microscopy on Porous Ceramics. Paper presented at the International Conference on Photoacoustic and Photothermal Phenomena, Merida, Mexico.

11. Gallardo-Hernández, E. A., Lara-Hernández, G., Nieto-Camacho, F., Domínguez-Pacheco, A., Cruz-Orea, A., Hernández-Aguilar, C., . . . Flores-Cuautle, J. J. A. (2017). Thermal and Tribological Properties of *Jatropha* Oil as Additive in Commercial Oil. *International Journal of Thermophysics*, 38(4), 54. doi:10.1007/s10765-017-2185-y

12. Garay-Ramírez, B., Cruz-Orea, A. y San Mar-

tin-Martínez, E. (2015). Effect of Silver Nanoparticles on the Thermal Properties of Sodium Acetate Trihydrate. *International Journal of Thermophysics*, 1-9. doi:10.1007/s10765-015-1837-z

13. Garay Ramirez, B. M. L.; Glorieux, C.; San Martin Martinez, E. y Flores Cuautle, J. J. A. (2014). Tuning of thermal properties of sodium acetate trihydrate by blending with polymer and silver nanoparticles. *Applied Thermal Engineering*, 62(2), 838-844. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2013.09.049

14. Glorieux, C.; Van de Rostyne, K.; Goossens, J.; Shkerdin, G.; Lauriks, W. y Nelson, K. A. (2006). Shear properties of glycerol by interface wave laser ultrasonics. *Journal of applied physics*, 99(1), 013511. doi:doi:http://dx.doi.org/10.1063/1.2150257

15. Guo, X.; Mandelis, A. y Zinman, B. (2012). Noninvasive glucose detection in human skin using wavelength modulated differential laser photothermal radiometry. *Biomedical Optics Express*, 3(11), 3012-3021. doi:10.1364/BOE.3.003012

16. Gusev, V.; Desmet, C.; Lauriks, W.; Glorieux, C. y Thoen, J. (1996). Theory of Scholte, leaky Rayleigh, and lateral wave excitation via the laser-induced thermoelastic effect. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 100(3), 1514. doi:10.1121/1.416021

17. Hatori, K.; Taketoshi, N.; Baba, T. y Ohta, H. (2005). Thermoreflectance technique to measure thermal effusivity distribution with high spatial resolution. *Review of Scientific Instruments*, 76(11), 114901. doi:10.1063/1.2130333

18. Jiménez-Pérez, J. L., Cruz-Orea, A., Lomeli Mejía, P. y Gutierrez-Fuentes, R. (2009). Monitoring the Thermal Parameters of Different Edible Oils by Using Thermal Lens Spectrometry. *International Journal of Thermophysics*, 30(4), 1396-1399. doi:10.1007/s10765-009-0628-9
19. Jiménez-Pérez, J. L., Sánchez-Ramírez, J. F., Cornejo-Monroy, D., Gutierrez-Fuentes, R., Pescador Rojas, J. A., Cruz-Orea, A., . . . Jacinto, C. (2012). Photothermal Study of Two Different Nanofluids Containing SiO₂ and TiO₂ Semiconductor Nanoparticles. *International Journal of Thermophysics*, 33(1), 69-79. doi:10.1007/s10765-011-1139-z
20. Khanafar, K. y Vafai, K. (2011). A critical synthesis of thermophysical characteristics of nanofluids. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 54(19), 4410-4428. doi:https://doi.org/10.1016/j.ijheatmasstransfer.2011.04.048
21. Kouyaté, M., Flores-Cuautle, J. J. A., Slenders, E., Sermeus, J., Verstraeten, B., Garay Ramirez, B. M. L., . . . Glorieux, C. (2015). Study of Thermophysical Properties of Silver Nanofluids by ISS-HD, Hot Ball and IPPE Techniques. *International Journal of Thermophysics*, 1-11. doi:10.1007/s10765-015-1985-1
22. Kusiak, A., Ch, P. y Battaglia, J. L. (2010). Measuring the thermal conductivity of liquids using photo-thermal radiometry. *Measurement Science and Technology*, 21(1), 015403.
23. Lara-Hernandez, G., Benavides-Parra, J. C., Cruz-Orea, A., Contreras-Gallegos, E., Hernández-Aguilar, C. y Flores-Cuautle, J. J. A. (2018). Thermal characterization of castor oil as additive in lubricant oil using photothermal techniques. *Superficies y vacío*, 31, 6-9.
24. Lara-Hernández, G., Flores-Cuautle, J. J. A., Hernández-Aguilar, C., Suaste-Gómez, E. y Cruz-Orea, A. (2017). Thermal Properties of Jojoba Oil Between 20° C and 45° C. *International Journal of Thermophysics*, 38(8), 115. doi:10.1007/s10765-017-2252-4
25. Lara-Hernández, G., Suaste-Gómez, E., Cruz-Orea, A., Mendoza-Alvarez, J. G., Sánchez-Sinencio, F., Valcárcel, J. P. y García-Quiroz, A. (2013). Thermal Characterization of Edible Oils by Using Photopyroelectric Technique. *International Journal of Thermophysics*, 34(5), 962-971. doi:10.1007/s10765-013-1419-x
26. Lara Hernandez, G., Hernández Aguilar, C., Cruz Orea, A., Arias Duque, N. P., Wilches Torres, M. A. y Flores Cuautle, J. J. A. (2020). Wheat germ, mamey seed, walnut, coconut, and linseed oil thermal characterization using photothermal techniques. *Revista Mexicana de Física*, 66(2), 5.
27. Linhares, F. G., Lima, M. A., Mothe, G. A., de Castro, M. P. P., da Silva, M. G. y Sthel, M. S. (2019). Photoacoustic spectroscopy for detection of N₂O emitted from combustion of diesel/beef tallow biodiesel/sugarcane diesel and diesel/beef tallow biodiesel blends. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 9(3), 577-583. doi:10.1007/s13399-019-00372-x
28. Lopez-Munoz, G., Pescador-Rojas, J., Ortega-Lopez, J., Salazar, J. y Balderas-Lopez, J. (2012). Thermal diffusivity measurement of spherical gold nanofluids of different sizes/concentrations. *Nanoscale Research Letters*, 7(1), 423.
29. López-Muñoz, G. A., Pescador-Rojas, J. A., Ortega-Lopez, J., Salazar, J. S. y Balderas-López, J. A. (2012). Thermal diffusivity measurement of spherical gold nanofluids of different sizes/concentrations. *Nanoscale Research Letters*, 7(1), 423. doi:10.1186/1556-276X-7-423
30. Mandelis, A. y Zver, M. M. (1985). Theory of photopyroelectric spectroscopy of solids. *Journal of applied physics*, 57(9), 4421-4430.
31. Mendoza, P. J. y Rodriguez, M. E. (2001). Obtención de imágenes térmicas y termoelectrónicas mediante Radiometría Fototérmica Infrarroja. *Superficies y vacío*, 12, 5.

32. Mothe, G., Castro, M., Sthel, M., Lima, G., Brasil, L., Campos, L., . . . Vargas, H. (2010). Detection of Greenhouse Gas Precursors from Diesel Engines Using Electrochemical and Photoacoustic Sensors. *Sensors*, 10(11), 9726-9741. doi:<http://dx.doi.org/10.3390/s101109726>
33. Nisha, M. R., Jayalakshmy, M. S. y Philip, J. (2013). Effective thermal conductivity of condensed polymeric nanofluids (nanosolids) controlled by diffusion and interfacial scattering. *Pramana*, 81(5), 849-864. doi:10.1007/s12043-013-0605-5
34. Noroozi, M., Zakaria, A., Moksini, M. M. y Wahab, Z. A. (2012). An investigation on the thermal effusivity of nanofluids Containing Al₂O₃ and CuO nanoparticles. *International journal of molecular sciences*, 13(8), 10350-10358. doi:10.3390/ijms130810350
35. Pandya, S., Wilbur, J., Kim, J., Gao, R., Dasgupta, A., Dames, C. y Martin, L. W. (2018). Pyroelectric energy conversion with large energy and power density in relaxor ferroelectric thin films. *Nature Materials*, 17(5), 432-438. doi:10.1038/s41563-018-0059-8
36. Rocha, A. M., Sthel, M. S., de Castro, M. P. P., Mothé, G. A., Silva, W. C., Perez, V. H., . . . Vargas, H. (2014). Evaluation of Nitrous Oxide Emitted from Diesel/Biodiesel Blends during Combustion in a Diesel Engine at Laboratory Scale by a Photoacoustic Spectroscopy Technique. *Energy & Fuels*, 28(6), 4028-4032. doi:10.1021/ef500294a
37. Salazar, A., Sánchez-Lavega, A., Terrón, J. M. y Gateshki, M. (2000). Aplicación de las técnicas fototérmicas al estudio de materiales.
38. Terhoeven-Urselmans, T., Schmidt, H., Georg Joergensen, R. y Ludwig, B. (2008). Usefulness of near-infrared spectroscopy to determine biological and chemical soil properties: Importance of sample pre-treatment. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(5), 1178-1188. doi:<https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2007.12.011>
39. Ventura, M., Deus, W. B., Silva, J. R., Andrade, L. H. C., Catunda, T. y Lima, S. M. (2018). Determination of the biodiesel content in diesel/biodiesel blends by using the near-near-infrared thermal lens spectroscopy. *Fuel*, 212, 309-314. doi:<https://doi.org/10.1016/j.fuel.2017.10.069>
40. Verstraeten, B., Van Humbeeck, J., Wevers, M. y Glorieux, C. (2013). Thermoelastic Characterization of Changing Phase Distribution in Hardened Steel by Laser Ultrasonics. *International Journal of Thermophysics*, 34(8), 1754-1761. doi:10.1007/s10765-013-1405-3
41. Xu, X., Flores Cuautle, J. J. A., Kouyate, M., Roozen, N. B., Goossens, J., Menon, P., . . . Serfaty, S. (2016). Evolution of elastic and thermal properties during TMOS-gel formation determined by ringing bottle acoustic resonance spectroscopy, impulsive stimulated scattering, photopyroelectric spectroscopy and the hot ball method. *Journal of Physics D: Applied Physics*, 49(8), 085502.
42. Zalba, B., Marín, J. M., Cabeza, L. F. y Mehling, H. (2003). Review on thermal energy storage with phase change: materials, heat transfer analysis and applications. *Applied Thermal Engineering*, 23(3), 251-283. doi:[https://doi.org/10.1016/S1359-4311\(02\)00192-8](https://doi.org/10.1016/S1359-4311(02)00192-8)
43. Zanelato, E. B., Machado, F. A. L., Rangel, A. B., Guimarães, A. O., Vargas, H., da Silva, E. C. y Manzanares, A. M. (2015). Investigation of Biodiesel Through Photopyroelectric and Dielectric-Constant Measurements as a Function of Temperature: Freezing/Melting Interval. *International Journal of Thermophysics*, 36(5), 924-931. doi:10.1007/s10765-014-1656-7

PyMe

MODELOS DE GESTIÓN LOGÍSTICA Y SU APLICACIÓN

Artículo arbitrado 29

Edición 15

Reyna Carrillo Reyes¹, Brianda Estefanía Martínez Medrano², Brissa Johana Murillo Lares³ y Perla Ivette Gómez Zepeda⁴

^{1,2,3,4} Universidad Tecnológica de
Ciudad Juárez.
Av. Universidad Tecnológica No.305.
Col. Lote Bravo Ciudad Juárez,
Chihuahua, México,
C.P. 32575.



reynacarrillo23.rc@gmail.com

Recibido: Agosto 26, 2020.

Recibido en forma revisada: Noviembre 5, 2020.

Aceptado: Noviembre 11, 2020.

■ **Resumen:** Esta investigación presenta los modelos logísticos que se han desarrollado en las pequeñas y medianas empresas (PyMe) de México, que tienen una gran importancia en el sector de comercio y como ya se sabe, esta relaciona la logística haciendo posible el proceso de flujo de bienes y servicios desde la materia prima hasta el cliente. Diversos autores han propuesto modelos de gestión logística para ser aplicados en empresas y con ello aumentar su competitividad y economía. Las diferentes áreas de trabajo buscan diseñar algún método o modelo para mejorar su infraestructura, servicio al cliente, productividad, transporte, almacenamiento y compras. Se realizó una amplia investigación de cada modelo logístico aplicado detallando sus características, elementos y usos.

■ **Palabras clave:** Modelos, logística, Pyme, competitividad.

■ **Abstract:** This research presents the logistics models that have been developed in small and medium-sized companies (SMEs) in Mexico, which are of great importance in the commerce sector and, as is already known, this relates to logistics making possible the process of flow of goods and services from the raw material to the customer. Several authors have proposed logistics management models to be applied in companies and thereby increase their competitiveness and economy. The different work areas seek to design some method or model to improve

their infrastructure, customer service, productivity, transportation, storage and purchases. An extensive investigation of each applied logistic model was carried out detailing its characteristics, elements and uses.

✦ **Keywords:** *Models, logistics, SMEs, competitiveness.*

Introducción

Los modelos de gestión son los marcos teóricos que sirven como referencia para que las empresas puedan desarrollar su propio sistema de organización. Generalmente, los modelos de gestión sirven de ejemplo para aquellas empresas que apenas comienzan y se adaptan al mercado; en estos, se puede apreciar cómo las debilidades y fortalezas de las empresas pueden verse potenciadas u opacadas por una buena gestión tanto administrativa como ejecutiva. En los modelos de gestión se incluyen todos los aspectos de importancia para la compañía, como el sector de recursos humanos, los estados financieros, la logística, el marketing y la calidad de los servicios (Cano, Orue, Martínez, y Mayett, 2015).

La importancia de las MIPYMES del sector comercio y servicios del Estado de Chihuahua se puede apreciar en la aportación que hacen al Producto Interno Bruto (PIB) estatal que en 2008 fue de 139 mil 292.79 millones de pesos constantes de un total de 367 mil 52, la cual ha oscilado en los últimos 10 años, del 28 al 38 por ciento, siendo una de las actividades con mayor peso relativo en la economía chihuahuense. Hasta hace unos años las distintas funciones de la empresa y su relación con sus clientes finales eran independientes. La logística trata de coordinar todas estas partes diferenciadas haciendo que haya un flujo continuo y coordinado entre los diferentes agentes, desde las actividades de producción hasta el cliente final (Gobierno del Estado de Chihuahua, 2010).

El sector de la logística tiene una enorme relevancia en sí mismo, pero sobre todo genera un efecto de tracción del desarrollo del sector privado y del crecimiento en el resto de los actores económicos de un país o una región. Una logística eficiente y accesible a todos constituye un elemento clave para que las empresas de determinado país o región en general, y en particular sus pymes, puedan competir con éxito en este nuevo marco global (Kirby y Brosa, 2011). En este artículo se analiza la importancia de los modelos logísticos para mejorar la competitividad de las empresas, mediante la implementación de un modelo de gestión logística para determinar el desempeño logístico de las pequeñas y medianas empresas de Ciudad Juárez, Chihuahua.

Marco de referencia

Modelos logísticos

Los modelos de gestión son los marcos teóricos que sirven como referencia para que las empresas puedan desarrollar su propio sistema de organización. Generalmente, los modelos de gestión sirven de ejemplo para aquellas empresas que apenas comienzan y se adaptan al mercado. La logística se encarga de la administración del flujo de materiales e información a lo largo del proceso de creación de valor: aprovisionamiento, producción y distribución. Los clientes evalúan la calidad del producto, el valor agregado del mismo y su disponibilidad en tiempo y

forma, de ahí la necesidad de hacer eficientes los procesos.

Un modelo de gestión logística para la Pyme debe ser distinto al de la gran empresa, básicamente debido a los recursos tecnológicos utilizados, el lenguaje, la estructura y la cultura bajo la cual operan, a diferencia de los altos niveles de capacitación y recursos económicos con los que operan las grandes empresas, la función logística por sí misma tiene una gran importancia, pero a su vez también genera un efecto de tracción del desarrollo del sector privado y del crecimiento en el resto de los actores económicos de un país o región (Velásquez Contreras, 2013).

Tipos de modelos

Los modelos de demanda se basan en la realización de estudios de campo para poder encontrar el movimiento de carga entre puntos de origen y destino además de utilizar técnicas como la simulación para pronosticar el comportamiento de la demanda de carga, buscan identificar los productores, transportadores, despachadores, clientes, el nivel de consumo, los productos que se mueven, los volúmenes de distribución, estos modelos son importantes ya que se pueden conocer cuál es el comportamiento de la demanda de acuerdo a varios factores (Gómez Marín, Serna Urán, y Arango Serna, 2017).

A continuación se detallan:

1) El Modelo de Ruteo: Incluye la regulación del tráfico, la congestión vehicular, las condiciones de las vías, los espacios de estacionamiento y la contaminación del aire. El transporte de mercancía en los países tiene gran importancia ya que es el eje fundamental para la economía y el desarrollo de exportación, ya que cabe resaltar que los productos elaborados se deben sacar a puertos y a su vez algunas materias primas se deben transportar de ellos al interior del país para su transformación y elaboración de nuevos productos (Bernal Segura, 2013).

2) Modelo para la planeación, selección y evaluación: Utilizan es su mayoría la evaluación para encontrar los posibles resultados que darán las políticas y los modelos, se generan en las ciudades y afectan a todos los actores del sistema, este tipo de modelos sirven para tomar decisiones acerca de las posibles opciones que se pueden seleccionar para las políticas adecuadas en la logística de ciudad. La planeación es una alternativa para que las empresas logren convertirse en un sistema dinámico al aumentar la productividad (Fuentes y Luna Cardozo, 2011).

3) El modelo de referencia de operaciones de la cadena de suministro: Se basa en procesos de negocio, evaluación comparativa y medición de procesos en un marco de funciones transversales, este modelo proporciona definiciones genéricas de los procesos de la cadena de suministro para la producción y la logística (Vianchá Sánchez, 2014), proporciona un marco de referencia que no tiene una formulación matemática ni métodos heurísticos, se puede contar con elementos cuantitativos y cualitativos para comparar y hacer un análisis de diferentes alternativas aplicables a las entidades o componentes de la cadena de suministro (Galvis Rueda y Contreras Cárdenas, 2015).

4) El modelo de la cadena de abastecimiento: Comienza en la adquisición de materias primas y termina en los almacenes de venta al público, se compone de los siguientes eslabones: abastecimiento de las materias primas, planta propia, plantas satélites, centro de distribución

integrado, tiendas, clientes y la demanda de productos, involucra las variables: demandas, órdenes, unidades y las plantas satélites, curva de experiencia, capacidad, despachos y ventas (Ramírez Echeverri, 2010).

5) Modelo de single sourcing: Es necesario para facilitar el proceso de control de calidad, seguimiento de registros de envíos entre origen y destino, gestión de transportistas y proveedores; tiene implicaciones económicas y técnicas (Wilson Adame, Fontanilla Díaz, y Arango Serna, 2011), se establece en áreas a una mayor eficiencia en la relación, se trabaja conjuntamente para ofrecer un mayor valor añadido a la producción del socio y para que este esfuerzo alcance su máxima efectividad no se debe dispersar, se caracteriza porque se trata de una elección realizada sobre una base de posibles opciones (Peligros Espada, 2010).

6) Modelo de red de valor: Integra el conjunto de procesos que aseguran la obtención de productos y servicios finales, tanto para el uso y consumo nacional como para la exportación y abarca desde los procesos primarios hasta los finales de servicio a la población, sostenido su desarrollo en la innovación, capaz de generar conocimientos aplicados productivamente. Se basa en dos elementos fundamentales: una visión centrada en el flujo de materiales, información, dinero, impactos ambientales y residuos y un modelo de aseguramiento de cada uno de los procesos interconectados por los referidos flujos (Acevedo Suárez, Gómez Acosta, López Joy, Acevedo Urquiaga, y Pardillo Baez, 2010).

7) Modelo de Lambert y Cooper: Surge de la necesidad de integrar los diferentes eslabones dentro de la red como son los proveedores, fabricantes y clientes. La integración es identificada como una de las características esenciales en la gestión logística dado que, se describe como la interacción a través de interfaces normalizadas para reducir el esfuerzo requerido del procesamiento de la información. Este factor es muy significativo porque resalta la importancia de que cada empresa de la red conozca su rol y la necesidad de una cooperación para el logro eficaz de proyectos conjuntos y metas compartidas desde una actitud de confianza y beneficio mutuo (Aldana Bernal y Bernal Torres, 2018).

8) Modelo de diagnóstico: Conformado por indicadores de aprovisionamiento, inventarios, distribución, servicio al cliente, logística inversa, responsabilidad social y costos logísticos, que define una línea base en un momento del tiempo, tiene como objetivo que cada uno de los asistentes por parte de las empresas se apropiara del conocimiento en logística y además seleccionara dos herramientas de las diseñadas en el modelo para aplicarlas en su organización. El adecuado uso de los indicadores en las empresas, serán la base para generar ventajas competitivas sostenibles y posicionamiento frente a la competencia nacional e internacional (Bailón García, Romero López, Alvarado Iniesta, Romero González y Guerrero Ávila, 2015).

9) Modelo de la Secretaría de Economía de México: Propone un modelo de verificación de las capacidades logísticas de la empresa que serán evaluadas por un organismo certificador para poder otorgar el sello de confianza de los procesos logísticos; los indicadores a los que tienen que dar cumplimiento son poco alcanzables a corto plazo y tiene como objetivo buscar las mejoras en la calidad de los servicios logís-

ticos ofrecidos en la cadena de suministros de las empresas esto es un modelo de verificación que beneficia el desempeño logístico mediante el diagnóstico de identificación de nichos de oportunidad de mejora al momento de ser evaluados (Cano, Orue, Martínez, y Mayett, 2015).

10) Modelo de Balanced Scorecard: Es un modelo que se convierte en una herramienta muy útil para la gestión estratégica. Se basa en la definición de objetivos estratégicos, indicadores e iniciativas estratégicas, estableciendo las relaciones causa efecto a través del mapa estratégico en cuatro perspectivas base; financiera, clientes, procesos internos y aprendizaje-crecimiento (Álvarez Medina, Moreno Velarde, y Chávez Rivera, 2013), es una popular herramienta del ámbito empresarial ampliamente utilizada para evaluar el desempeño de una organización, e incluso ha llegado a convertirse en un sistema de gestión para implementar las estrategias empresariales (Pérez Lorences y García Ávila, 2014).

Sistema de gestión logística

El Modelo de Evaluación de los Sistemas de Gestión Logística es una herramienta diseñada para diagnosticar el nivel de madurez (global o por elementos) de esta área de gestión en las organizaciones, el modelo de evaluación propuesto en el presente trabajo está en coherencia con los modelos actuales más extendidos de evaluación de la gestión tanto en el ámbito de la excelencia empresarial como en el marco de los sistemas de gestión de la calidad, tiene por objetivo establecer objetivos de mejora medibles de la gestión logística (Beltrán, Muñuzuri, Rivas, y Martín, 2010).

Se considera modelo porque parte de la cadena de suministro que planifica, almacena, implementa y controla el flujo eficiente y eficaz de productos, servicios e información entre el punto de origen y el punto de consumo, con el fin de satisfacer al cliente y los requerimientos legales. La gestión logística se complementa de responsabilidades de la dirección que deben establecer, documentar y mantener el sistema de gestión logística y mejorar continuamente su eficacia, deben definirse criterios de desempeño objetivos y los procedimientos para los procesos logísticos (Cortés, Muñuzuri, y Delado, 2006).

Aplicación de los modelos logísticos

La empresa que no posea un sistema logístico estructurado y funcional carece de los medios y los métodos para llevar a cabo su organización, los procesos internos y externos se tornan lentos e ineficientes haciendo a la empresa incapaz de prestar un buen servicio y por ende poniendo en riesgo la rentabilidad y existencia de la misma. Por dichas razones se hace necesario resaltar la importancia que tiene la gestión logística para las empresas, ya que gracias a ella las empresas pueden permitirse ser más eficientes en sus distintas áreas, como es el caso del área de compras, producción, transporte, almacenaje, mantenimiento, atención al cliente y distribución; todo esto con el fin de hacer a la empresa más eficiente para así obtener una mayor rentabilidad y permanencia en el mercado (Bohorquez Vasquez, y Puello Fuentes, 2013).

Un modelo de gestión logística para pequeñas y medianas empresas en México debe ser distinto al de la gran empresa, básicamente debido a los recursos tecnológicos utilizados, el lenguaje, la estructura y la cultura bajo la cual operan. Presentan una metodología de gestión logística para el mejoramiento de pequeñas empresas e identifica cinco áreas de oportunidad: aprovisionamiento, almacenamiento, distribución, costos y servicio al cliente. Se propone herramientas de mejora logística en cada una de las áreas de oportunidad que conlleven a disminuir costos logísticos, pero no es un modelo integral (Cano, Orue, Martínez, y Mayett, 2015).

Revisión de Literatura

Se realizó una investigación documental mediante una revisión de literatura, realizando la búsqueda de las palabras “modelos logísticos” en bases de datos de carácter científico como: Redalyc, Scielo y Dialnet en donde se detectaron artículos de investigación científica y trabajos de investigación acordes con el tema; de igual manera se realiza la búsqueda en Google Académico, lo cual arrojó artículos y tesis en Repositorios, documentos de debate, artículos de memorias de congresos y páginas de gobierno como fue el caso de Gobierno del Estado de Chihuahua. Los artículos se analizaron considerando si han aplicado modelos logísticos para mejorar su funcionamiento y competitividad en el mercado, tal como se muestran en la Tabla 1:

Tabla 1. Modelos de Gestión logística v su aplicación.

Año del artículo	Autores	Modelo utilizado
2010	Carlos Garcés Ramírez	Modelo de entregas directas para la reducción de costos logísticos de distribución en empresas de consumo masivo. El artículo es un caso de aplicación de la teoría logística y de la administración de la cadena de abastecimiento. En el marco teórico-referencial el autor Garcés habla de la logística y cadena de suministros, lo subdivide en varios temas que va desde el origen, evolución histórica hasta el sistema logístico.
2014	Gabriela Vanessa Valle Latorre	Diseño de un modelo de gestión logística, de la empresa Megaprofer en la ciudad de Ambato, para mejorar los niveles de productividad, se aplicó una investigación bibliográfica obteniendo información científica de fuentes secundarias, dentro de las encuestas realizadas se pudo determinar que existe la necesidad de mejorar los procesos del área de logística.
2015	Patricia Cano Olivas, Fernando Orue Carrasco, José Luis Martínez, Yésica Mayett Moreno, Gabriel López Nava	Modelo para pequeñas y medianas empresas en México, los autores recolectaron información a través de encuestas aplicadas, presentaron un diseño que pudiera facilitar la administración integral y verificaron las variables consideradas en el modelo mediante el análisis estadístico multivalente.
2016	Diana Elizabeth Bedor Carpio	Modelo para la optimización del proceso de bodega de producto terminado en la empresa Industria Ecuatoriana de cables Incable S.A. de la ciudad de Guayaquil, se tenía la finalidad de proponer un sistema de almacenamiento para la optimización de los procesos desarrollados en la bodega de productos terminados.

Fuente: Elaboración propia.

Discusión

A lo largo del desarrollo de esta investigación, se analizó los diferentes tipos de modelos logísticos aplicados en las empresas. La revisión de estos modelos, ya analizados e interpretados se identificó el modelo logístico que las empresas más utilizan en Ciudad Juárez. El estudio está basado en la información recopilada. Existen varios modelos logísticos aplicados en empresas, en donde las diferentes áreas de trabajo buscan diseñar algún método o modelo para elevar su competitividad y economía.

Con estos tipos de modelos logísticos queda claro al final de la investigación que el modelo más utilizado por las empresas de Ciudad Juárez es el Supply Chain Operations Reference (SCOR), ya que ayuda a las empresas a mejorar su rendimiento referente a la cadena de suministro, se puede solucionar problemas para tener máxima de calidad en servicio a los clientes, para facilitar el lenguaje común en proveedores, se puede identificar riesgos de los diferentes eslabones de la cadena de suministro y optimizar la gestión del capital humano. Si existe un buen grado de infraestructura, se tiene mejor impacto positivo en los servicios logísticos.

Hay ciertos modelos logísticos que han tenido un buen funcionamiento, que durante los años se han aplicado mejorando su almacenamiento, transporte, compras, infraestructura, servicio al cliente y operaciones. Para tener un excelente funcionamiento no solo se necesita aplicar un modelo se deben de relacionar más factores para evaluar el desempeño y así facilitar el proceso de toma de decisiones, su organización, planificación y evolución. Por eso es muy importante la relación de la logística con las empresas, se debe de mantener un buen control de lo que pase, ya que puede afectar la economía de esta y la relación con los clientes.

Bibliografía

- + Acevedo Suárez, J., Gómez Acosta, M., López Joy, T., Acevedo Urquiaga, A. J., y Pardillo Baez, Y. (2010). Modelo de Referencia de Redes de Valor para un desarrollo sustentable. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, Vol. 1. No. 2. Pp. 29-49. Obtenido de: <https://doi.org/10.22490/21456453.903>. ISSN: 2141-6453
- + Aldana Bernal, J., y Bernal Torres, C. (2018). Factores blandos en la gestión de integración de las cadenas y/o redes de abastecimiento. *Información Tecnológica*, Vol. 29. No. 2. Pp. 103-114. Obtenido de: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000200103>. ISSN 0718-0764
- + Álvarez Medina, M. T., Moreno Velarde, S., y Chávez Rivera, M. (2013). El Balanced Scorecard, una herramienta para la planeación estratégica. Sonora, México: Profesores investigadores del Departamento de Contaduría y Finanzas. Obtenido de: https://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/documents/no66/17a-el_bsc_una_herramienta_para_la_planeacion_estrategicax.pdf
- + Bailón García, T. I., Romero López, R., Alvarado Iniesta, A., Romero González, J., y Guerrero Ávila, J. J. (2015). Factores logísticos que inciden en el aumento de la competitividad de las PyMES. No. 56. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Ciudad Juárez, Chihuahua. Obtenido de: <http://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/816>. ISSN: 2007-0411
- + Beltrán, J., Muñuzuri, J., Rivas, M. Á., y Martín, E. (2010). Modelo de evaluación de la gestión logística en empresas. XIV Congreso de Ingeniería de Organización, pp. 1129-1137. Obtenido de: <https://docplayer.es/8822334-Modelo-de-evaluacion-de-la-gestion-logistica-en-empresas.html>
- + Bedor Carpio, D. E. (2016). Modelo de gestión logística para la optimización del proceso de bodega de producto terminado en la Empresa Industria Ecuatoriana de cables INCABLE S. A., de la ciudad de Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Obtenido de: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/4549>
- + Bernal Segura, L. A. (2013). Modelo de ruteo para entregas de mercancías a clientes por terceros en sector retail. Bogotá, Colombia: Universidad Militar Nueva Granada. Obtenido de: <http://hdl.handle.net/10654/11605>
- + Bohorquez Vasquez, E. C., y Puello Fuentes, R. A. (2013). Diseño de un modelo de gestión logística para mejorar la eficiencia organizacional de la empresa Coralina & Pisos S.A. Corpisos S.A en el municipio de Turbaco Bolívar. Cartagena de Indias, Colombia: Universidad de Cartagena. Obtenido de: <http://hdl.handle.net/11227/468>
- + Cano, P., Orue, F., Martínez, J., y Mayett, Y. &. (2015). Modelo de gestión logística para pequeñas y medianas empresas en México. *Revista de Contaduría y Administración*, Vol. 60. No. 1. Pp. 181-203. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39533059008>. ISSN: 0186-1042
- + Cortés, P., Muñuzuri, J., y Román, C. (2006). Sistemas de gestión logística: Modelo de gestión y proceso de auditoría. X Congreso de Ingeniería de Organización. Valencia, España. Obtenido de: https://www.researchgate.net/publication/229031866_Sistemas_de_Gestion_Logistica_Modelo_de_Gestion_y_Proceso_de_Auditoria
- Fuentes, T., y Luna Cardozo, M. (2011). Análisis de tres modelos de planificación estratégica bajo cinco principios del pensamiento complejo. *Revista Digital de Investigación y Postgrado*, Vol. 1 No. 2. Pp. 1-17. Obtenido de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3895231>. ISSN-e: 2244-7393
- + Galvis Rueda, N., y Contreras Cárdenas, R. A. (2015). Propuesta para el diseño del sistema logístico en la empresa. Bogotá, Colombia: Universidad Sergio Arboleda. Obtenido de: <http://hdl.handle.net/11232/788>
- + Garcés Ramírez, C. D. (2010). Modelo de entregas di-

rectas para la reducción de costos logísticos de distribución en empresas de consumo masivo: aplicación en una empresa piloto de Caldas. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/3371>

+ Gobierno del Estado de Chihuahua. (2010). Plan estatal desarrollo 2010. Obtenido de http://transparencia.uach.mx/planeacion/plan_estatal_desarrollo_2010

+ Gómez Marín, C. G., Serna Urán, C. A., y Arango Serna, M. D. (2017). Modelos logísticos aplicados en la distribución urbana de mercancías. *Revista EIA*, Vol. 14. No. 28. Pp. 57-76. Escuela de Ingeniería de Antioquia. Envisado, Colombia. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/1492/149255960004.pdf>. ISSN: 1794-1237.

+ Kirby, C., y Brosa, N. (2011). La Logística como factor de competitividad en las Pymes de las Américas. Santo Domingo, República Dominicana: V Foro de Competitividad de las Américas para el Banco Interamericano de Desarrollo y el Compete Caribbean. Obtenido de: <https://publications.iadb.org/es/la-logistica-como-factor-de-competitividad-de-las-pymes-en-las-americas>

+ Peligros Espada, C. (2010). Análisis de la Evolución en la confianza de la Industria del Automóvil ¿Hemos llegado a la confianza Identificativa? *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la empresa*, Vol. 15. No. 2. Pp.143-158. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/2741/274120373003.pdf>. ISSN: 1135-2523

+ Pérez Lorences, P., y García Ávila, L. (2014). La construcción de un cuadro de mando integral de tecnologías de la información en una empresa. *Visión de Futuro*, Vol. 18. No. 2. Pp. 154-171. Universidad Nacional de Misiones. Misiones, Argentina. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/3579/357933895006.pdf>. ISSN: 1669-7634.

+ Ramírez Echeverri, S. (2010). Modelización de una cadena de abastecimiento (supply chain) para el sector textil-confección en el entorno colombiano. Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de:

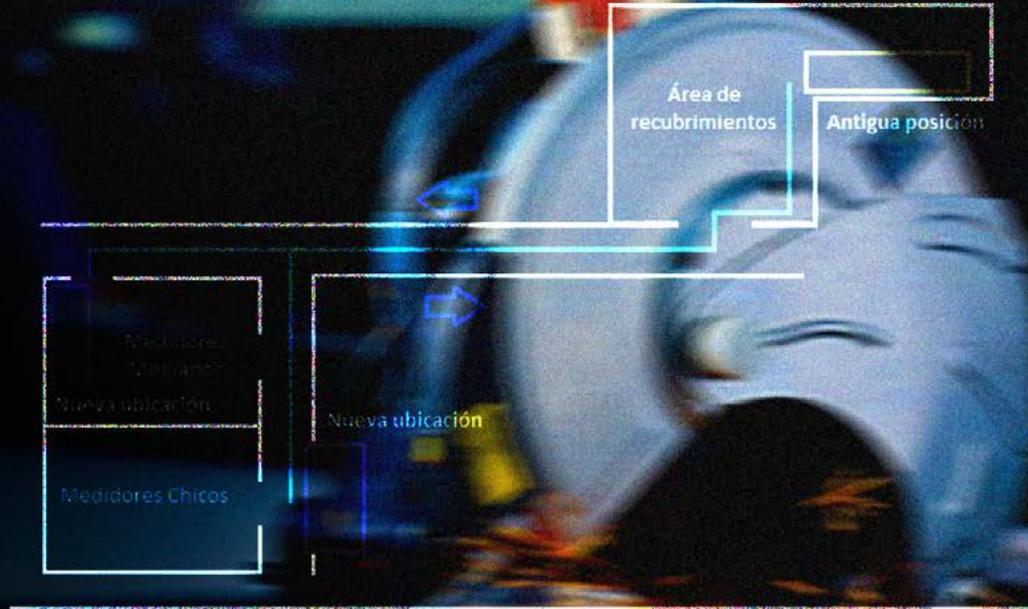
<http://bdigital.unal.edu.co/2001/>

+ Valle Latorre, G. V. (2014). Diseño de un modelo de gestión logística en la empresa Megaprofer S. A. de la ciudad de Ambato, para mejorar los niveles de productividad. Ambato, Ecuador: Escuela de administración de empresas. Obtenido de: <https://repositorio.pucesa.edu.ec/handle/123456789/932>

+ Velásquez Contreras, A. (2013). Modelo de gestión de operaciones para Pymes innovadoras. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, No. 47. Pp. 66-87. Universidad EAN. Bogotá, Colombia. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/206/20604705.pdf>. ISSN: 0120-8160

+ Vianchá Sánchez, Z. (2014). Modelos y configuraciones de cadenas de suministro en productos perecederos. *Ingeniería y Desarrollo*, Vol. 32. No. 1. Pp. 138-154. Universidad del Norte. Barranquilla, Colombia. Obtenido de: <https://www.redalyc.org/pdf/852/85230428009.pdf>. ISSN: 0122-3461

+ Wilson Adarme, J., Fontanilla Díaz, C., y Arango Serna, M. D. (2011). Modelos logísticos para la optimización del transporte de racimos de fruto seco de palma de aceite en Colombia. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, Vol. 21. No. 2. Pp. 89-114. Obtenido de: <https://doi.org/10.18359/rcin.272>. ISSN: 0124-8170



REDISEÑO DEL SISTEMA KANBAN EN UNA EMPRESA METAL MECÁNICA PARA REDUCIR EL TIEMPO DE ENTREGA

Artículo arbitrado 30

Edición 15

César Alejandro Domínguez Nava¹, Velia Graciela Guzmán Ruíz², Martha Patricia García Martínez³, Ramón Ontiveros Martínez⁴ y Rosa Ma Amaya Toral⁵

^{1,2,3,4,5} Tecnológico Nacional de México/
Instituto Tecnológico de Chihuahua II
Av. De las industrias # 11101, Complejo
Industrial Chihuahua.
Chihuahua, Chihuahua,
México, C.P. 31130.



cesar.dn@chihuahua2.tecnm.mx

Recibido: Septiembre 14, 2020.

Recibido en forma revisada: Octubre 9, 2020.

Aceptado: Octubre 13, 2020.

Resumen: Se desarrolla el presente estudio de caso en una empresa de giro metalmeccánico que manufactura válvulas de flujo y cuyo objetivo es el rediseño del sistema Kanban en el área de recubrimiento para reducir los tiempos de entrega al cliente. El diseño de la investigación consistió en cinco fases, la primera de ellas fue recopilar información del proceso utilizando bases de datos. La segunda y tercera fase fue el cálculo y el diseño del Kanban respectivamente, mientras que la cuarta fase consistió en darle entrenamiento al personal para el uso del nuevo Kanban. En la última fase se realizaron auditorías y mantenimiento al nuevo sistema. Se sabía que el tiempo de fabricación de un medidor de flujo en el área mencionada era de 6.5 días en promedio, gracias al rediseño del Kanban se logró reducirlo a 4.4 días logrando una reducción del tiempo de entrega del 32.3%. Entre otros beneficios está el rediseño de layout logrando una reducción del 75% en los tiempos de traslado, además de reducir significativamente las probabilidades de accidentes, ya que hay medidores que de acuerdo a su tamaño y peso hacen difícil su manipulación.

+ **Palabras clave:** Kanban, tiempo de espera, manufactura esbelta.

Abstract: The research described herein has been carried out in a metalworking company. The said company manufactures flow valves. The aim hereof is to redesign the Kanban system in the area of coa-

ting, in order to reduce delivery times. The research design consists of five stages. The first stage is designed to gather information about the process using databases. The second and third stages includes the calculation and design of the Kanban respectively. The fourth stage requires the personnel training, so they shall be able to use of the new Kanban. Finally, the last stage includes audits and maintenance of the new system. It was known the manufacturing time of a flow meter in the aforementioned area used to be 6.5 days on average. Nevertheless, given the redesign of the Kanban, the time has been reduced to 4.4 days achieving a 32.3% reduction in delivery time. The Layout redesign is among the most important benefits, thus it has been achieved a 75% reduction in transportation time. Moreover, potential risks have been significantly reduced, since there are measuring devices, which given their size and weight, are difficult to handle.

+ **Keywords:** Kanban, lead time, lean manufacturing.

Introducción

Desde los inicios de las operaciones industriales, las empresas han visto la necesidad de optimizar sus diferentes procesos con el objetivo de ser cada vez más competitivas y no quedar rezagadas en un mercado tan cambiante como lo es el actual. Es por ello, que surge la necesidad de satisfacer al cliente en todos los aspectos: tiempos de entrega, calidad, diseño, costos, entre otros. Con base en lo anterior este estudio opta por la utilización de una de las herramientas de manufactura esbelta, el sistema Kanban, ideal para la problemática existente en una empresa del giro metal mecánico. Dicha empresa se dedica a la manufactura de medidores de flujo que tienen la capacidad de medir desde agua hasta hidrocarburos, siendo sus principales clientes la industria de combustibles, nacionales e internacionales.

Problema de investigación

Por medio de un mapeo de flujo de valor se identificó el área con el mayor tiempo de entrega del proceso, siendo ésta el área de recubrimientos. El objetivo del estudio es rediseñar el sistema Kanban ya existente con el propósito de reducir el Lead time en dicho proceso y poder entregar al cliente su producto en un menor tiempo. Cabe destacar que las quejas de los clientes debido a los retrasos en las entregas eran significativas, teniendo como consecuencia penalizaciones.

Marco Teórico

Los orígenes del sistema Kanban

Los orígenes del método Kanban se remontan al inicio del Sistema de Producción Toyota, esto fue a finales de los años 40's e inicios de los 50's cuando Taiichi Onho desarrolló el sistema kanban para lograr controlar la producción entre procesos e implementar el sistema Justo a Tiempo. Originalmente, Toyota solía usar Kanban para reducir costos y determinar la utilización de las máquinas, sin embargo, hoy en día Toyota sigue usándolo no solo para el manejo del flujo de trabajo y la reducción de costos sino también para identificar obstáculos en los procesos y oportunidades de mejora (Gross y Mcinnis, 2003).

Definición de Kanban

De acuerdo a Krieg (2005), la palabra de origen japonés Kanban recibe una traducción al español de tablero, sin embargo y de acuerdo a diferentes autores también se traduce como tarjeta, ayuda visual, programación de la demanda, entre otros.

Comúnmente un Kanban, suele ser una etiqueta la cual contiene cierta cantidad de información que permite saber a los distintos usuarios todo lo necesario para la fabricación de uno o varios artículos, es decir, qué artículo hay que producir, en qué cantidades, cuándo, entre otros. La Tabla 1, muestra un ejemplo de una etiqueta Kanban.

Tabla 1. Ejemplo de etiqueta Kanban.

Etiqueta Kanban		
Modelo	xxxxxxx	Fecha:
Descripción	xxxxxxx	
Cantidad a fabricar	xxxxxxx	Tipo de Kanban:
Ubicación	Xxxxxxxx	
# de Kanban	Xxxxxxxx	

Dicha etiqueta junto con la ayuda de un tablero Kanban permiten saber a supervisores y demás personal cual es el estado de las líneas de producción. La Figura 2, presenta un ejemplo de tablero Kanban.

Tabla 2. Ejemplo de tablero Kanban.

Tablero Kanban				
Solicitado	Cantidad	En progreso	Calibración	Completado
Modelo 1	xxx	xxx		
Modelo 2	xxx			xxx
Modelo 3	xxx		xxx	

Diseño de la investigación

Esta investigación es un estudio de caso y constó de cinco fases:

1. Recopilación de la información
2. Cálculo del Kanban.
3. Diseño del Kanban.
4. Entrenamiento de personal.
5. Auditoría y mantenimiento.

Recopilación de la información

La investigación inicia con el análisis del archivo maestro de la empresa en cuestión, en el cual se encuentra la información referente a la demanda de los clientes en las distintas plantas a nivel mundial de los

últimos 3 años. Se clasificó y filtró la información para iniciar con el cálculo del Kanban. A partir de la información obtenida se desprendieron nuevas fuentes de información como el recubrimiento del medidor, el tipo de electrodo, el número de electrodos, el diámetro del medidor, el tipo de brida, la clasificación de la brida y, por último, la semana de producción de acuerdo al año fiscal. La Figura 1, muestra el esquema de la información necesaria para el Kanban.

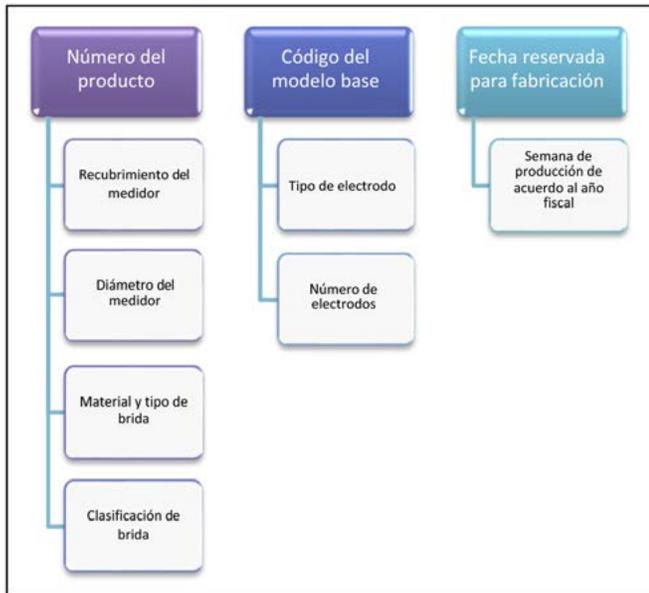


Figura 1. Esquema de información del Kanban.

Cabe mencionar que se toma un año fiscal de información para los distintos números de producto, donde además de lo anterior se obtiene información extra como la demanda anual, la demanda diaria, y el porcentaje de uso, con ello se realiza una clasificación de inventarios ABC, permitiendo descartar el 88 % de números de parte, es decir sólo el 12% de las partes se utilizan para el cálculo del Kanban.

Cálculo del Kanban

Se inicia el cálculo tomando en cuenta todos los diferentes recubrimientos que un medidor puede tener, para esto se analizan dos fórmulas distintas, las cuales fueron asignadas por el corporativo de dicha empresa. Las fórmulas son las siguientes:

$$\text{No. de Kanbans} = \frac{\text{Daily demand} \cdot (\text{Order Freq} + \text{Process Lead Time} + \text{Transit Time} + \text{Safety Time})}{\text{Container capacity}} \quad (1)$$

$$\text{No. de Kanbans} = \text{Std Deviation} \cdot \text{Service Level} \cdot \sqrt{\text{Lead Time}} \quad (2)$$

Una vez realizado el cálculo para cada uno de los diferentes recubrimientos con ambas fórmulas, se detectó que la variación entre una y otra no es estadísticamente significativa, por lo que se optó por dejar los cálculos obtenidos de la formula corporativa. Con un análisis más minucioso de la demanda, se tomó la decisión de no solo analizar el recubrimiento de poliuretano sino también PTFE, y Neopreno. La Tabla 3, muestra la cantidad de Kanban por tipo de recubrimiento.

Tabla 3. Resultados obtenidos del cálculo del Kanban.

MODEL	TIPO DE RECUBRIMIENTO		
	Poly	PTFE	Neoprene
1	3	5	3
2	2	2	2
3	3	2	2
4	5	3	1
5	2	2	1
6	4	3	1
7	2	2	1
8	5	4	1
9	3	2	1
10	3	1	1
11	6	2	1
12	6	2	1
13	2	2	1
14	4	2	
15	2	3	
16		1	
17		1	
18		1	
19		1	
20		1	
21		1	
22		1	
23		2	
24		1	
25		1	
26		1	
27		1	
28		1	

Fuente: Elaboración propia.

Diseño del Kanban

Esta fase inicia determinando la mejor zona para la ubicación del supermercado que contendrá los medidores calculados para el Kanban, por lo que se toma la decisión de ubicarlos dentro de las mismas células de manufactura lo cual reduciría drásticamente los tiempos de traslado. Además de categorizar a los medidores por tamaño lo que permite su manipulación con las herramientas adecuadas en cada célula de manufactura. La Figura 2, presenta el rediseño del layout para la ubicación de los Kanban.

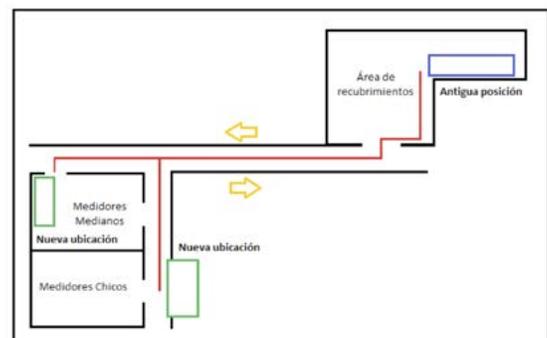


Figura 2. Rediseño de la reubicación del Kanban.

Debido a la alta cantidad de medidores comprendidos en el Kanban, se hizo evidente la compra de racks que permitan la correcta manipulación de los mismos, tomando en cuenta el peso, la dimensión, el espacio de pasillos, la ergonomía, entre otros. La Figura 3, muestra los estantes diseñados para colocar los medidores.



Figura 3. Estantes diseñados. Fuente: Elaboración propia.

Como etiqueta Kanban se optó por utilizar la orden de trabajo ya existente dentro de la empresa, la cual sufrió cambios como la incorporación de un sello y la utilización de hojas de color, indicando al operador que la orden de trabajo pertenece a un subensamble Kanban por lo que deberá de realizar el proceso establecido. Para esto, cada rack contiene una etiqueta equivalente a la orden de trabajo que permite saber al personal la ubicación de cada uno de los medidores (Figura 4).



Figura 4. Etiquetado de rack equivalente a la orden de trabajo.

Entrenamiento de personal

El entrenamiento se impartió al personal que tendría contacto directo e indirecto con el Kanban y se planeó hacerlo en una sesión, sin embargo, debido a la alta rotación del personal, el entrenamiento tomó tres sesiones. Se inició con el concepto de Kanban, su objetivo, funcionamiento, objetivo de implementación y finalmente en qué beneficios a usuarios y sobre todo al cliente.

Auditoría y mantenimiento

Cuando el Kanban se implementa en el piso de producción, se designa una persona para darle seguimiento diario y pueda comprobar que se esté llevando de manera correcta, en caso contrario, se realizan los ajustes pertinentes. También se coteja el inventario en piso con lo reflejado por sistema. El seguimiento ayuda a la creación del hábito del uso del Kanban en el personal involucrado ya que este sistema requiere de disciplina.

Además de un seguimiento diario, se establecieron juntas mensuales donde participa todo el personal involucrado con el fin de saber cuál ha sido su experiencia y aprovechar el espacio para el aporte de alternativas de mejora. Se acordó con los involucrados un análisis de la demanda de forma mensual para cerciorarse que la cantidad de medidores establecida no haya sufrido cambios y en caso de que así sea poder realizar la actualización del Kanban.

Resultados

Los resultados obtenidos se clasificaron en dos secciones basadas en las nueve operaciones del proceso. La primera sección inicia con la liberación de la orden de trabajo (allocation) por parte del departamento de Planeación hasta el recubrimiento del medidor (linning). La segunda sección continúa con el recubrimiento (linning) hasta el embalaje (packaging), lugar donde se da por terminado un medidor y el tiempo de producción se detiene. Al implementar el sistema Kanban se crea un supermercado en la operación de recubrimientos, por lo que un medidor considerado como Kanban, ya no iniciará su proceso desde el inicio, sino que comenzará a partir de recubrimientos ya que se cuenta con el subensamble.

Mediante la Figura 5, se muestran los valores obtenidos del tiempo de ciclo total, desde la operación allocation hasta packaging. Es decir, desde el inicio hasta el final del proceso. Mientras tanto, en la Figura 6, se observan los valores de la operación desde allocation hasta linning.

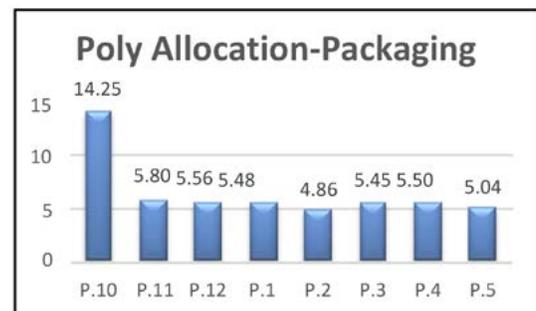


Figura 5. Tiempo de ciclo del poliuretano por periodo (Sección 1 + Sección 2).

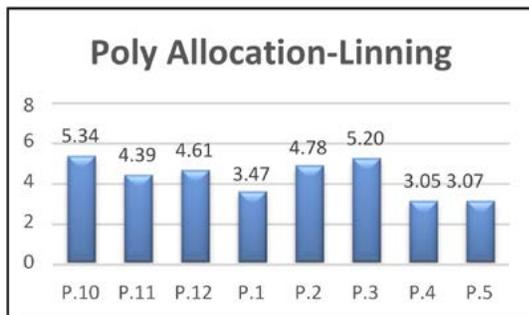


Figura 6. Tiempo de ciclo del poliuretano por periodo (Sección 1).

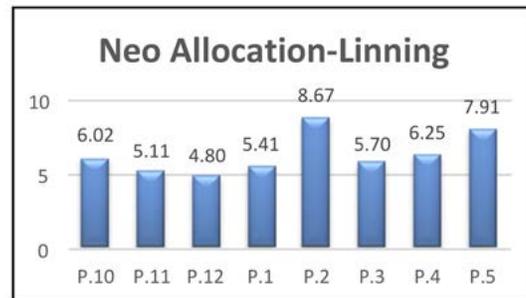


Figura 9. Tiempo de ciclo del neopreno por periodo (Sección 1).

Lo anterior lleva al análisis de que para poder determinar la efectividad del sistema Kanban es necesario realizar una diferencia entre el tiempo de ciclo total (allocation-packaging) y el tiempo de ciclo de la sección 1 (allocation-Linning). Al realizar la diferencia se obtiene un comportamiento que demuestra la reducción en promedio de los tiempos en la sección 2, esto en un 34.7 %, mostrando así por medio de la Figura 7, una disminución considerable en el tiempo de entrega.

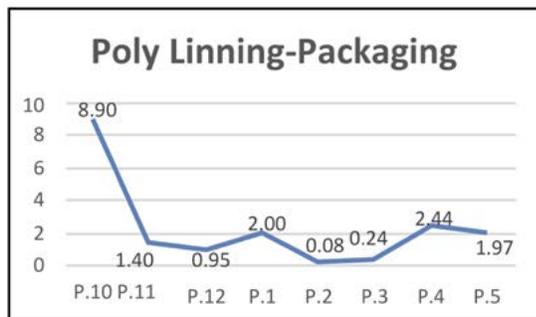


Figura 7. Reducción de tiempos de entrega al cliente (Sección 2).

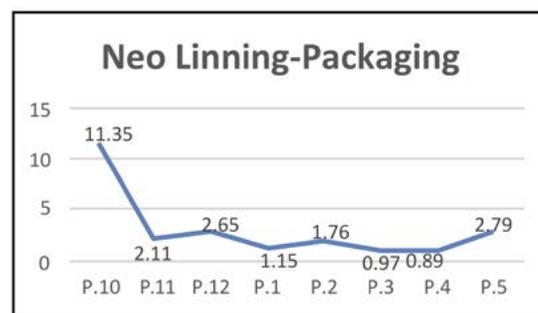


Figura 10. Reducción de tiempos de entrega al cliente (Sección 2).

Cabe destacar que para el recubrimiento de Neopreno la reducción fue del 32.2%, mostrando la información y resultados obtenidos mediante las Figuras 8,9,10.

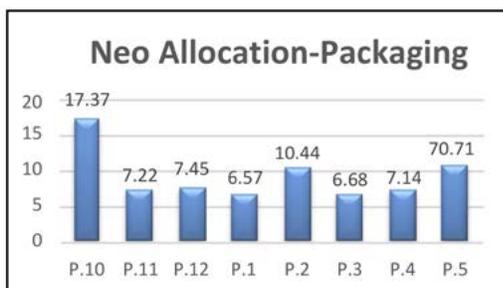


Figura 8. Tiempo de ciclo del neopreno por periodo (Sección 1 + Sección 2).

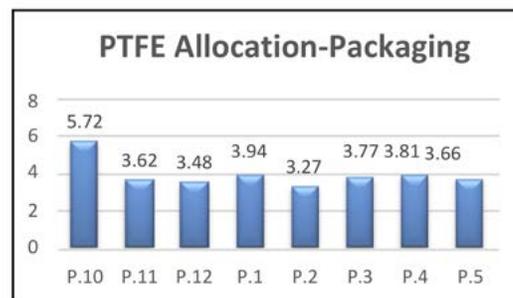


Figura 11. Tiempo de ciclo del PTFE por periodo (Sección 1 + Sección 2).

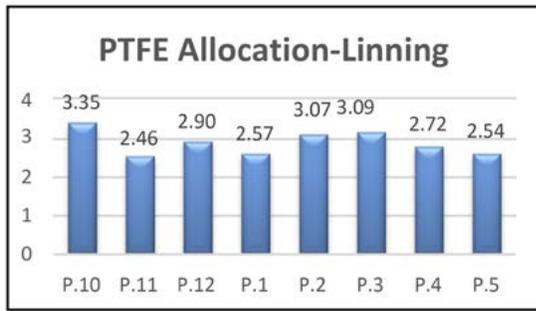


Figura 12. Tiempo de ciclo del PTFE por periodo (Sección 1).

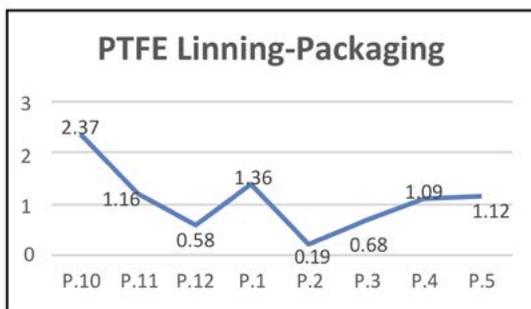


Figura 13. Reducción de tiempos de entrega al cliente (Sección 2).

Además de la reducción en los tiempos de entrega para cada uno de los polímeros es necesario mencionar que gracias al rediseño del layout se logra una reducción del 75% en los tiempos de traslado, además de reducir significativamente las probabilidades de accidentes, ya que hay medidores que de acuerdo con su tamaño y peso hacen difícil su manipulación.

Conclusiones

La implementación de Kanban puede llegar a ser muy sencilla y rápida, sin embargo, hay una serie de factores que pueden frenarla. Esta investigación tuvo una duración de un año y medio y en dicho periodo el sistema Kanban se interrumpió en tres ocasiones debido a una serie de cambios de orden ejecutivo, como el rediseño de las órdenes de trabajo y el intentar empatar el Kanban físico con el Kanban en sistema, ya que debido a movimientos fuera de lo establecido por el personal, las cifras dejaban de ser las mismas. Pese a todo lo anterior se demuestra que la implementación tuvo éxito y que los resultados fueron positivos. Cabe resaltar que la empresa decidió afrontar los costos de la implementación, los cuales llegan a superar aproximadamente los 60 mil dólares solo en generación de medidores para surtir el Kanban.

Bibliografía

1. Cimorelli, Steve (2013). *Kanban for the Supply Chain*. US: CRC Press Taylor y Francis Group. ISBN # 13: 978-1-4398-9550-4
2. Feld, William (2001). *Lean Manufacturing Tools, Techniques, and How To Use Them*. US: CRC. ISBN # 1-57444-297-X
3. Gross, John. Mcinnis, Kenneth (2003). *Kanban Made Simple Demystifying and Applying Toyota's Legendary Manufacturing Process*. US: Amacon. ISBN # 0-8144-0763-3
4. Hammarberg, Marcus., Sundén, Joakim, (2014). *Kanban in Action*. US: MANNING. ISBN # 9781617291050F
5. Krieg, George (2005). *Kanban-Controlled Manufacturing Systems*. Germany: Springer. ISBN # 3-540-22999-X
6. Rother, Mike. Shook, John (1999). *Learning to See Value Stream Mapping to add value and eliminate muda*. US: Lean Enterprise Institute. ISBN # 0-9667843-5-9
7. Sugimori, Y.; Kusunoki, K. y Cho, F. (1977). *Toyota production system and Kanban system Materialization of just-in-time and respect-for-human system*, *THE INTERNATIONAL JOURNAL OF PRODUCTION RESEARCH*, 15:6, 553-564, DOI: 10.1080/00207547708943149
8. Wilson, Lonnie (2010). *How to Implement Lean Manufacturing*. US: McGraw-Hill. ISBN #978-0-07-162508-1

GENERACIÓN Y USO DE HIDRÓGENO

PRODUCIDO MEDIANTE CELDAS FOTOVOLTAICAS COMO VECTOR ENERGÉTICO

Artículo arbitrado 31

Edición 15

Víctor Alfredo Nolasco Arizmendi¹, José Alberto García Melo² y Miguel Angel Cerón Cerón³

^{1,2,3}Universidad Tecnológica de Tula-Tepeji
Av. Universidad Tecnológica No. 1000.
El Carmen
Tula de Allende, Hidalgo, México,
C.P. 42830.



miguelangel.ceron@uttt.edu.mx

Recibido: Septiembre 14, 2020.

Recibido en forma revisada: Noviembre 5, 2020.

Aceptado: Noviembre 10, 2020.

Resumen: De acuerdo con lo reportado en el Renewable Status Report del año 2019, alrededor del 79% de la energía utilizada a escala global proviene de fuentes no renovables, estos datos demuestran una fuerte dependencia de fuentes energéticas base carbono, con los impactos ambientales que su uso conlleva. Esta preocupación ambiental ha propiciado la búsqueda de alternativas energéticas viables, siendo el hidrógeno una de las más prometedoras. El presente trabajo muestra el diseño de un electrolizador alcalino cuya fuente de alimentación proviene de celdas fotovoltaicas, se llevó a cabo el diseño del electrolizador considerando las variables cinéticas y termodinámicas involucradas en la reacción de descomposición del agua para la producción de hidrógeno, con base en la parametrización del dispositivo se obtuvo el punto de operación óptimo del sistema, lo cual permitió dimensionar el sistema fotovoltaico, la eficiencia obtenida fue de aproximadamente 58%, la cual se encuentra dentro del rango de eficiencias reportadas en la literatura (entre 42 y 80%).

+ **Palabras clave:** Electrolizador, energía renovable, hidrógeno.

Abstract: According to the Renewable Status Report 2019, 79% of the energy used on a global scale comes from non-renewable sources, these data show a strong dependence on carbon-based energy sources, with the consequent environmental impacts. This environmental con-

cern has led to the search for viable energy alternatives, among them, one of the most promising is hydrogen. In this work, the design of an alkaline electrolyzer whose power source comes from photovoltaic cells is presented, the design of the electrolyzer was carried out considering the kinetic and thermodynamic variables involved in the decomposition reaction of water for the production of hydrogen. Based on the parameterization of the device, the optimal operating point of the system was obtained, which allowed dimensioning the photovoltaic system, the efficiency achieved was approximately 58%, which is within the range of efficiencies reported in the literature between 42 and 80%.

✦ **Keywords:** *Electrocatalyst, renewable energy, hydrogen.*

Introducción

El potencial del hidrógeno como un vector energético no ha logrado un impacto del todo visible dentro de los sistemas energéticos debido a algunas barreras como los costos o la infraestructura requerida para su empleo, pese a esto el hidrógeno se perfila como un área de gran potencial para la sustitución de los combustibles base carbono empleados actualmente y que son una de las principales causas de la problemática ambiental actual [1],[2]. Actualmente la principal ruta de síntesis de hidrógeno a escala industrial es mediante reformado con vapor, utilizando gas natural como materia prima, sin embargo, este método no es sostenible debido a las características propias del proceso de producción puesto que el proceso utiliza combustibles fósiles [3]. En la actualidad el proceso industrial más simple para la producción de hidrógeno casi puro es mediante la electrólisis del agua, el cual se basa en el movimiento de electrones apoyados por la energía proporcionada por un circuito externo. La electrólisis de agua se puede clasificar actualmente en cuatro tipos de acuerdo con el electrolito que se emplea, las condiciones de operación y los agentes iónicos (OH^- , H^+ , y O_2), los cuatro tipos de metodologías para la electrólisis del agua son: la electrólisis alcalina, la electrólisis de óxido sólido, las celdas de electrólisis microbiana (MEC) y la electrólisis mediante membrana polimérica (PEM) [4]. La electrólisis alcalina utiliza una solución cáustica acuosa de entre un 20 y 30 % peso de $NaOH$ como electrolito, en la actualidad es la tecnología más empleada, la descripción de este proceso es mostrado en la Figura 1.

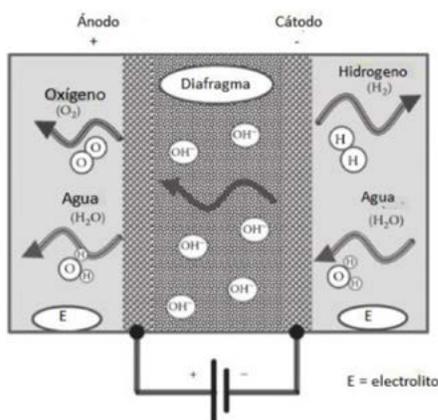
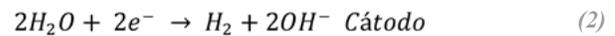
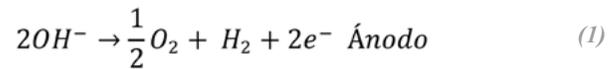


Figura 1. Descripción del proceso de electrólisis alcalina. Modificado de [5].

La celda está compuesta por dos electrodos separados por un diafragma empleado para evitar que el oxígeno y el hidrógeno producido vuelvan a recombinarse volviendo reversible la reacción, el diafragma debe ser fabricado de un material con alta estabilidad tanto química como física y además contar con una alta conductividad iónica, la temperatura típica de operación de un electrolizador básico es de 60 a 100 °C. Las reacciones que tienen lugar en la electrólisis básica se muestran en las Ecuaciones 1 y 2.



El hidrógeno y el oxígeno gaseosos, producidos en el cátodo y en el ánodo respectivamente, incrementan la resistencia de la celda reduciendo el contacto entre los electrodos y el electrolito, como consecuencia de ello, la resistencia se reduce. Durante el diseño de un electrolizador alcalino se debe considerar el máximo contacto entre los electrodos y el electrolito, dado que esta es una variable crítica del proceso. Las celdas alcalinas más avanzadas utilizan una configuración de banda cero, la cual reduce el impacto negativo de las burbujas de gas producidas y las pérdidas óhmicas, lo anterior debido a que reducen los espacios entre los electrodos. El principal inconveniente relacionado con la tecnología alcalina son los problemas asociados a la corrosión, la baja densidad de corriente y la producción limitada de hidrógeno en estos dispositivos debido a la difusión de gases a través del diafragma a carga parcial. Las presiones típicas de operación de estos dispositivos rondan entre 25 y 30 bar, aunque es posible encontrar dispositivos con presiones de operación de hasta 60 bar. La evaluación del rendimiento de un electrolizador es típicamente obtenida mediante la eficiencia de Faraday, definida como la relación que existe entre el flujo de hidrógeno producido en el electrolizador con respecto a la cantidad teórica calculada Ecuación 3:

$$\eta_F = \frac{F_{H_2 \text{ real}}}{F_{H_2 \text{ teórico}}} \quad (3)$$

Siendo $F_{H_2 \text{ real}}$ es el flujo de hidrógeno obtenido por el electrolizador y $F_{H_2 \text{ teórico}}$ el flujo de hidrógeno teórico requerido. El caudal de hidrógeno teórico puede obtenerse mediante la Ecuación 4.

$$F_{H_2 \text{ teórico}} = \frac{nI}{zF} \quad (4)$$

Donde n es el número de celdas del electrolizador, I es la corriente que atraviesa una celda del electrolizador, z es el número de electrones intercambiados en la reacción de la electrólisis de Faraday Ulleberg propone la Ecuación 5, para el cálculo de la eficiencia de Faraday [6].

Materiales y Métodos

Diseño del dispositivo

Para el diseño del electrolizador se determinó la construcción de un electrolizador alcalino bipolar, puesto que los electrolizadores alcalinos, de acuerdo con Bodner y colaboradores [8], son más económicos que sus contra-partes de membrana polimérica y con eficiencias considerables, además de que se ha determinado que la configuración del electrodo sea bipolar pues permite trabajar a bajas corrientes y con voltajes elevados, esta configuración permite trabajar mediante el modo de operación de una celda seca la cual es más eficiente y disminuye los problemas asociados con la corrosión. El primer paso para el diseño del electrolizador fue calcular la cantidad de hidrógeno necesario para calentar 1 Kg de agua desde 20 °C hasta 100 °C, lo anterior de acuerdo con la metodología propuesta por Hernández [9], el cálculo del calor necesario fue llevado a cabo mediante la Ecuación 6:

$$Q = m * ce * \Delta T \quad (6)$$

Donde Q es el calor necesario, ce es el calor específico del agua (4.187 KJ/Kg °C) y ΔT es la variación de temperatura, con base al resultado del calor necesario se calculó el flujo de diseño de hidrógeno con la Ecuación 7:

$$F_{H_2} = \frac{Q}{PC_{H_2}} \quad (7)$$

Donde F_{H_2} es el flujo de hidrógeno necesario para calentar el agua y PC_{H_2} es el poder calorífico del hidrógeno (120 MJ/kg), se consideraron unas pérdidas de un 25% sobre la cantidad de hidrógeno teórico, por lo que la cantidad de hidrógeno requerido se calculó a partir de la Ecuación 8:

$$F_{H_2 \text{ diseño}} = F_{H_2} * 1.25 \quad (8)$$

Según reporta Bessaravov et al [5], si por la celda circula un voltaje superior a 2.2 V se corre el riesgo con que el agua de la solución de electrolito comience a evaporarse, lo que conduce a un aumento de la concentración y por ende, la corrosión en la celda se acelera, por tanto si se considera este voltaje de celda como el límite, el número de electrodos puede calcularse con la Ecuación 9:

$$V = 2.2 V(n - 1) \quad (9)$$

$$\eta_F = f_2 * \frac{J^2}{J^2 + f_1} \quad (5)$$

Donde J es la densidad de corriente definida por la corriente entre el área de la celda, los factores f_1 y f_2 son dependientes de la temperatura, los valores de estos coeficientes reportados por Hug y colaboradores se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Valores de los coeficientes f_1 y f_2 reportados por la planta Hysolar [7].

T (°C)	40	60	80
f_1 (mA/cm ²)	150	200	250
f_2	0.990	0.985	0.98

La curva característica de un electrolizador alcalino es una curva empírica que modela la cinética de la reacción de electrólisis dentro del electrolizador, mediante esta curva se determinan los puntos de operación y puede observarse el efecto de los sobre-voltajes debido a las irreversibilidades propias del proceso electroquímico, la curva característica de un electrolizador se muestra en la Figura 2.

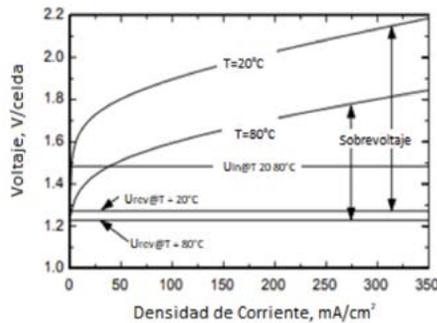


Figura 2. Curvas I vs V típicas para una celda de electrolizador a temperaturas altas y bajas [6].

Las tecnologías de energía solar para la producción electroquímica de hidrógeno a través de la electrólisis del agua son de gran interés en la actualidad. Estas tecnologías llamadas "hidrógeno solar" son capaces de captar energía solar y almacenarla de manera eficiente como hidrógeno para uso generalizado del agua y F es la constante cuando la demanda es alta, únicamente para aplicaciones estacionarias, como combustible de transporte móvil y como reductor para varias transformaciones químicas. Este espacio de aplicación complementa otros cubiertos por tecnologías alternativas que capturan la energía solar y generan electricidad (por ejemplo, energía fotovoltaica) o calor (sistemas termo-solares). El requisito mínimo para un sistema práctico de producción de hidrógeno, es que utilice energía solar para satisfacer los requisitos energéticos necesarios para llevar a cabo la reacción de electrólisis del agua, obteniendo como productos hidrógeno y oxígeno, este último en concentraciones por debajo del límite de inflamabilidad.

En cuanto al material se utilizó acero inoxidable 316L dado que, al ponderar las opciones de materiales, el acero inoxidable 316L ha mostrado ser más económico y según reporta la literatura es un material con una buena resistencia al ataque alcalino, la selección del material resulta crítica pues a partir de este puede establecerse la densidad de corriente necesaria para efectuar los cálculos para el tamaño de los electrodos. La geometría de los electrodos es una geometría octagonal, dado que en comparación con la geometría rectangular, la geometría octagonal ofrece una mejor área catalítica, aunque trae consigo un mayor desperdicio de material. El material seleccionado para el diafragma es nitrilo, los O rings se diseñan de tal forma que se acoplan a la geometría del electrodo y no impidan el flujo de gas ni de electrolito dentro de la celda, la función de este elemento será la separación entre las placas, este material cuenta con una gran resistencia a la corrosión de soluciones alcalinas de hasta un 50% en peso, además de una buena resistencia a la fatiga y a temperaturas moderadas.

Evaluación de las condiciones de operación

Las condiciones de operación fueron evaluadas variando los voltajes de alimentación a la celda en rango de entre 12 a 18 V, midiendo siempre los voltajes entre las placas de los electrodos y procurando que estos no sobrepasen un voltaje de 2.2 V con la finalidad de evitar problemas asociados a la evaporación de agua dentro de la celda electroquímica. En relación con la concentración de electrolito las concentraciones con las cuales se llevaron a cabo las mediciones experimentales fueron de un 20% peso, 15 % peso y 10 % peso, mediante los datos experimentales se determinó el voltaje más bajo y la concentración más baja de electrolito que permitan obtener un flujo de hidrógeno que satisfaga la demanda calculada. El dispositivo experimental para la toma de datos consistió en una fuente poder ajustable BK Precision 1671A 30V 5 A, el tanque de alimentación de electrolito es de un volumen de 2 L de polipropileno, un tanque burbujeador de polietileno el cual se llenó hasta la máxima capacidad con agua para llevar a cabo las mediciones de la producción de hidrógeno mediante volumen desplazado de agua. El electrolito fue preparado utilizando agua destilada con una conductividad eléctrica de $5 \mu S/cm^2$ con la finalidad de evitar problemas de incrustaciones con el uso a largo plazo según lo reportado en la literatura, el electrolito empleado fue NaOH grado técnico marca Azumex. El dispositivo experimental se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Dispositivo experimental para la parametrización de la celda de hidrógeno.

Construcción de la curva característica I-V del electrolizador

Para la construcción de la curva *I-V* del electrolizador diseñado se aumentaron los voltajes de operación proporcionados por la fuente BK Precision 1671A. Para el cálculo de la corriente que circula por los electrodos se utilizó el modelo matemático de [10], mostrado en la Ecuación 10:

$$V = V_{rev} + \frac{r}{A}I + s \log \left(\frac{t}{A}I + 1 \right) \quad (10)$$

Los coeficientes *r*, *s* y *t* evaluados, en función de la temperatura, pueden ser calculados mediante las Ecuaciones 11, 12 y 13.

$$r = 8.05 \times 10^{-5} - 2.5 \times 10^{-5}T \quad (11)$$

$$s = 0.185 V \quad (12)$$

$$t = 1.002 + \frac{8.424}{T} + \frac{247.3}{T^2} \quad (13)$$

Estas ecuaciones han sido obtenidas mediante la experimentación de Ulleberg con electrolizadores alcalinos, permitiendo contar con un modelo matemático para el cálculo de la corriente que circula por cada uno de los electrodos en función de la tensión aplicada a cada uno de ellos [6].

Dimensionamiento y caracterización del panel fotovoltaico

Mediante los datos obtenidos en la parametrización del electrolizador se determinó el voltaje y la corriente necesarios para la producción de hidrógeno en la celda electroquímica, se utilizan, para este proyecto dos paneles, de 12V y 0.56A cada uno de ellos, los paneles fueron conectados en paralelo, de esta forma se mantiene un voltaje de 12V, pero se obtiene una corriente de 1.12 A, suficiente para proveer la energía necesaria para la reacción de electrólisis. Una vez identificados los requerimientos de corriente y tensión que deberán proporcionar los paneles, se procedió a su caracterización, con la finalidad de obtener las curvas características IV y PV, especialmente, es necesaria la curva IV, puesto que mediante esta se determinaron los puntos de operación del dispositivo, la caracterización fue llevada a cabo mediante el software Matlab Simulink® y se muestra en la Figura 4.

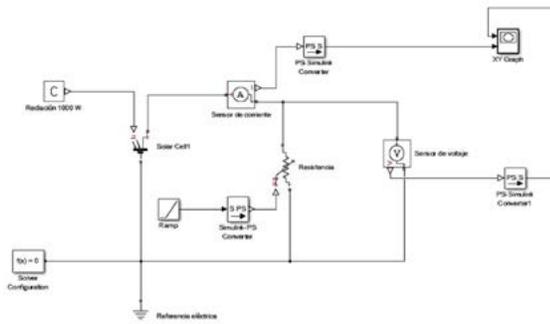


Figura 4. Diagrama de bloques en Simulink para la caracterización del panel solar.

Siguiendo la metodología propuesta por [11], los puntos de operación del dispositivo compuesto por el electrolizador y el panel solar se obtienen graficando las curvas IV de ambos, extrapolando mediante polinomios la curva IV del electrolizador con la finalidad de que intercepte a la curva IV del panel solar, la intersección entre ambas curvas es el punto de operación del dispositivo tal como se muestra en la Figura 5.

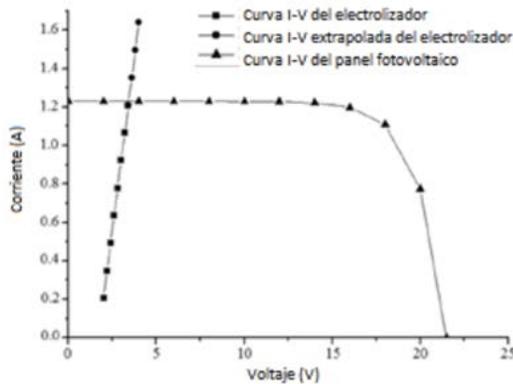


Figura 5. Gráfico de curva I-V del electrolizador y del panel fotovoltaico para la obtención del punto de operación [11].

Dimensionamientos de la batería del dispositivo

Se dimensionará una batería para almacenar la energía solar captada por las celdas fotovoltaicas, esto con el fin de proveer energía al electrolizador cuando la radiación solar sea insuficiente para su correcto funcionamiento. La batería es calculada mediante la Ecuación 14:

$$Ah \text{ nominal} = \frac{\text{requerimientos diarios de Wh} \cdot \text{días de autonomía}}{\% \text{ descarga de la batería} \cdot V \text{ de alimentación}} \quad (14)$$

Los requerimientos diarios son calculados mediante la Ecuación 15:

$$\text{requerimientos diarios de } W = P_e \cdot \frac{\text{horas de funcionamiento}}{\text{día}} \quad (14)$$

Donde P_e es la potencia requerida por el electrolizador bajo las condiciones de operación, las horas de funcionamiento del electrolizador se determinan en 4 horas/día con 1 día de autonomía.

Controlador de carga

Con la finalidad de proteger la batería del dispositivo de descargas y sobrecargas, se debe mantener siempre un control constante en la energía entregada por los paneles, se utiliza un controlador de carga del tipo modulación por ancho de pulso (PWM Pulse Width Modulation por sus siglas en inglés), este controlador de carga contiene en su interior un diodo que permite que los paneles trabajen bajo el mismo voltaje que la batería, lo anterior tiene como consecuencia que la energía a la entrada y salida del controlador sea la misma [12]. El uso del controlador de carga impide que los paneles trabajen en su punto de máxima potencia, siendo la batería la que impone la potencia en función del estado de carga en el que se encuentra, cabe mencionar que esto implica una pérdida de potencia que oscila entre un 20 a un 30 %. El controlador PWM permite que la batería se cargue de forma gradual, de acuerdo con los pulsos de tensión, de esta manera la corriente se suministra poco a poco hasta que la batería se cargue por completo.

Medidas de seguridad del dispositivo

Con la finalidad de mantener la integridad del usuario y del dispositivo se diseñó un tanque burbujeador de PVC, este componente cumple con tres propósitos, el primero de ellos es alimentar el electrolito al electrolizador, el segundo es proteger de un retroceso de la flama hacia el dispositivo y el tercero es la purificación del hidrógeno producido, dado que el agua arrastrada por el gas es absorbida por la solución de electrolito, el tanque burbujeador fue construido de PVC de 2.5 pulgadas y 22 cm de diámetro, se le colocaron dos válvulas de paso de 3/8 de pulgada para permitir la entrada y salida de electrolito, además de dos conexiones de 3/8 pulgada, una de ellas para permitir la entrada del gas procedente del electrolizador, esta entrada tendrá conectada una manguera para gas de 3/8 de pulgada, la cual deberá tener un largo suficiente para estar sumergida hasta un 75 % dentro del electrolito, se utilizó además una válvula de no retorno la válvula empleada es de 3/8 de pulgada modelo Ogo-V3/8, la carcasa de la válvula es de resina ABS, mientras que el diafragma está construido de silicona, con una longitud total de 43 mm, trabaja a presión de apertura de 0.5 Kpa y a una presión máxima de espalda de 0.3 Mpa.

Medición de la eficiencia del dispositivo

La eficiencia del dispositivo fue medida registrando el flujo real de hidrógeno producido con respecto al flujo de hidrógeno calculado, empleando para el cálculo la Ecuación 3. El flujo de hidrógeno real fue medido bajo el método del desplazamiento gaseoso calibrando un recipiente, el cual se encontraba lleno de agua, la salida de gas del electrolizador fue conectado al recipiente midiendo la cantidad de agua desplazada en función del tiempo, el volumen de agua desplazada es igual al volumen de hidrógeno que se produce en el electrolizador, la metodología es similar a la empleada en la parametrización del electrolizador

Resultados

Diseño del dispositivo

El flujo de hidrógeno, calculado mediante la Ecuación 7, fue de 1.7 mol/min, este resultado fue obtenido considerando pérdidas de calor disipado a los alrededores de 25 %. Mediante el voltaje de operación se obtuvo el

número de placas totales, tomando en cuenta que el voltaje mínimo debe ser superior a 2.2 V, se calculó un total de electrodos de 22, los cuales fueron colocados mediante la siguiente configuración:

-NNNNNN+NNNNNN-NNNNNN+

El dispositivo fue montado mediante una configuración de tándem, colocando un O'ring, y una placa alternadamente, para unir las placas se utilizaron tornillos de 1 pulgada y 15 cm de largo, esta pieza además permite que se alimente la fuente de voltaje, se utilizaron placas de acrílico en cada extremo del electrolizador, el armado del dispositivo se muestra en la Figura 6. Los resultados de la parametrización del dispositivo empleado se reportan en la Tabla 2 y en la Figura 7.



Figura 6 Montaje del dispositivo.
Fuente: Elaboración propia.

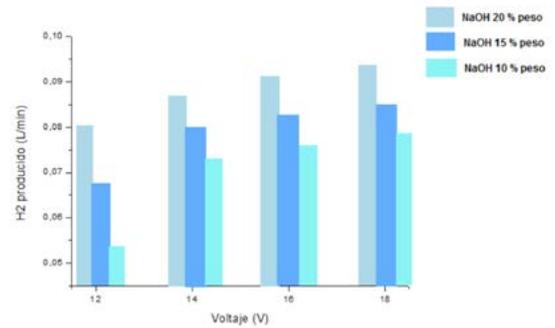


Figura 7. Resultados experimentales de la parametrización de la celda electroquímica. Fuente: Elaboración propia.

Los resultados demuestran puede operar el dispositivo a una tensión de 12V, aunque deba utilizarse una concentración relativamente alta de NaOH, se seleccionaron 12V debido a que este valor de tensión no causa evaporación del electrolito y permite trabajar a temperaturas no tan elevadas.

Curva característica del electrolizador

Utilizando los voltajes experimentales reportados en la Tabla 2 y la Ecuación 9, se calcularon los valores de la corriente que circula a través de cada electrodo, mediante los valores de tensión y corriente se obtuvo la curva característica del electrolizador, la cual se muestra en la Figura 8.

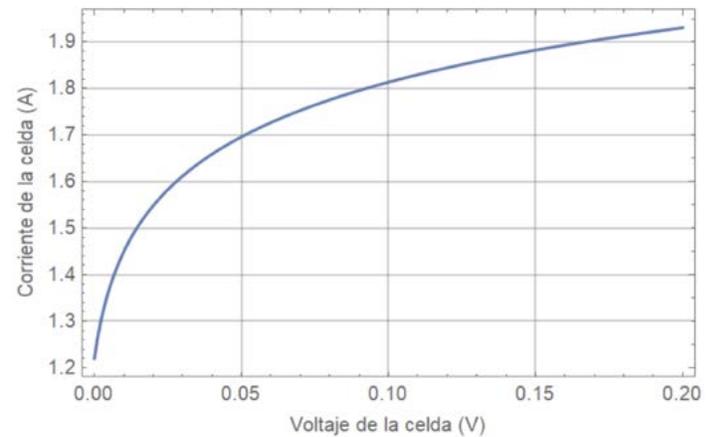


Figura 8. Curva característica I-V del electrolizador. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Resultados experimentales de la parametrización de la celda electroquímica.

Voltaje (V)	Concentración de NaOH (% peso)	H ₂ producido (L/min)
12 V	20	0.080
	15	0.068
	10	0.053
14 V	20	0.086
	15	0.079
	10	0.071
16 V	20	0.090
	15	0.812
	10	0.741
18 V	20	0.092
	15	0.083
	10	0.076

Fuente: Elaboración propia.

Caracterización del panel fotovoltaico

De acuerdo con los resultados de la parametrización, fueron necesarios dos paneles fotovoltaicos de 12 V y 10 watts de potencia cada uno, los paneles fueron conectados en paralelo, de acuerdo con los datos técnicos del fabricante, la corriente entregada por cada uno de los paneles es de 570 mA, por lo que la corriente total con la conexión de los dos paneles en conexión en paralelo es de 1.14 A, los paneles fotovoltaicos son del mismo modelo para evitar caídas de tensión y cortocircuitos, los paneles fueron proporcionados por ENESOL® las características técnicas de los paneles (Tabla 3).

Tabla 3. Datos técnicos de los paneles fotovoltaicos.

Potencia máxima	10 Watts
Voltaje a máxima potencia	17.4 V
Amperaje	0.57 A
Voltaje a circuito abierto (Voc)	21.6 V
Corriente a corto circuito (Isc)	0.63 A
Dimensiones	365x240x25 mm
Peso	1.5 Kg
Temperatura ambiente	-40 a 80 °C

Fuente: Elaboración propia.

Utilizando estos datos fue obtenida la curva característica I-V de los paneles mediante el software Matlab-Simulink®, la curva característica I-V (Figura 9).

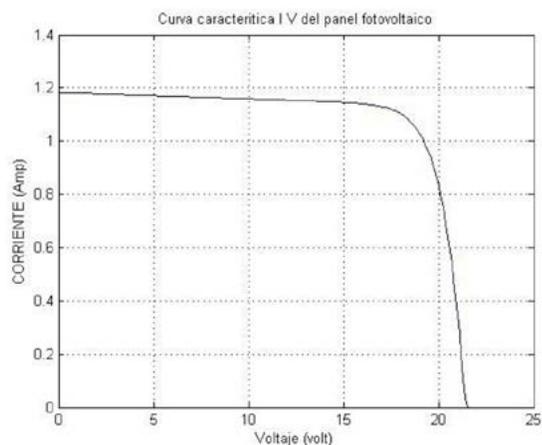


Figura 9. Curva característica I-V de los paneles fotovoltaicos.

Fuente: Elaboración propia.

Obtención del punto de operación del sistema

De acuerdo con Fátima Palhares [11] el punto de operación del sistema es aquel donde ocurre la intersección de las curvas características I V tanto del panel solar como del electrolizador, en este caso hubo necesidad de llevar a cabo una extrapolación con base en los datos corriente vs voltaje del electrolizador para lograr la intersección de las curvas, el punto de operación, de acuerdo con los datos experimentales es 3.45 V y 1.14 A, la ubicación del punto de operación (Figura 10).

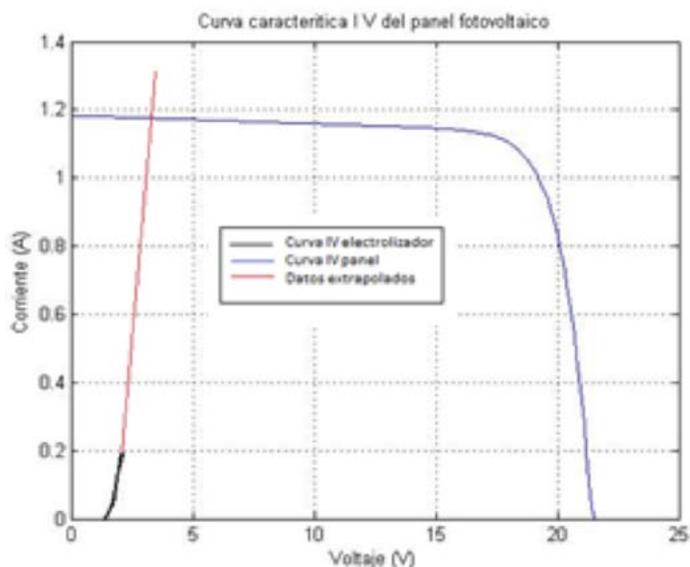


Figura 10. Ubicación del punto de operación óptimo del dispositivo.

Fuente: Elaboración propia.

Dimensionamiento de la batería del dispositivo y controlador de carga

De acuerdo a los resultados de la parametrización y del punto de operación óptimo del electrolizador se obtuvo un consumo de potencia de 13.2 Watt, utilizando la ecuación (14) los requerimientos diarios de Wh son 52.8 y mediante la ecuación (13) los amperios hora nominales son 6.2, por lo que la batería indicada es una batería de 12 V y 7Ah. La batería utilizada es una batería recargable de 12 voltios, 7 Ah marca Epcom®, la cual permite descargas de corriente graduales con el tiempo. Para el dispositivo presentado en este trabajo se seleccionó un controlador de carga PWM, si bien en la literatura se menciona que una desventaja de este tipo de controladores es que deben ser seleccionados en función de la tensión de los paneles, limitando su uso para voltajes de operación de paneles fotovoltaicos diferentes de 12 y 24 V, en este caso esto no representa ningún problema pues el voltaje de operación del sistema fotovoltaico es de 12 V con una corriente de 1.1 A, por lo que el controlador PWM deberá ser un controlador para 12 V y para soportar una carga superior a 2 A para evitar dañar el controlador, se utilizó un controlador de carga PWM marca Solar® modelo RTD-10 A para proteger a la batería de daños por sobrecarga.

Armado del dispositivo

La conexión del dispositivo fue llevada a cabo en dos secciones: la sección eléctrica y la de producción de gas. La conexión de la parte eléctrica el electrolizador fue conectado al tanque alimentador/purificador. El electrolizador diseñado (Figura 10).



Figura 11. Electroizador alcalino diseñado.

Eficiencia del dispositivo

La medición de hidrógeno producido por el sistema mediante la metodología de volumen desplazado fue llevada a cabo por triplicado obteniéndose un valor de 10.5 ml/min, la temperatura ambiente el día que fue efectuada la medición fue de 18 °C y bajo una presión de 1 atm, considerando comportamiento ideal el flujo volumétrico de hidrógeno teórico se calculó mediante la Ecuación 4, obteniendo un flujo de hidrógeno teórico de 1.25×10^{-5} mol/seg, el flujo real obtenido, considerando las condiciones de presión y temperatura el día de las mediciones fue de 7.33×10^{-6} mol/seg, por lo utilizando la Ecuación 3, se obtuvo una eficiencia de 58.48 %. De acuerdo con lo reportado por Lerma y colaboradores, la eficiencia de los electroizadores alcalinos actualmente se encuentra en un rango entre 47 a 82 %, por lo que la eficiencia del dispositivo se encuentra en la media de este rango, además de que el comportamiento del dispositivo concuerda con lo reportado en la literatura, donde la pérdida de eficiencia es causada por la generación de calor dentro de la celda electroquímica, luego de cierto tiempo de uso el dispositivo aumenta su temperatura, sin embargo, no lo suficiente para requerir un sistema de enfriamiento adicional (lo cual implica el aumento de costos) [13].

Discusión

En cuanto al diseño del dispositivo, debe verificarse que la cantidad de electrodos sea suficiente para evitar que circule una tensión eléctrica entre 1.2 y 2.2 V, si la tensión es menor a 1.2 V la reacción se vuelve reversible afectando la producción de hidrógeno, por otra parte, si el voltaje es superior a 2.2 V el dispositivo es más propenso a la corrosión, esto demuestra que el número de electrodos influye en gran medida en el rendimiento del dispositivo y la vida útil de mismo. La parametrización permitió elegir la concentración más adecuada de electrolito, en este caso los resultados muestran que al utilizar electrolito en concentraciones altas se obtiene un mayor flujo de hidrogeno, sin embargo, debe ponderarse que altas concentraciones de electrolito traen consigo problemas asociados a la corrosión, en este caso se eligieron concentraciones de electrolito medias, sacrificando la producción de hidrógeno para prolongar la vida útil del equipo. Además de permitir tomar una decisión sobre la concentración de electrolito, la parametrización fue un paso fundamental para determinar el voltaje requerido para la reacción y con base en los resultados de laboratorio diseñar el sistema fotovoltaico, para el dispositivo utilizado en el presente trabajo, la tensión necesaria es pequeña, de apenas 12 V, lo cual permite que el dispositivo opere entre

rangos de voltaje recomendados.

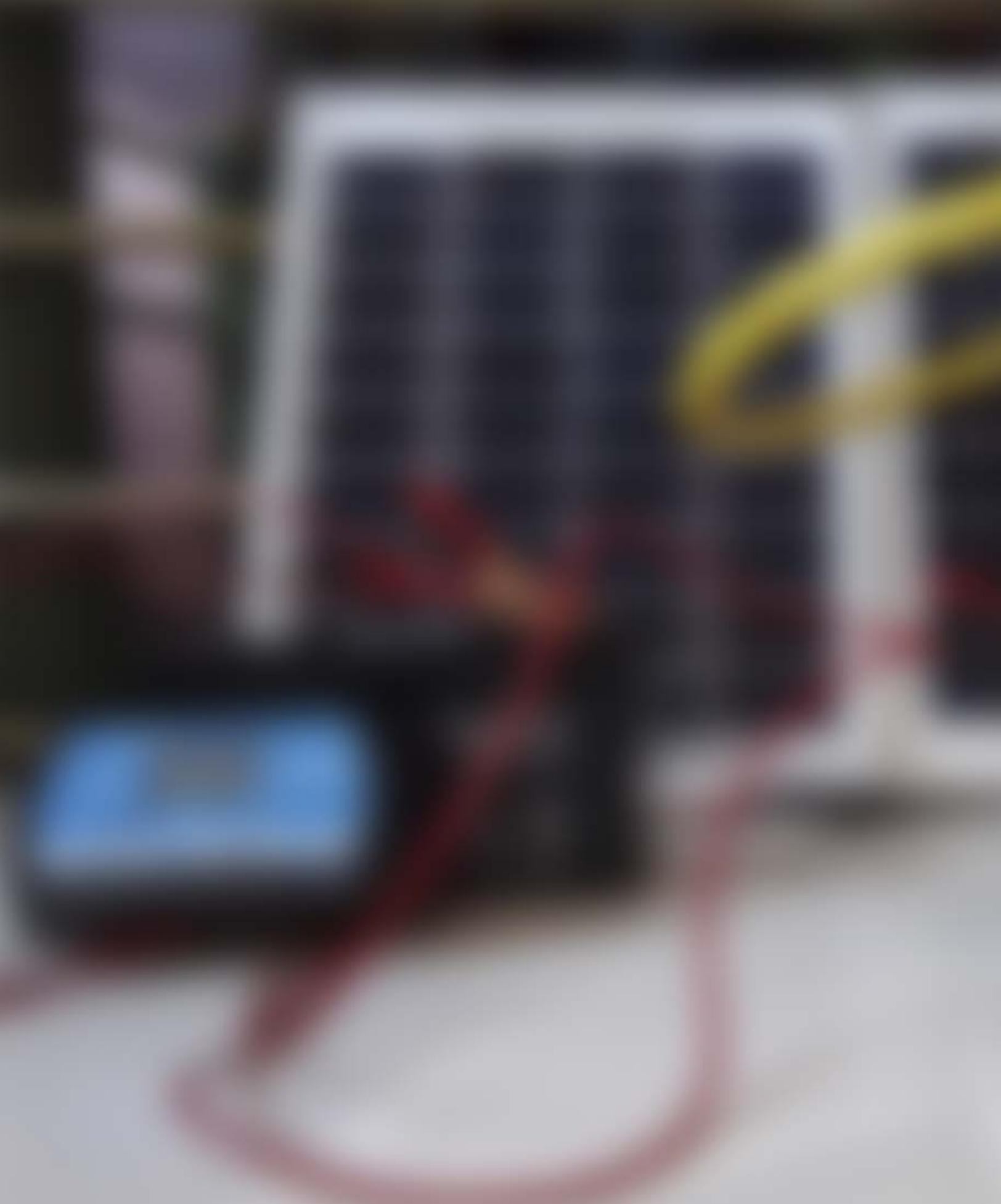
Con base en los resultados de los puntos de operación del electroizador, la Figura 10, puede notarse que el electroizador opera bajo la corriente ideal, alrededor de 1.1 A, sin embargo, la tensión óptima se encuentra por arriba de la tensión de trabajo por cada electrodo (1.8 V aproximadamente), el utilizar una tensión de 3.45 V implica operar sobre el voltaje recomendado para un electroizador (2.2 V en cada electrodo), esto conlleva a la reducción del tiempo de vida útil del dispositivo debido a los problemas de corrosión por concentración del electrolito, en este sentido, se opta por operar con un voltaje por debajo del óptimo, aunque esto implique una menor producción de hidrógeno. Habrá que mencionar que el enfoque de este trabajo no toca lo relativo a la optimización de los electroizadores alcalinos, en este sentido existen retos futuros acerca del estudio de materiales diferentes para los electrodos y la optimización del área catalítica con lo cual es posible aumentar la eficiencia del dispositivo e inclusive el uso de electrolitos menos corrosivos y más económicos (como el Bicarbonato de Sodio).

Conclusiones

Durante el desarrollo del presente trabajo se plantea el diseño de un dispositivo capaz de producir hidrógeno mediante la electrólisis del agua, evaluando para el diseño del dispositivo los requerimientos energéticos y químicos. La eficiencia entregada por el dispositivo es de 58 %, lo que, de acuerdo con las fuentes bibliográficas consultadas, se encuentra dentro del rango de las eficiencias de electroizadores tanto comerciales como en desarrollo. La parametrización química permite evaluar tres tipos de electrolitos, bicarbonato de sodio, hidróxido de potasio e hidróxido de sodio, demostrando la producción de hidrógeno utilizando bicarbonato sódico es muy baja, a pesar de lo ventajoso que resulta el uso de esta sal básica en cuestión de corrosión del dispositivo, el bajo rendimiento hace concluir que el proceso sería poco eficiente con el uso de este electrolito, hablando del hidróxido tanto potásico como Sódico no presenta una diferencia significativa en cuestiones de producción de gas, no así en la cuestión de acceso y precio, tomando la decisión de utilizar hidróxido de sodio como electrolito dada su abundancia en el mercado y su bajo costo. Las necesidades energéticas son cubiertas mediante el uso de un sistema fotovoltaico, la elección de estas partes del dispositivo provino de la parametrización, de esta manera se evita el contar con un sistema de potencia mayor al necesario, lo que implica un mayor costo de adquisición, además se disminuye la vida útil del equipo, dado que un voltaje mayor al requerido traería consigo la elevación de la concentración de electrolito dentro del electroizador por la evaporación de agua.

Símbolos

<i>Ah:</i>	Amperio hora
<i>I:</i>	Corriente
<i>mm:</i>	milímetro
<i>V:</i>	Voltaje
<i>Wh:</i>	Watt hora



Bibliografía

1. REN 21. (2020). *Renewable Global Status Report*. Obtenido de http://www.ren21.net/wp-content/uploads/2018/06/17-8652_GSR2018_FullReport_web_final_.pdf
2. Nikolaidis, P. y Poullikkas, A. (2017). *A comparative overview of hydrogen production processes*. *Renewable and sustainable energy reviews*, 67, 597-611.
3. Ni, M.; Leung, M.; Sumathy, K. y Leung, D. (2006). *Potential of renewable hydrogen production for energy supply in Hong Kong*. *International Journal of Hydrogen Energy*, 31(10), 1401-1412.
4. Kumar, S. y Himabindu, V. (2019). *Hydrogen Production by PEM Water Electrolysis—A Review*. *Materials Science for Energy Technologies*.
5. Bessarabov, D.; Wang, H.; Li, H. y Zhao, N. (2016). *PEM electrolysis for hydrogen production: principles and applications*. CRC press.
6. Ulleberg, Ø. (2003). *Modeling of advanced alkaline electrolyzers: a system simulation approach*. *International journal of hydrogen energy*, 28(1), 21-33.
7. Hug, W.; Divisek, J.; Mergel, J.; Seeger, W. y Steeb, H. (1992). *Highly efficient advanced alkaline electrolyzer for solar operation*. *International journal of hydrogen energy*, 17(9), 699-705.
8. Bodner, M.; Hofer, A. y Hacker, V. (2015). *H₂ generation from alkaline electrolyzer*. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, 4(4), 365-381.
9. Hernández Portillo, Y. (2016). *Sistema generador de calor implementando hidrógeno como vector energético*. Chiapas, México: Centro de Investigación y Desarrollo en Energías Renovables.
10. Griesshaber W, Sick F. (1991). *Simulation of Hydrogen–Oxygen–Systems with PV for the Self-Sufficient Solar House*. FhG-ISE, Freiburg im Breisgau.
11. De Fátima Palhares, D. y Vieira, L. Damasceno, J. (2018). *Hydrogen production by a low-cost electrolyzer developed through the combination of alkaline water electrolysis and solar energy use*. *International Journal of Hydrogen Energy*, 43(9), 4265-4275.
12. Paipa, E.; Serrano, M. y Mora, S. (2018). *Controlador de carga PWM eficiente y de bajo costo para sistemas fotovoltaicos autónomos*. *Respuestas*, 23(S1), 6-13.
13. Félix Lerma, M.; Contreras, J.; González, R. y Guzmán, J. (2018). *Diseño de electrolizador con eficiencia óptima para la generación de hidrógeno industrial*. Instituto Tecnológico Superior de Mascota, Mascota, Jalisco, México.

ANÁLISIS DE ABSORCIÓN DE TURBOSINA EN FIBRA DE VIDRIO CON RECUBRIMIENTO HIDROFÓBICO

Artículo arbitrado 32

Edición 15

Enrique Suárez López¹, Manuel Alejandro Lira Martínez², Delfino Cornejo Monroy³, Alfredo Villanueva Montellano⁴, Marianggy Del Carmen Gómez Ávila⁵ y Manuela Alejandra Zalapa⁶

^{2,3,4,5,6}Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

¹Licenciatura en Ingeniería Aeronáutica UACJ

Av. del Charro, no. 450 Norte, Colonia Partido Romero Ciudad Juárez, México, C.P. 32310



manuel.lira@uacj.mx

Recibido: Septiembre 14, 2020.

Recibido en forma revisada: Noviembre 10, 2020.

Aceptado: Noviembre 13, 2020.

Resumen: En la presente investigación se realizan estudios de absorción combustible Jet A1 en material compuesto de fibra de vidrio con resina 1) poliéster 2) vinil-éster y 3) epoxi con recubrimiento hidrofóbico de SiO₂ para utilizarse como tanque de combustible en una aeronave ultraligera que está en desarrollo. Las probetas son sumergidas en intervalos de 24, 48 y 72 horas respectivamente en combustible Jet A1 y se mide la ganancia de peso. Posterior a esto se efectúan ensayos de tensión para verificar si el recubrimiento altera las propiedades de resistencia a la tensión. Los resultados fueron favorables para las probetas con resina vinil-éster y epoxi al no presentar absorción de humedad.

+ Palabras clave: Turbosina, jet A1, recubrimiento hidrofóbico, material compuesto, fibra de vidrio.

Abstract: In this research, Jet A1 fuel absorption studies are carried out in a fiberglass composite material with 1) polyester 2) vinyl ester and 3) epoxy resins with SiO₂ hydrophobic coating to be used as a fuel tank in an ultralight aircraft that is under development. The specimens are immersed at intervals of 24, 48 and 72 hours respectively in Jet A1 fuel and the weight gain is measured. After this, tension tests are carried out to verify if the coating alters the properties of resistance to tension. The results were favorable for the specimens with vinyl-ester and epoxy resin as they did not present moisture absorption.

+ **Keywords:** *Jet fuel, jet A1, hydrophobic coating, composite, fiber glass.*

Introducción

Las aeronaves cada vez utilizan más materiales compuestos y sustituyen a los metales, debido a que tienen mejores propiedades mecánicas, mejor resistencia a la corrosión y, sobre todo, tienen una densidad menor. Por ejemplo, la densidad del Duraluminio (Al2024) es de 2.7 g/cm³, en comparación con la fibra de carbono que es de 1.8 g/cm³ (Stuppenengo, F. 2011). Pero los materiales compuestos no están exentos de problemas. Los principales problemas ambientales son los que involucran la temperatura, la humedad, la radiación y algunos productos químicos. Por ejemplo, la absorción de humedad puede producir:

- Hinchamiento de la intercara fibra-matriz y creación de tensiones residuales.
- Delaminación.
- Fractura de la intercara fibra-matriz.
- Modificación del estado tensional local y la formación de microgrietas (Liao K. Schultheisz, 1998).

Esta absorción puede generarse debido a difusión gobernada por la ley de Fick a través del volumen libre del polímero, difusión favorecida por el hinchamiento del polímero y/o por el fenómeno osmótico debido a la presencia de microporos, grietas y otros defectos en el polímero (O'Brien, 1993).

Debido a esto, el material suele deteriorarse en condiciones de humedad y los componentes del avión al estar en constante contacto con estas condiciones sufren mucho de sus consecuencias. (Ramadan, Y., 2013). Una posible solución podría ser un recubrimiento en los materiales compuestos con propiedades hidrofóbicas, lo cual podría evitar la absorción de la humedad por parte del material.

Actualmente se está diseñando una aeronave ultraligera en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y se pretende realizar la aeronave con el mayor porcentaje de material compuesto que sea posible, sin descuidar sus propiedades mecánicas. En la presente investigación se analiza la aplicación de material compuesto en diferentes matrices poliméricas, que son de resina poliéster, vinil-éster y epoxi para el tanque de combustible de la aeronave. El combustible es de turbosina Jet A-1 y su ubicación será en la caja de torsión de ambas semialas. El material no debe tener absorción de combustible y es por ello que se hace uso de un recubrimiento hidrofóbico de óxido de silicio (SiO₂) en el material.

Metodología

Se efectuaron las probetas de material compuesto de fibra de vidrio con matriz polimérica con diferentes condiciones que se presentan a continuación en la tabla 1. Las probetas fueron hechas con fibra de vidrio E Glass Saertex 830 biaxial con 1) Resina poliéster Reichhold Polytile 33172-00, 2) Resina vinil éster Derakane 411-350 PA y 3) Re-

sina epoxi West System 105.

Se aplicó a las probetas de la Tabla 1, (donde se hace mención recubrimiento "si") 7 capas de recubrimiento hidrofóbico de nanopartículas SiO₂ con tetraetil ortosilicato (TEOS, grado analítico, de Fluka), hidróxido de amonio (NH₄OH, 28-30% como NH₃, de Sigma-Aldrich), metanol, etanol y butanol (de J. T. Baker) (Cornejo-Monroy, 2009). El tiempo de secado fue de 24 horas. Después del tiempo de secado, el ángulo de contacto fue determinado al colocar gotas de agua en las probetas a través del software ImageJ.

Las probetas fueron sumergidas por 24, 48 y 72 horas respectivamente en turbosina Jet A1. Posteriormente las probetas fueron secadas en una campana de extracción por 24 horas y pesadas, los resultados fueron promediados.

Por último, ensayos de tensión fueron realizados a todas las probetas de la tabla 1 en una máquina universal Sintech 20/D en base a la norma ASTM D412 – 98a R02 (ASTM. 1998), los resultados dentro de cada clasificación a la Tabla 1, fueron promediados.

Tabla 1. Matriz de experimentación.

Cantidad	Matriz polimérica	Recubrimiento	Tiempo de sumersión (horas)
5	Poliéster	No	0
5	Poliéster	Si	0
5	Poliéster	No	24
5	Poliéster	Si	24
5	Poliéster	No	48
5	Poliéster	Si	48
5	Poliéster	No	72
5	Poliéster	Si	72
5	Vinil-éster	No	0
5	Vinil-éster	Si	0
5	Vinil-éster	No	24
5	Vinil-éster	Si	24
5	Vinil-éster	No	48
5	Vinil-éster	Si	48
5	Vinil-éster	No	72
5	Vinil-éster	Si	72
5	Epoxi	No	0
5	Epoxi	Si	0
5	Epoxi	No	24
5	Epoxi	Si	24
5	Epoxi	No	48
5	Epoxi	Si	48
5	Epoxi	No	72
5	Epoxi	Si	72

Fuente: Elaboración propia.

Resultados

Verificación de propiedades hidrofóbicas en el material

El ángulo de contacto del material fue determinado al colocar gotas de agua sobre las probetas con recubrimiento hidrofóbico por el software ImageJ y se obtuvo un resultado $\theta_c = 105.9$, lo cual indica que el material presenta propiedades hidrofóbicas como se aprecia en las Figuras 1 y 2.



Figura 1. Muestra de una gota de agua sobre material con recubrimiento. Fuente: Elaboración propia.

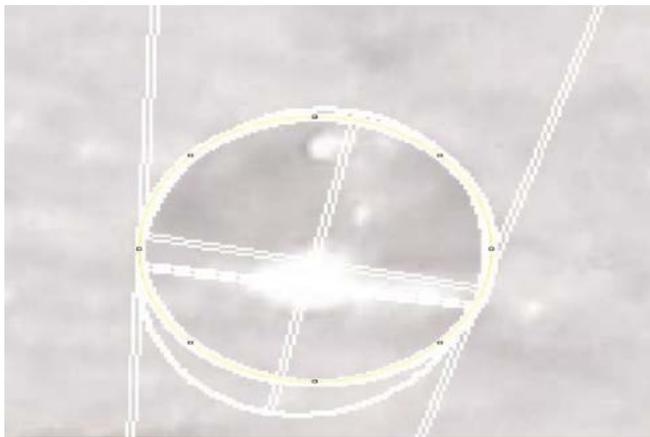


Figura 2. Muestra de una gota de agua en Image J. Fuente: Elaboración propia.

Ganancia de peso en pruebas de sumersión en turbosina Jet A1
 los resultados de las ganancias de peso por clasificación fueron promediados, los resultados se presentan a continuación en las Tablas 2, 3 y 4, el error estándar de la media tiene tendencia a 0 debido a los valores tan pequeños.

Tabla 2. Ganancias de peso en las probetas sumergidas en combustible jet A1 por 24 horas.

24 horas				
Recubrimiento	Peso inicial	Peso final	Ganancia de peso	Ganancia de peso
	(g)	(g)	(g)	%
<i>Poliéster</i>				
No	13.12	13.13	0.01	0.08
Si	12.64	12.64	0	0
<i>Vinil-éster</i>				
No	11.92	11.92	0	0
Si	10.7	10.7	0	0
<i>Epoxi</i>				
No	11.45	11.46	0.01	0.09
Si	12.32	12.33	0.01	0.08

Fuente: Elaboración propia.

Las probetas sin recubrimiento a 24 horas, como se aprecia en la Tabla 2, con matriz resina poliéster y epoxi sufrieron una absorción de combustible, en cambio las probetas con recubrimiento de resina de poliéster y epoxi, al igual que las probetas de vinil-éster, mostraron resistencia a la absorción.

En la Tabla 3, se muestra los resultados de ganancia de peso de las probetas a 48 horas, en la cual todas las probetas sin recubrimiento tuvieron absorción de combustible, e inclusive las muestras de poliéster con recubrimiento, mientras que las probetas con recubrimiento de resina de vinil-éster y epoxi demostraron resistencia a absorción del líquido.

Tabla 3. Ganancias de peso en las probetas sumergidas en combustible jet A1 por 48 horas.

48 horas				
Recubrimiento	Peso inicial	Peso final	Ganancia de peso	Ganancia de peso
	(g)	(g)	(g)	%
<i>Poliéster</i>				
No	13.1	13.11	0.01	0.08
Si	13.42	13.43	0.01	0.07
<i>Vinil-éster</i>				
No	11.38	11.39	0.01	0.09
Si	12.03	12.03	0	0
<i>Epoxi</i>				
No	11.62	11.66	0.04	0.34
Si	12.96	12.96	0	0

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4, se muestran los resultados de las probetas en sumersión por 72 horas; cómo se puede observar en las Tablas 3 y 4 se repiten los patrones obtenidos con las probetas de 48 horas, ambas pruebas tanto la de 48 como la de 72 horas no presentan ganancia de peso en las probetas de resina de vinil-éster y epoxi con recubrimiento.

Tabla 4. Ganancias de peso en las probetas sumergidas en combustible jet A1 por 72 horas.

72 horas				
Recubrimiento	Peso inicial	Peso final	Ganancia de peso	Ganancia de peso
	(g)	(g)	(g)	%
<i>Poliéster</i>				
No	12.35	12.36	0.01	0.08
Si	14.26	14.27	0.01	0.07
<i>Vinil-éster</i>				
No	12.18	12.20	0.02	0.16
Si	12.5	12.5	0	0
<i>Epoxi</i>				
No	12.31	12.32	0.01	0.08
Si	12.95	12.95	0	0

Fuente: Elaboración propia.

Resultados de ensayos de tensión

Los resultados de la Tabla 5 y 6 muestran que los recubrimientos no alteraron las propiedades mecánicas por tensión de las probetas. Las probetas de resina de poliéster muestran un debilitamiento considerable del UTS debido a la absorción de humedad. Las probetas de resina de vinil-éster son las que tuvieron un menor UTS en general y la reducción de resistencia a la tensión está presente conforme se aumentan las horas de absorción en las muestras sin recubrimiento. Sin embargo, las probetas con recubrimiento mantienen sus propiedades en comparación con las probetas sin sumergir. Las probetas de resina epoxi sin recubrimiento presentan una reducción de resistencia a la tensión cuya razón se debe a la absorción de humedad, en cambio las probetas de resina epoxi con recubrimiento preservan sus propiedades de resistencia a la tensión.

Tabla 5. Resultados de ensayos de tensión sin recubrimiento.

Horas	Poliéster				Vinil-éster				Epoxi			
	UTS	ϵ	E	EE	UTS	ϵ	E	EE	UTS	ϵ	E	EE
	MPa	%	GPa		MPa	%	GPa		MPa	%	GPa	
0	132	0.1	3	0.08	40	0	1	0.10	130	0.1	2	0.06
24	122	0.1	2	0.15	38	0	1	0.15	128	0.1	2	0.12
48	120	0.1	2	0.18	38	0	1	0.15	129	0.1	2	0.15
72	119	0	3	0.16	37	0	1	0.08	128	0.1	2	0.10

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Resultados de ensayos de tensión con recubrimiento.

Horas	Poliéster				Vinil-éster				Epoxi			
	UTS	ϵ	E	EE	UTS	ϵ	E	EE	UTS	ϵ	E	EE
	MPa	%	GPa		MPa	%	GPa		MPa	%	GPa	
0	131	0.1	2	0.03	40	0	1	0.18	130	0.1	2	0.14
24	122	0.1	2	0.23	39	0	1	0.17	130	0.1	2	0.2
48	121	0.1	2	0.15	40	0	1	0.08	130	0.1	2	0.08
72	119	0	3	0.11	40	0	1	0.1	130	0.1	2	0.05

Fuente: Elaboración propia.

Conclusión

Se determinó la eficiencia de recubrimientos hidrofóbicos de SiO₂ en materiales compuestos de fibra de vidrio con resina a) poliéster b) vinil-éster y c) epoxi al sumergir las probetas por 24, 48 y 72 horas respectivamente en combustible Jet A1. Las probetas de resina poliéster presentaron absorción de combustible sin recubrimiento en todos los experimentos y con recubrimiento a 48 y 72 horas. Las probetas de resina vinil-éster y epoxi también absorbieron el combustible sin recubrimiento, sin embargo, con recubrimiento no presentaron ganancia de combustible. Respecto a los ensayos de tensión se puede concluir que la capa de recubrimiento no alteró las propiedades mecánicas de las probetas, esto debido a que la capa formada era cerámica y muy probablemente al someterse a tensión, esta capa se fracturara y no generaría obstrucción a la deformación del material, pero si afectó el hecho de absorción de combustible, teniendo una visible reducción de resistencia a la tensión. Los datos variables entre las diferentes muestras respecto al peso y propiedades mecánicas se deben en gran parte al método de manufactura de las muestras. Sin embargo, para el propósito de la presente investigación, los resultados presentes nos indican que es viable utilizar recubrimientos hidrofóbicos para proteger al material compuesto de absorción de líquidos con resina vinil-éster y epoxi sin afectar la resistencia de tensión del material. El material con recubrimiento hidrofóbico en estas pruebas iniciales promete ser buen candidato para la aplicación en tanques de combustible de turbosina Jet-A1. Para futuras investigaciones se pretende aumentar los tiempos de absorción e inclusive aplicar recubrimientos súper hidrofóbicos.

Símbolos

UTS	Esfuerzo máximo de tensión (MPa)
ϵ	Deformación (adimensional)
E	Módulo de elasticidad (GPa)
EE	Error estándar de la media (adimensional)

Bibliografía

+ Administration, F. A. (2012). *Aviation Maintenance Technician Handbook - Airframe*. Oklahoma City: U.S Department of transportation.

+ Aguila, M. J. (2009). <https://academic.unavarra.es>. Recuperado el 01 de 09 de 2019, de https://academic.unavarra.es/bitstream/handle/2454/25350/TFG_MANUEL%20JES%2B%C3%9CS%20RAM%2B%C3%ACREZ%20DEL%20AGUILA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

+ Aguila, M. J. (2009). <https://academic.unavarra.es/>. Recuperado el 01 de 09 de 2019, de https://academic.unavarra.es/bitstream/handle/2454/25350/TFG_MANUEL%20JES%2B%C3%9CS%20RAM%2B%C3%ACREZ%20DEL%20AGUILA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

+ Alava, G. (2019). <http://www.grupoalava.com>. Recuperado el 2019, de <http://www.grupoalava.com/ingenieros/productos/instrumentacion-y-ensayos/sistemas-para-ensayos/ensayos-ambientales/ensayos-climaticos/camaras-niebla-salina/>

+ Amezcua, M. A. (10 de 2016). rtbioenergia.org.mx. Recuperado el 27 de 09 de 2019, de <http://rtbioenergia.org.mx>

org.mx/wp-content/uploads/2016/12/Divulgacion_Biojetfuel-booklet-vf.pdf

+ ASTM. (1998). *ASTM D412 - 92a R02*.

+ Brigante, D. (2014). *New Composite Materials: Selection, Design and Application*. Napoly: Springer.

+ Campbell, F. (2006). *Manufacturing technology for aerospace structural materials*. Amsterdam: ELSEVIER.

+ Civil, D. G. (23 de 04 de 2008). dgac.gob.cl. Recuperado el 27 de 09 de 2019, de https://www.dgac.gob.cl/wp-content/uploads/porta/web/rest-porta/web/jcr/repository/collaboration/sites%20content/live/dgac/documents/DAC%2008%2000%20036%20_D_.pdf

+ Compuestos, A. E. (27 de 06 de 2005). aemac.org. Recuperado el 14 de 10 de 2019, de <https://www.aemac.org/wp-content/uploads/2015/05/MATCOMP05completo.pdf>

+ Cornejo-Monroy, D. (2009). *Nanoesferas monodispersas de SiO₂: síntesis controlada y caracterización*. Ciudad de Mexico.

+ Corporation, F. G. (2019). <https://www.fibreglast.com>. Recuperado el 25 de 10 de 2019, de <https://www.fibreglast.com>

fibreglast.com/product/Saertex-830-Stitched-Biaxial/Vacuum_Bagging_Vacuum_Infusion

+ Deepak, T. (2007). *Drugs and the Pharmaceutical sciences*.

+ DERAKANE. (2002). *DERAKANE vinyl ester resins formulating guide. usa: dow plastics*.

+ España, S. (s.f.). [ecosmep.com](http://www.ecosmep.com). Recuperado el 27 de 09 de 2019, de <http://www.ecosmep.com/cabecera/upload/fichas/4898.pdf>

+ Haque, M. (2002). *Structural lightweight concrete*. Scotland: Dhir,R.

+ <http://www.oecd.org/science/nanosafety/37770473>. (17 de 06 de 2031). (OECD) Recuperado el 20 de 09 de 2019, de <http://www.oecd.org/science/nanosafety/37770473>

+ International, A. (2004). *D 5229/D 5229M – 92 . 13*.

+ International, A. (2017). *ASTM D3039*. Recuperado el 8 de 11 de 2019, de <https://www.astm.org/Standards/D3039>

+ ISO. (2008). [une.org](http://www.une.org). Recuperado el 08 de 11 de 2019, de <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0042002>

+ Laboratories, I. P. (s.f.). *Tensile Properties ASTM D638 vs ASTM D3039*. Intertek.

+ Liao K. Schultheisz, C. R. (1998). *Long-term durability of fiber reinforced polymer-matrix composite materials for infrastructure*. *Journal of Advanced Materials*, 3 - 40.

+ Lira, M. (2025). *Corrosion. santan: mcgrawn*.

+ Mamaeva, V. (2013). *Drug Deliv*.

+ Marmur, A. (1994). www.nanoscience.com. Recuperado el 18 de 11 de 2019, de <https://www.nanoscience.com/techniques/tensiometry/>

+ Morgan, J. (21 de Noviembre de 2013). *Crean el material más impermeable conocido en el mundo*. BBC, pág. 1.

+ Mouritz, A. P. (2012). *Introduction to aerospace materials*. Philadelphia: Woodhead Publishing.

+ Normalizacion, I. E. (1982). datos.bne.es. Recuperado el 08 de 11 de 2019, de <http://datos.bne.es/edicion/bimo0000480269.html>

+ O'Brien, T. K. (1993). *Round robin testing for Mode I interlaminar fracture toughness of composite mate-*

rials. *Journal of Composite Technology and Research*, 269 - 281.

+ Ogihara, H. (2012). *Simple Method for Preparing Superhydrophobic Paper: Spray-Deposited Hydrophobic Silica Nanoparticle Coating Exhibit High Water-Repellency and Transparency*. *Langmuir*, 28(10), 4605-4646.

+ PEMEX. (01 de 09 de 2011). [pemex.com](http://www.pemex.com). Recuperado el 27 de 09 de 2019, de <https://www.pemex.com/comercializacion/productos/HDS/refinados/HDS-201%20Turbosinas.pdf>

+ Ramadan, Y. (2013). *Journal of Materials Chemistry A*.

+ REICHHOLD. (2003). *Polylite 33172-00*.

+ Rodriguez, J. S. (s.f.). *introduccion a los materiales compuestos*. Rosenholm, J. M. (2010). *Nanoscale*.

+ S. Kalpakjian, S. R. (2008). *Manufactura, ingeniería y tecnología*. Naucalpan de Juárez: PEARSON Education.

+ Scientific, M. (5 de 8 de 2019). www.matrixscientific.com. Recuperado el 18 de 11 de 2019, de <http://www.matrixscientific.com/002221.html#>

Stober, W. (1968). *J. Colloid Interface Sci*.

MANUAL DE ESTILO

+ CONSEJO EDITORIAL

MISIÓN

El objetivo principal del Consejo Editorial es divulgar mediante una revista de corte científico, de publicación semestral, todos aquellos logros realizados por los investigadores de nuestra Universidad y sus aportaciones a beneficio de la sociedad.

VISIÓN

Con la difusión de estos avances obtendremos el reconocimiento de la comunidad y lograremos el posicionamiento de la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez, en áreas de desarrollo científico.

+ ATRIBUCIONES

1. El Consejo Editorial tiene como objetivo cuidar y promover la imagen y prestigio de la UTCJ.
2. Realizar la corrección de estilo y todos los cambios ortográficos y de redacción que sean necesarios para mejorar la calidad de los artículos a publicar.
3. Verificar que todas las obras cuenten con los requisitos editoriales que marca nuestro Manual de Estilo y Normas de Publicación.
4. Contribuir en la difusión y distribución de nuestra revista científica.
5. Evaluar y supervisar el proceso editorial.
6. Vigilar la calidad de las obras que lleven el sello editorial.

+ LINEAMIENTOS

- I. Los artículos que se publiquen serán responsabilidad del autor.
- II. Cada artículo deberá contar con las siguientes características y lineamientos editoriales:
 - a. Tener como base los resultados de una investigación científica, original y relevante.
 - b. Una vez publicado el artículo, los derechos de autor pasan a la Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez.
 - c. Cubrir parte del estado de conocimiento vigente.
 - d. Estar escritos con un lenguaje adecuado y que atiendan la serie de condiciones formales y de contenido propio de un texto científico.

Es importante que cada trabajo de investigación cuente con crédito de autor y/o colaboradores, crédito de fotografías (si las hay) y un correo electrónico.

+ FORMATOS DE ENTREGA

- El material tiene que ser entregado en procesador de texto WORD, con letra tipo Arial, a 12 puntos, con espacio sencillo y alineación a la izquierda.
- Formato carta, extensión mínima 3 cuartillas y un máximo de 10, incluyendo notas y bibliografía.
- Utilizar sangría francesa al inicio de cada párrafo.
- Márgenes de 3 cm. superior y 2.5 cm. de derecha e izquierda.
- Todas las páginas deberán estar enumeradas en secuencia, comenzando por la portada.
- Las siglas deben venir en su forma destacada (p. ej. UTCJ, Universidad Tecnológica de Ciudad Juárez).
- Señalar la naturaleza del trabajo: artículo de investigación, avance, etc.
- El título de la obra debe ser colocado en la parte superior del documento, en forma centrada, destacado con negritas.
- Todos los textos deben incluir nombre completo del autor y/o colaboradores, grado académico y área de especialización, así como también un correo electrónico. Los nombres de los autores deben de aparecer en el orden de sus contribuciones.
- Anexar en el trabajo de investigación un currículum de autor (es).
- El solicitante y/o autor se compromete a estar disponible para atender cualquier asunto relacionado con su obra.
- En todos los casos, los manuscritos entregados no serán devueltos.
- La fecha de entrega del material será determinado por el editor y este a su vez se lo hará del conocimiento al autor.
- El autor debe incluir un resumen breve de los contenidos del artículo.

Los trabajos deberán enviarse al correo electrónico:

editorial@utcj.edu.mx

Para mayor información comunicarse al
Tel. +52 1 656 649 0604 Ext. 3846



+ ESTRUCTURA DEL ARTÍCULO

TÍTULO EN INGLÉS Y ESPAÑOL

No debe ser mayor a 15 palabras y describir el contenido del artículo de una forma clara, exacta y concisa.

ABSTRACTOS

Incluir los resúmenes en español y en inglés (abstract), de 150 palabras, cada uno. Debe de indicar clara y brevemente el propósito de la investigación, de los procedimientos básicos, de los resultados y de las conclusiones principales. Evite el uso de abreviaturas y de términos altamente especializados en el extracto.

PALABRAS CLAVE

Presentar cinco palabras clave, en inglés y en español, estos términos deben de aparecer debajo del resumen, en la misma página. Se pueden utilizar palabras solas o términos compuestos.

ABREVIATURAS

Las abreviaturas deben de ser definidas la primera vez que se mencionan. Si fuera esto en el resumen, entonces debe de definirse de nuevo en el cuerpo principal del texto.

INTRODUCCIÓN

Este apartado plantea el propósito del artículo sin un despliegue extensivo del tema, utilizando solo las referencias más pertinentes. Indique las razones que motivaron a la investigación y cuando corresponda, dé cuenta de la hipótesis postulada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se describe el diseño de la investigación y se explica cómo se llevó a la práctica, justificando la elección de métodos, técnicas e instrumentos, si los hubiera, teniendo en cuenta la secuencia que siguió la investigación.

RESULTADOS

Se describen los resultados del estudio, resaltando los hallazgos relevantes (incluso los resultados contrarios a los objetivos propuestos, si es el caso). Los resultados se presentarán utilizando texto, tablas e ilustraciones.

DISCUSIÓN

Interpretación de los resultados y su significado sobre el trabajo de otros autores.

AGRADECIMIENTOS

Al patrocinio o proyecto son lo más breve posible.

LAS TABLAS Y FIGURAS

A fin de garantizar los más altos estándares para la calidad de las ilustraciones, éstas deben de ir a una resolución de 300 dpi's. Las figuras

deben de ser claras y fáciles de leer.

Figuras numeradas, en número arábigo seguido de pie de figura para la parte inferior de cada una de ellas e insertadas dentro del cuerpo del artículo y no al final de este.

Las tablas tienen que ser menores de 17 cm. x 20 cm., enlistadas en números arábigos y tener un título, y/o leyenda en la parte superior para explicar cualquier abreviatura utilizada en ella, del mismo modo estar insertas dentro del cuerpo del artículo.

FOTOGRAFÍAS E ILUSTRACIONES

Todo material de foto e ilustraciones deben de enviarse en un archivo del artículo. Como también en formato aparte JPG o PSD, con una resolución mínima de 300 dpi's, en tamaño real.

Tanto las tablas, figuras, fotografías e ilustraciones se entregarán en procesador Excel.

CITACIÓN

Para la citación textual larga, de 40 palabras o más, es necesario separar el texto citado y disminuir el tamaño de la tipografía un punto. Del mismo modo, se deben aumentar los márgenes laterales 1 cm. y colocar inmediatamente después (autor, año), al que se cita.

FECHA

Se cita al final del trabajo, precedido del lugar donde se redactó el original.

BIBLIOGRAFÍA

La exactitud de las referencias es responsabilidad de los autores. Se incorpora al final del artículo, numeradas, incluyendo en orden alfabético todas las obras citadas en el texto y en los pies de página. El autor debe revisar cuidadosamente que no hay omisiones e inconsistencias entre las obras citadas y la bibliografía. La redacción se presenta de la siguiente manera:

Nombre del autor y colaboradores (en su caso), comenzando con el apellido paterno, seguido de los nombres. Año de la publicación entre paréntesis. Título del libro en itálicas (cursivas). Edición (de la segunda en adelante). Casa editorial, ciudad de publicación, país y páginas totales.

+ EJEMPLO DE REFERENCIAS

LIBRO

Wiener, Norbert, *Cibernética: o el control y la comunicación en animales y máquinas*, Barcelona, Tusquets, 2003.

ARTÍCULO DE REVISTA

Ádem, José, 1991, 'Algunas consideraciones de la prensa en México', *Avances y Perspectiva*, vol. 10, abril-junio pp. 168-170

PÁGINAS WEB

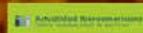
Ramírez, E., 2012, *Economía futura en América Latina*. Recuperado de <http://www.economico-online.com>.



UTeJ THEOREMA
REVISTA CIENTÍFICA

EDICIÓN 15 // JULIO-DICIEMBRE 2020

ISSN: 2448-7007



latindex