

# Multidisciplinas de la Ingeniería

Año XI, No. 17. Mayo 2023 – Octubre 2023

<http://www.multidisciplinasdelaingenieria.com>

EISSN: 2395 - 843X

Semestral



**UANL**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



**FIME**

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



# UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

**Rector**

Dr. Santos Guzmán López

**Secretario General**

Dr. Juan Paura García

**Secretario Académico**

Dr. Jaime Arturo Castillo Elizondo

**Secretario de Extensión y Cultura**

Dr. José Javier Villarreal Álvarez Tostado

**Director de Editorial Universitaria**

Lic. Antonio Ramos Revillas

**Director de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica**

Dr. Arnulfo Treviño Cubero

**Director de la Revista Multidisciplinas de la Ingeniería**

Dr. Arturo Torres Bugdud

**Editores Responsables**

Dra. Martha Elia García Reboloso

M.A. Alfredo López Vázquez

**Edición web**

M.A. Juan Pablo Garza

M.A. Juan Diego Guerrero Villegas

**Edición de estilo y formato**

M.A. Juan Diego Guerrero Villegas

Multidisciplinas de la Ingeniería, Año XI, No. 17. Mayo 2023 - Octubre 2023. Es una publicación Semestral, editada por la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

Domicilio de la publicación: Av. Pedro de Alba S/N, San Nicolás de los Garza, Nuevo León, México, C.P. 64440. Teléfono: + 52 81 83294020. URL: <http://www.multidisciplinasdelaingenieria.com>

Editores Responsables: Martha Elia García Reboloso y Alfredo López Vázquez. Reserva de derechos al uso exclusivo: 04-2014-102111590900-203. EISSN: 2395-843X. Ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, Registro de marca ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial: en trámite. Responsable de la última actualización: Juan Diego Guerrero Villegas, Av. Pedro de Alba S/N. Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L., México. Fecha de última actualización: 01 de mayo 2023.

Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.

La Revista tiene un Consejo Editorial conformado por miembros de la Universidad Autónoma de Nuevo León y un Comité Científico Internacional con representantes de diferentes partes del mundo. La Revista cuenta con un banco de árbitros(as) pares externos especialistas para el proceso de arbitraje.

El sistema de arbitraje: todos los trabajos serán sometidos al proceso de dictaminación con el sistema de revisión por pares externos, con la modalidad doble ciego.

ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL PARA BIOPOTENCIALES SUPERFICIALES MIOGRÁFICOS LARGOS  
CON ELECTRODOS SUPERFICIALES SECOS.

Págs. 1 – 12

PLAN ESTRATÉGICO DE MERCADOTECNIA PARA EL POSICIONAMIENTO DEL LABORATORIO BIOS LAB  
EN LZC

Págs. 13 – 27

TRANSFORMACIÓN ADMINISTRATIVA Y FINANCIERA DE LAS MIPYMES DE LÁZARO CÁRDENAS,  
MICHOACÁN, COMO ESTRATEGIA COMPETITIVA ANTE LOS EFECTOS DEL COVID-19

Págs. 28 – 40

IMPLEMENTACION DE UN PROCESO ESTADÍSTICO EN EL AREA DE ESTAMPADO METALICO

Págs. 41 – 54

ESTUDIO DE LAS IMPLICACIONES EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO PARA LA ENSEÑANZA DE  
LA INGENIERÍA

Págs. 55 – 63

LA CALIDAD EN EL SERVICIO PARA LA COMPETITIVIDAD DE LAS PYMES DE LZC., MICH (Caso sector  
abarrotero)

Págs. 64 – 75

MEJORA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO

Págs. 76 – 98

ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL PARA BIOPOTENCIALES SUPERFICIALES  
MIOGRÁFICOS LARGOS CON ELECTRODOS SUPERFICIALES SECOS

ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL PARA BIOPOTENCIALES  
SUPERFICIALES MIOGRÁFICOS LARGOS CON ELECTRODOS  
SUPERFICIALES SECOS

SIGNAL CONDITIONING FOR LONG BIOGRAPHICAL SURFACE  
BIOPOTENTIALS WITH DRY SURFACE ELECTRODES.

M.C. Julio Cesar Gallo Sánchez<sup>1</sup>  
Dra. Ofelia Barrios Vargas<sup>2</sup>  
M.C. Osvaldo Lira Díaz<sup>3</sup>  
Ing. Jesús Felipe Vázquez Barrios<sup>4</sup>

## RESUMEN

El desarrollo de este trabajo consiste en la realización de una tarjeta electrónica analógica diseñada con circuitos activos, principalmente amplificadores operacionales de entradas FET y amplificadores de instrumentación, todos de bajo consumo energético, configurados e interconectados para captar las señales generadas por los músculos largos de las extremidades superiores del cuerpo humano. En el mercado no existe una tarjeta de medición para biopotenciales que contenga un preamplificador con tierra virtual de protección eléctrica para el usuario, así como un filtro pasa bandas de 80-300 Hz, un filtro de rechazo de banda de 60 Hz y un suavizador de señal analógica. Esta tarjeta de acondicionamiento de señales electromiográficas con electrodos secos, es capaz de medir la intensidad de contracción de los músculos, entregando una señal de voltaje analógica proporcional al esfuerzo muscular, y nos servirá para realizar la medición de los miembros superiores al accionar herramientas de golpe en trabajos repetitivos, en el estudio de evaluación de riesgos de empresas de metalmecánica.

**PALABRAS CLAVES:** Amplificador operacional; amplificador de instrumentación; biopotenciales; electromiografía; filtros activos de segundo orden y sensor muscular seco.

**Fecha de recepción:** 19 de enero, 2023.

**Fecha de aceptación:** 31 de marzo, 2023.

<sup>1</sup> Docente de asignatura del Tecnológico Nacional de México Lázaro Cárdenas.  
jcesar.cesar@lcardenas.tecnm.mx

<sup>2</sup> Docente de Ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México Lázaro Cárdenas.  
ofelia.barrios@lcardenas.tecnm.mx

<sup>3</sup> Docente de asignatura del Tecnológico Nacional de México Lázaro Cárdenas.  
osvaldo.lira@lcardenas.tecnm.mx

<sup>4</sup> Docente de honorarios del Tecnológico Nacional de México Lázaro Cárdenas.  
jf.vbarrios@lcardenas.tecnm.mx



## ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL PARA BIOPOTENCIALES SUPERFICIALES MIOGRÁFICOS LARGOS CON ELECTRODOS SUPERFICIALES SECOS

### ABSTRACT

The development of this work consists in the realization of an electronic board with active circuits, mainly operational amplifiers with FET inputs and instrumentation amplifiers, all low energy consumption, configured to capture the signals produced by the long muscles of the extremities of upper part of the human body. There is not a measurement board for biopotentials on the market that contains a preamplifier that contains a virtual ground for electrical protection for the user, as well as an 80-300 Hertz bandpass filter, a 60 Hertz band reject filter, and a signal smoother. This electromyographic signal conditioning card with dry electrodes can measure the intensity of muscle contraction, delivering a designation voltage signal proportional to muscle effort, and will help us measure the upper limbs when driving impact tools in repetitive jobs, in the risk assessment study of metalworking companies.

**KEYWORDS:** Operational amplifier; Instrumentation amplifier; Dry muscle sensor; Biopotentials, Amplifier for Biopotentials; Surface electromyography; Second order active filters.

### INTRODUCCIÓN

La electromiografía (EMG), es una disciplina la cual detecta, analiza y procesa las señales eléctricas emitidas por la contracción de los músculos. Internamente los músculos generan tensiones alrededor de 100 mV cuando se contraen. Estas tensiones son muy atenuadas por el tejido interno y la piel, son débiles pero mesurables en la superficie de la piel. Típicas señales EMG superficiales (sEMG) para los músculos largos, como el bíceps, están alrededor de 2.1mV en amplitud. Señales sEMG contienen frecuencias que van de 2 Hz o inferior a 500 Hz o mayores (De Luca, 2006).

Los biopotenciales en el cuerpo humano son generados por los procesos bioquímicos involucrados en el funcionamiento de las células. Esta actividad bioquímica se manifiesta como campos eléctricos que se propagan en todas direcciones dentro del cuerpo hasta manifestarse en la piel. Estos procesos de generación y propagación de los campos eléctricos son muy complejos, pero se pueden utilizar modelos eléctricos simples obteniendo resultados aceptables. El modelo eléctrico de la piel consiste en una fuente de voltaje en serie con un circuito paralelo R-C (Chi, Jung & Cauwenberghs 2010). La fuente de voltaje representa la señal eléctrica (biopotencial) que se desea medir y el circuito R-C la impedancia de la piel. La figura 1 muestra el modelo eléctrico equivalente de la interfaz piel-electrodo, utilizado para el diseño del electrodo seco (Mújica, 2011).

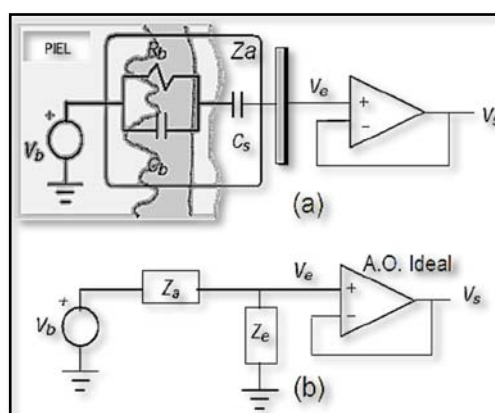


Figura 1. (a) Modelo eléctrico de la interfaz piel-electrodo. (b) Modelo eléctrico con la impedancia de entrada del amplificador ( $Z_e$ ) y la impedancia equivalente ( $Z_a$ ) del electrodo.

**ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL PARA BIOPOTENCIALES SUPERFICIALES  
 MIOGRÁFICOS LARGOS CON ELECTRODOS SUPERFICIALES SECOS**

Cs representa la capacitancia formada entre la piel y la placa censora del electrodo, Za la impedancia serie formada por la piel y Cs, y Ze es la impedancia de entrada del amplificador operacional (A.O. ideal); Vb es el biopotencial que se quiere detectar, Ve es la fracción de Vb que se amplifica, y Vs es el biopotencial amplificado.

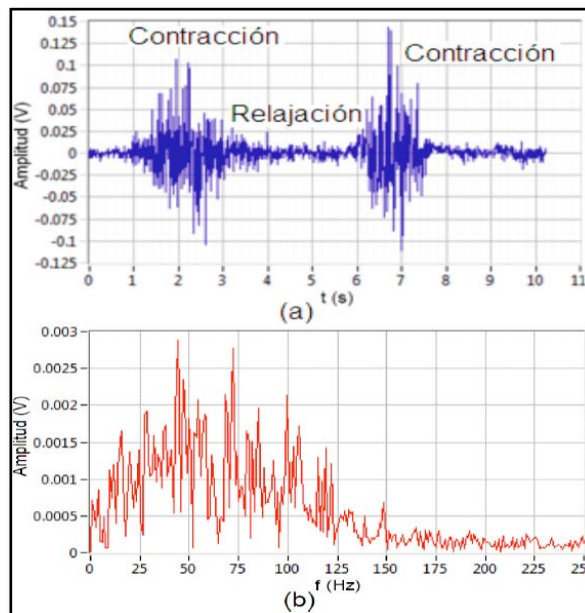
Para el registro de señales electrocardiográficas (ECG) en aplicaciones clínicas el ancho de banda utilizado es de 0.05-100 Hz, mientras que para aplicaciones de monitoreo ambulatorio el ancho de banda se restringe de 0.5-50 Hz (Tompkins, 1993). En el intervalo de frecuencias de 0.1-100 Hz, la impedancia del sensor Cs es mucho mayor que la impedancia de la piel (Rb, Cb), por lo que la impedancia del sensor Cs predomina en Za. Se desprecia la impedancia de la piel por lo que  $Za \approx 1/(j\omega Cs)$ , siendo este parámetro el que se utiliza en el diseño del electrodo. La tabla 1 muestra los valores de las magnitudes de las impedancias de la piel (Rb, Cb) y del sensor muscular seco (Cs) para 5 frecuencias (Mújica, 2011).

**Tabla 1. Magnitudes de las impedancias de la piel (1) y del sensor muscular seco (2) para 5 valores de frecuencia.**

F(Hz)	0.1	1	10	100	1000
$\left  \frac{Rb}{j\omega RbCb + 1} \right ^{(1)} M\Omega$	0.999	0.998	0.8467	0.1571	0.15718
$\left  \frac{1}{j\omega Cs} \right ^{(2)} M\Omega$	25.91	2.591	0.2591	0.02591	0.00259

Fuente: Elaboración propia (2021).

La señal sEMG que se obtuvo colocando los electrodos en los bíceps del brazo derecho y realizando la secuencia contracción-relajación-contracción, se observa en la figura 2 (a) y su espectro de amplitud en (b) información que permite seleccionar la banda de frecuencia entre 80 y 300 Hz. en la realización de los filtros activos (Varela, Rivera, Espina & De la Rosa, 2015).



**Figura 2. (a) Señal EMG medida en los bíceps del brazo derecho con los electrodos y un ancho de banda de 580 Hz. (b) Espectro de amplitud de la señal mostrada en (a).**

Fuente: Varela, Rivera, Espina & De la Rosa (2015).



## ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL PARA BIOPOTENCIALES SUPERFICIALES MIOGRÁFICOS LARGOS CON ELECTRODOS SUPERFICIALES SECOS

De acuerdo con lo expuesto, el objetivo del trabajo, es construir un sistema electrónico analógico activo capaz de medir las señales bioeléctricas de los músculos largos de las extremidades superiores, entregando una señal de voltaje proporcional al esfuerzo muscular.

### JUSTIFICACIÓN

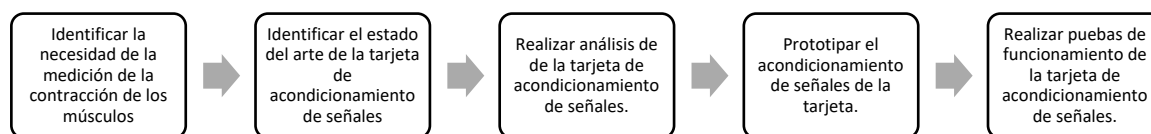
En la evaluación de riesgos en trabajos repetitivos con herramientas de golpe, se observa un desgaste de los músculos del brazo y antebrazo, lo que conlleva a la debilitación del agarre de la herramienta y posibles accidentes de trabajo. Con esta tarjeta de acondicionamiento de señales, se pretende realizar estudios del desgaste de los músculos al trabajar con martillo, marros, entre otros, para encontrar los tiempos de trabajo y descanso óptimos y evitar lesiones.

La Organización Mundial de la Salud (OMS), cuenta con diversos planes de acción, entre ellos el Plan de Acción Internacional sobre la Salud de los Trabajadores el cual promueve a las naciones la identificación y evaluación de riesgos laborales en las empresas de metalmecánica, es de suma importancia por la necesidad de tomar medidas que permita prevenir incidentes laborales según requerimientos de las normas de seguridad industrial. En México se tiene 3 849 casos de riesgo físico de acuerdo con la Coordinación de Salud en el Trabajo (CST, 2021). Es así como se justifica la importancia para el desarrollo de la tarjeta para las mediciones a través de señales bioeléctricas de los músculos del brazo y antebrazo al hacer uso de herramientas de golpe de forma repetitiva. Logrando beneficiar a los trabajadores y empresarios, en la preservación de la integridad física de los operadores al realizar un estudio de evaluación de riesgos para prevenir lesiones y reducir el impacto económico que se tiene con el pago de incapacidades y ausencia de los trabajadores.

### METODOLOGÍA

La hipótesis de la investigación es que la tarjeta es capaz de medir la intensidad de contracción de los músculos de las extremidades superiores.

Este proyecto pasa por diferentes etapas en donde cada una contribuye a alcanzar el objetivo, como se describe en la figura 3.



**Figura 3. Metodología del proyecto acondicionamiento de señal para biopotenciales superficiales miográficos largos con electrodos superficiales secos.**

Fuente: Elaboración propia (2023).

### ANÁLISIS DEL PREAMPLIFICADOR PARA BIOPOTENCIALES.

La señal generada por una unidad motora tiene una amplitud de 0 volt (en reposo, es decir, cuando no existe contracción muscular) y 250  $\mu\text{V}$  durante la contracción. Debido a que las señales mioeléctricas son de bajo valor; ruidos o artefactos como el ruido ambiental o en mayor medida el ruido de línea (50Hz – 60Hz), pueden provocar una falsa interpretación de los resultados.

## ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL PARA BIOPOTENCIALES SUPERFICIALES MIOGRÁFICOS LARGOS CON ELECTRODOS SUPERFICIALES SECOS

Tomando en cuenta el origen del ruido, debemos utilizar un amplificador de instrumentación con alto factor de rechazo en modo común (CMRR), para tener una alta resistencia de entrada y obtener una muy buena relación señal-ruido a la salida del amplificador; la resistencia de este, debe ser igual a la magnitud de la impedancia del sensor. Con esta condición, el amplificador contribuye con la menor cantidad de ruido equivalente a la entrada de este.

La resistencia de un amplificador ( $R_o$ ) se obtiene dividiendo la densidad de voltaje de ruido entre la densidad de corriente de ruido a la entrada del amplificador (Motchenbacher & Connelly 1993):

$$R_o = \frac{E_n}{I_n}$$

Para el amplificador de instrumentación, INA129, su ruido de voltaje es  $8 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$  y el ruido de corriente es  $0.3 \text{ pA}/\sqrt{\text{Hz}}$  para frecuencia de hasta 1 kHz (Burr-Brown, 2005), por lo que la resistencia óptima debe ser:

$$R_o = \frac{8 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}}{0.3 \text{ pA}/\sqrt{\text{Hz}}} = 26.66 \text{ k}\Omega$$

En consecuencia, para el diseño el amplificador cumple que:

$$\frac{1}{j\omega Cs} \approx R_o$$

El valor de la resistencia óptima es 26.66 k $\Omega$ , comparado con el valor de la tabla 1, en la columna de 100 y 10 Hz, los valores de impedancia son 25.91 k $\Omega$  y 259.1 k $\Omega$  respectivamente, tomando en cuenta que la tarjeta trabajará en una banda de frecuencias entre 80 a 300 Hz, se puede observar que el valor de la resistencia óptima de 26.66 k $\Omega$  queda dentro del rango de valores de 100 Hz, lo que permite el registro de señal de lo contrario tendrá pérdidas. El circuito de la etapa del preamplificador para biopotenciales se muestra en la figura 4, donde se pueden ver los electrodos secos y sus dimensiones.

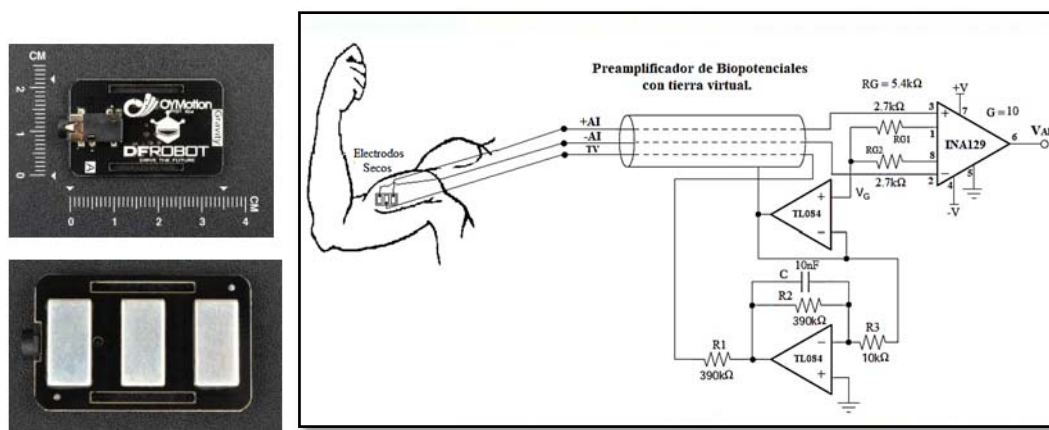


Figura 4. Preamplificador de biopotenciales con tierra virtual y blindaje contra interferencias electromagnéticas.

Fuente: Elaboración propia con base a datasheet del INA129.

El preamplificador se diseñó con ganancia de 10 a un rango de frecuencia 40 Hz en adelante, para obtener 120dB en el CMRR, el circuito cuenta con un blindaje para señales electromagnéticas externas. Además, el **acople de aislamiento e impedancia del electrodo de referencia** tiene dos objetivos: el primero es colocar el electrodo de referencia a una tierra activa aislada de la tierra eléctrica del circuito con el propósito de suministrar seguridad eléctrica al paciente; y el segundo, atenuar el voltaje de modo común que afecta los terminales de entrada del amplificador de instrumentación.



## ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL PARA BIOPOTENCIALES SUPERFICIALES MIOGRÁFICOS LARGOS CON ELECTRODOS SUPERFICIALES SECOS

### DISEÑO DEL FILTRO PASA BANDAS DE 80 HZ A 300HZ.

Sabemos que las señales sEMG tienen una banda que va desde los 2 Hz a frecuencias superiores a los 500 Hz, para evitar registrar los movimientos musculares generados por las fibras lentas que se activan por el simple hecho de mover los brazos, la banda de frecuencia se selecciona a partir de los 80 a los 300 Hz. Para el diseño de los filtros que permiten obtener una señal “limpia” para su respectivo análisis, es conveniente utilizar una herramienta de diseño de filtros activos que permitan simular el comportamiento del filtro requerido, simplificando el trabajo de diseño de estos. El filtro pasa bandas es formado por un filtro pasa altas de cuarto orden tipo Chebyshev de 1 dB con frecuencia de corte de 80 Hz, y un filtro pasa bajas de segundo orden tipo Butterworth con frecuencia de corte de 300Hz. En la figura 5, se observa el diseño final del filtro pasa altas de cuarto orden a) y el filtro pasa bajas de segundo orden b) y la respuesta en frecuencia.

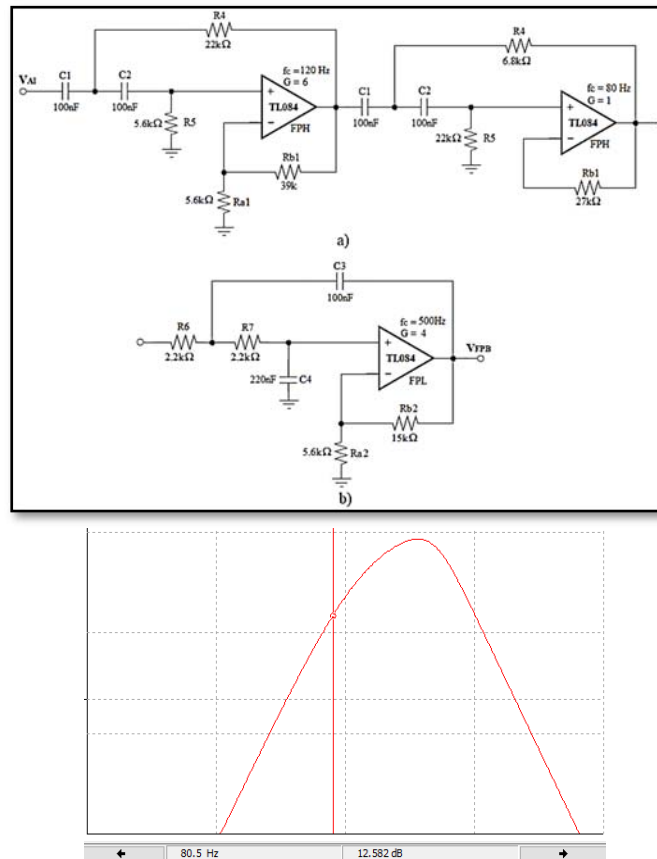


Figura 5. a) Filtro pasa altas de cuarto orden Chebyshev 1 dB con  $f_c = 80$  Hz. b) Filtro pasa bajas de segundo orden Butterworth con  $f_c = 300$  Hz.

Fuente: Elaboración propia (2021).

### DISEÑO DEL FILTRO RECHAZO DE BANDA DE 60 HZ.

Es sabido que la componente de 60 Hz de la línea de alimentación de corriente alterna general, que tenemos en nuestros hogares, es una señal que se debe de atenuar para que no afecte a la captación de señales sEMG, por ende, el filtro rechazo de banda de segundo orden que se utiliza es el NOTCH, en la figura 6 se observa el diseño final de este y su respuesta en frecuencia, podemos identificar que atenúa -39.165 dB la señal de 59.752 Hz. Para este filtro es muy importante utilizar resistencias

**ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL PARA BIOPOTENCIALES SUPERFICIALES  
 MIOGRÁFICOS LARGOS CON ELECTRODOS SUPERFICIALES SECOS**

y capacitores con al menos 1% de precisión, para que corte perfectamente la señal de 60 Hz. La señal esperada a la salida del filtro se aprecia en la figura 6.

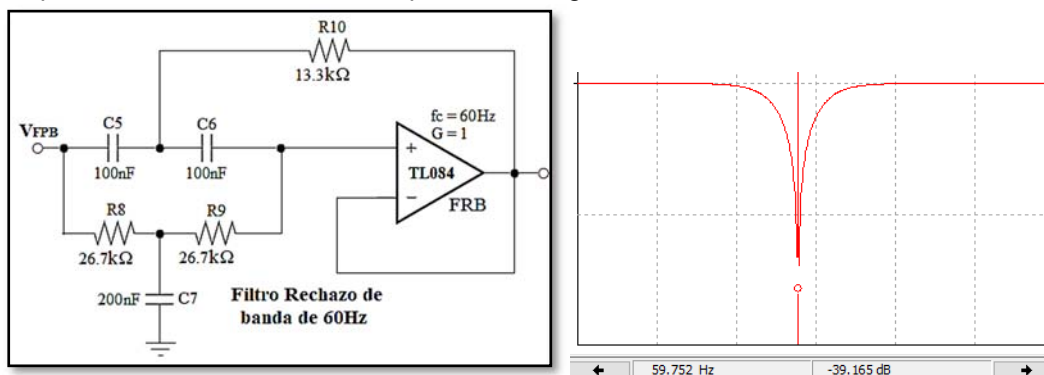


Figura 6. Filtro rechaza banda de segundo orden de 60 Hz tipo SNOTCH.

Fuente: Elaboración propia (2021).

**AMPLIFICADOR RECTIFICADOR DE PRECISIÓN DE ONDA COMPLETA.**

Las señales sEMG tienen componentes positivos y negativos, como se puede ver en la figura 2a, este rectificador de precisión se implementa para lograr que la señal sEMG tenga solo componentes positivos y lograr posteriormente medirla con un convertidor analógico digital común. En la figura 7, se muestra la configuración seleccionada por su simpleza y gran estabilidad.

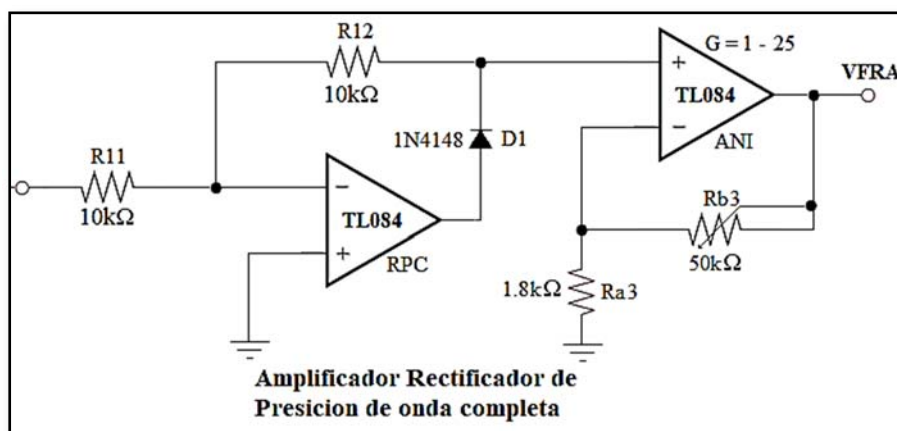


Figura 7. Amplificador rectificador de precisión de onda completa.

Fuente: Elaboración propia (2021).

Debido a que cada persona presenta una variación en sus niveles de voltaje y el montaje de los sensores secos también afecta en la captación de las señales sEMG, la opción de poder tener una ganancia a la salida del rectificador de precisión, se implementó para ajustar los niveles de voltajes deseados con un sencillo amplificador no inversor con ganancia de 1 a 25. La señal que se espera a la salida de esta etapa se muestra en la figura 8 (MyoWare, 2015).



## ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL PARA BIOPOTENCIALES SUPERFICIALES MIOGRÁFICOS LARGOS CON ELECTRODOS SUPERFICIALES SECOS

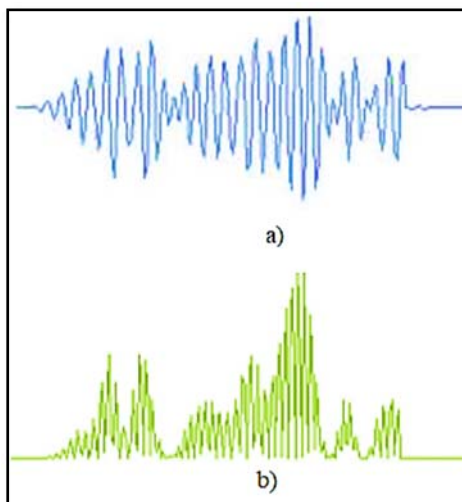


Figura 8. a) Señal sEMG esperada y medida después del filtro pasa bandas y filtro rechazo de banda.  
b) Señal sEMG esperada y medida a la salida del rectificador de precisión de onda completa.  
Fuente: MyoWare (2015).

### CIRCUITO SUAVIZADOR Y REGULADOR DE 5V.

La etapa final de este acondicionamiento de señal se encarga de entregarnos prácticamente un nivel de corriente directa (DC) correspondiente a la intensidad de la fuerza de contracción aplicada a los músculos. Está compuesta por un rectificador con un diodo Schottky y un filtro pasivo con un capacitor electrolítico y una resistencia pequeña de carga para acelerar la respuesta a la descarga del capacitor. En la figura 9 se puede ver el circuito final de esta etapa.

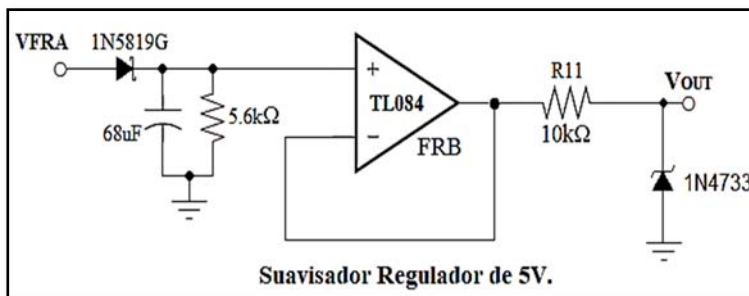


Figura 9. Circuito suavizador activo con regulador de voltaje de 5 V.  
Fuente: Elaboración propia (2021).

Como se puede apreciar, al final del suavizador se colocó un regulador Zener de 5v, el cual sirve de protección contra sobre voltajes que se pudieran generar y dañar el convertidor analógico a digital. La señal que se espera como salida final se puede observar en la figura 10, comparada con la señal de salida del rectificador de precisión.

## ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL PARA BIOPOTENCIALES SUPERFICIALES MIOGRÁFICOS LARGOS CON ELECTRODOS SUPERFICIALES SECOS

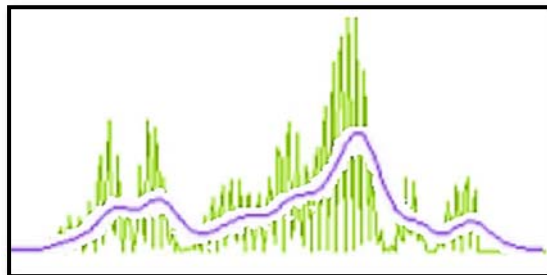


Figura 10. Señal de salida esperada de la tarjeta de acondicionamiento de señal sEMG.  
Fuente: Elaboración propia con base MyoWare (2015).

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El diseño en PCB de la tarjeta de acondicionamiento de señal sEMG se puede ver en la figura 11.

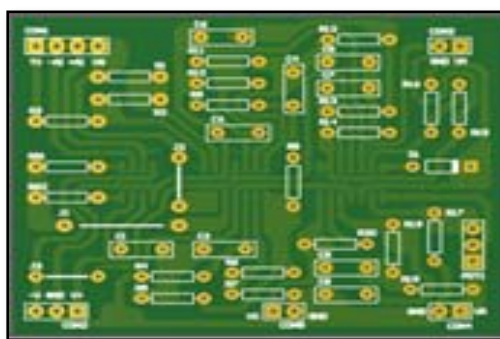


Figura 11. Diseño PCB de la Tarjeta sEMG.  
Fuente: Elaboración propia (2021).

La tarjeta de acondicionamiento de señal sEMG (se muestra en la figura 12) tiene puntos de salida en el filtro rechazo de banda, en la salida el rectificador de precisión y en el suavizador final. Con la tarjeta de acondicionamiento de señales sEMG diseñada, se midieron los potenciales de los músculos de los antebrazos, de los bíceps y tríceps.

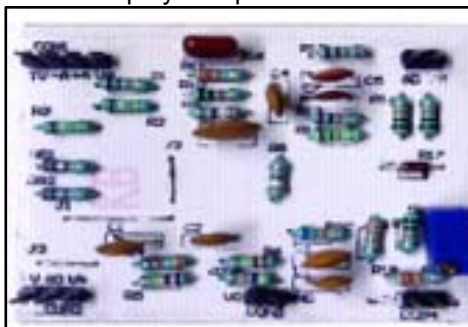


Figura 12. Tarjeta de Acondicionamiento de señal sEMG ya armada.  
Fuente: Elaboración propia (2021).

En la figura 13, se observan imágenes arrojadas en el osciloscopio de la medición, directamente de la tarjeta de acondicionamiento en las salidas del preamplificador de biopotenciales, el filtro pasa bandas, el filtro rechazo de banda, el rectificador de precisión y el suavizador regulador de voltaje. El sensor muscular seco se colocó en el bíceps del participante. En la salida del filtro pasa banda de 80 a 300Hz, el nivel de DC es eliminado y se aprecian las señales generadas por las contracciones musculares por la acción de aplicar fuerza al músculo. Los movimientos involuntarios del brazo o

## ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL PARA BIOPOTENCIALES SUPERFICIALES MIOGRÁFICOS LARGOS CON ELECTRODOS SUPERFICIALES SECOS

contracciones de las fibras musculares cortas son atenuados a la salida de esta etapa. Aún tenemos la componente de 60 Hz muy visible invadiendo nuestra señal sEMG. Esta componente de 60 Hz se ve bastante atenuado a la salida del filtro rechazo de banda tipo SNOTCH, y cuando se contraen voluntariamente los músculos del brazo se aprecia la señal que estos generan.

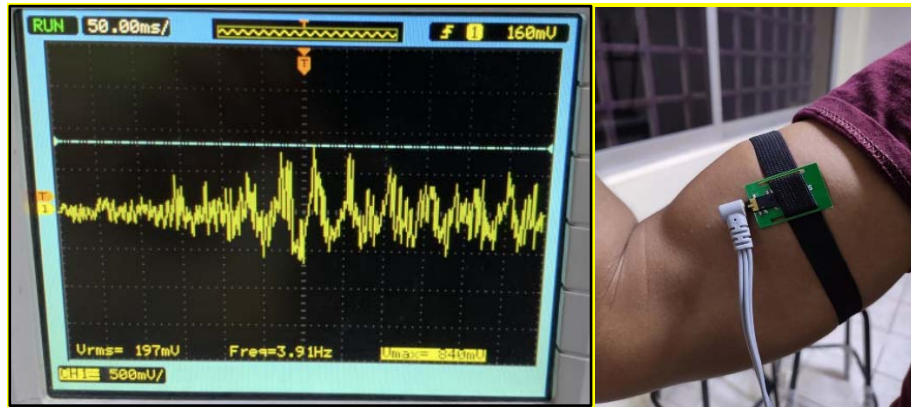


Figura 13. Señal sEMG medida a la salida del filtro rechazo de banda.

Fuente: Elaboración propia (2021).

El rectificador de precisión nos entrega la señal sEMG solo con componente positiva, manteniendo las variaciones de voltaje producida por la contracción muscular voluntaria, en la figura 14 se observa la señal obtenida en esta etapa.

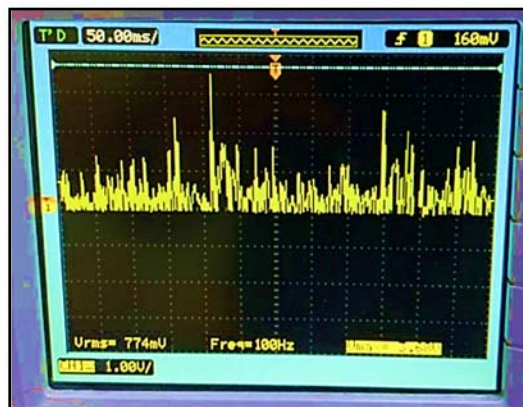


Figura 14. Señal sEMG medida a la salida del Amplificador rectificador de precisión de anda completa.

Fuente: Elaboración propia (2021).

Finalmente, esta señal se suaviza, integrando las variaciones de voltaje producidas por los músculos, como se observa la figura 15, entregando una señal de DC que puede ser leída fácilmente por un convertidor analógico a digital sencillo. Los niveles de voltaje de la señal de salida pueden ser ajustados con el amplificador no inversor de la etapa del rectificador de precisión.

## ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL PARA BIOPOTENCIALES SUPERFICIALES MIOGRÁFICOS LARGOS CON ELECTRODOS SUPERFICIALES SECOS

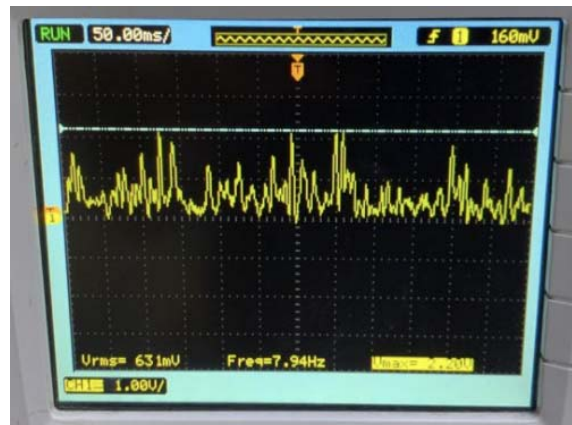


Figura 15. Señal sEMG medida a la salida del suavizador y regulador de 5V.  
Fuente: Elaboración propia (2021).

### CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES

Las señales sEMG en la actualidad se están utilizando para el control de prótesis, con la tarjeta de acondicionamiento de señal diseñada es posible medir la intensidad con que se contraen voluntariamente los músculos largos de los brazos y lograr utilizar esta señal eléctrica para realizar el estudio de evaluación de riesgos y el control de prótesis. Utilizar un amplificador de instrumentación con una resistencia de entrada muy cercana a la resistencia de los electrodos de medición secos para evitar la pérdida o atenuación de las señales musculares, además de poder eliminar el ruido en modo común utilizando una ganancia baja menor o igual a 10 en esta etapa.

El filtro rechazo de banda es indispensable para eliminar la enorme contribución de la componente de 60Hz en las señales bioeléctricas, por eso consideramos que los componentes como resistencias y capacitores deben ser de precisión con 1% de tolerancia al menos para esta etapa de reducción de ruido. Y así estar seguros de que eliminaremos solo la componente de 60Hz y no otras contribuciones generadas por las contracciones musculares. La necesidad de suavizar la señal a la salida del rectificador de precisión se hace para evitar realizar filtrado de señal extra mediante software y generar un atraso en la señal de salida.

En la actualidad se pueden conseguir tarjetas de adquisición de señales sEMG muy baratas y sencillas que solo utilizan el preamplificador de señales bioeléctricas, pero sin la protección de la tierra virtual y con filtros pasa banda muy básicos, que por lo general necesitan de la aplicación de filtros digitales realizados mediante software en los microcontroladores o dispositivo de procesamiento digital de señales (DSP), lo que implica un retraso en la señal de salida. La tarjeta de acondicionamiento de señal desarrollada en esta investigación no necesita la aplicación de filtrado extra mediante software de manera que se puede utilizar un microcontrolador de bajas prestaciones y velocidad de reloj baja para captación de las señales sEMG.

**ACONDICIONAMIENTO DE SEÑAL PARA BIOPOTENCIALES SUPERFICIALES  
MIOGRÁFICOS LARGOS CON ELECTRODOS SUPERFICIALES SECOS**

**REFERENCIAS**

- Burr-Brown (2005). Texas Instrument, Precision, Low Power Instrumentation Amplifiers INA129, October 1995 – revised April 2019. Obtenido de: <https://www.it.com/lit/ds/symlink/ina128.pdf>
- Chi, Y. M., Jung, T., & Cauwenberghs, G. (2010). Dry-Contact and Noncontact Biopotential Electrodes: Methodological Review. *IEEE Reviews in Biomedical Engineering*, 3, pp. 106-119. Obtenido de:  
<https://www.semanticscholar.org/paper/Dry-Contact-and-Noncontact-Biopotential-Electrodes%3A-Chi-Jung/9be1df07e4ffcec086af9fa6ff6177708bba6bb1>
- De Luca, C. J. (2006). Electromyographic. *Encyclopedia of Medical Devices and Instrumentation*. (John G. Webster, Ed.) John Wiley Publisher, pp. 98-106. Obtenido de:  
<https://www.delsys.com/downloads/TUTORIAL/emg-encyclopedia-of-medical-devices-and-instrumentation.pdf>
- Motchenbacher, C. D. & Connelly, J. A. (1993). Low-Noise Electronic System Design, USA. Obtenido de: <https://www.wiley.com/en-sg/Low+Noise+Electronic+System+Design-p-780471577423>
- Mújica-Ascencio, S. (2011). Adquisición de Señales EEG con Electrodos No- Invasivos de Alta Sensibilidad. [Tesis de Maestría] SEPI ESIME Zacatenco. Obtenido de:  
<https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/17791>
- MyoWare Muscle Senso (2015). 3-lead Muscle / Electromyography Sensor for Microcontroller Applications. Obtenido de: [www.AdvancerTechnologies.com](http://www.AdvancerTechnologies.com)
- Varela-Benítez, J. L., Rivera-Delgado, J. O., Espina-Hernández, J. H. & De la Rosa-Vázquez, J. M. (2015). Electrodo capacitivo de alta sensibilidad para la detección de biopotenciales eléctricos. *Revista mexicana de ingeniería biomédica*, 36(2), 131-142. Obtenido de:  
<https://doi.org/10.17488/RMIB.36.2.1pdf>
- Tompkins, W. J. (1993). Biomedical Digital Signal Processing: C-Language Examples and Laboratory Experiments for the IBM PC, Englewood Cliffs, NJ., Prentice-Hall. Obtenido de:  
[https://www.academia.edu/42979171/BIOMEDICAL\\_DIGITAL\\_SIGNAL\\_PROCESSING\\_C\\_Language\\_Examples\\_and\\_Laboratory\\_Experiments\\_for\\_the\\_IBM\\_PC](https://www.academia.edu/42979171/BIOMEDICAL_DIGITAL_SIGNAL_PROCESSING_C_Language_Examples_and_Laboratory_Experiments_for_the_IBM_PC)



PLAN ESTRATÉGICO DE MERCADOTECNIA PARA EL  
POSICIONAMIENTO DEL LABORATORIO BIOS LAB EN LZC

PLAN ESTRATÉGICO DE MERCADOTECNIA PARA EL  
POSICIONAMIENTO DEL LABORATORIO BIOS LAB EN LZC  
STRATEGIC MARKETING PLAN FOR THE POSITIONING OF THE BIOS LAB  
LABORATORY IN LZC

Nora Eloisa Herrera Hernández <sup>1</sup>

Rebeca Almanza Jiménez <sup>2</sup>

Alma Rosa Tapia Tapia <sup>3</sup>

## RESUMEN

En la actualidad todas las empresas y negocios, por más pequeños que se encuentren, necesitan el desarrollo de un buen plan de marketing para obtener mejores resultados en sus propósitos. Se tiene que elaborar una guía de ruta que sirva de referencia a la hora de planificar todas las acciones y estrategias más en estos tiempos que se pasaron durante y después del COVID-19. El presente proyecto se basa en un plan de marketing que tiene como objetivo lograr el posicionamiento del Laboratorio Bios LAB análisis clínicos y microbiológicos en la Ciudad de Lázaro Cárdenas Michoacán, logrando que cada la comunidad lo mantenga como una de sus opciones al momento de acudir a este tipo de servicios.

Como empresa prestadora de un servicio análisis clínicos trabaja en la percepción o la imagen de los pacientes se van creando en cuanto al servicio que presta, en el cual se maneja la confianza, agilidad, calidad y amabilidad, al momento de la toma de los exámenes y también en el momento de la entrega de los resultados, en cuanto al precio, en este sector son altamente competitivos y varían de acuerdo a la complejidad de los exámenes. Por ende, el laboratorio de análisis clínicos Bios LAB con dicha investigación desea incrementar el número de pacientes que requieran la prestación del servicio, y para alcanzarlo se deben realizar algunas estrategias de marketing para poder posesionarse en el mercado exitosamente, esto se logra mediante una excelente campaña publicitaria a través de medios visuales, tecnológicos y tradicionales para conseguir una buena imagen y una excelente satisfacción del cliente.

**PALABRAS CLAVE:** Plan de mercadotecnia, posicionamiento, redes sociales

**Fecha de recepción:** 30 de enero, 2023.

**Fecha de aceptación:** 30 de marzo, 2023.

<sup>1</sup> Profesora de Tiempo completo, Ciencias Económico-Administrativas. Tecnológico Nacional de México (TecNM) IT. Lázaro Cárdenas. Licenciado en Ciencias de la Comunicación UANL, Maestra en Dirección de la Comunicación. [nor45941@hotmail.com](mailto:nor45941@hotmail.com)

<sup>2</sup> Profesora de Tiempo Completo, Ciencias Económico-Administrativas. Tecnológico Nacional de México (TecNM) IT. Lázaro Cárdenas. [rebeca.aj@hotmail.com](mailto:rebeca.aj@hotmail.com)

<sup>3</sup> Profesora de Tiempo completo, Ciencias Económico-Administrativas. Tecnológico Nacional de México (TecNM) IT. Lázaro Cárdenas: [altapi2003@yahoo.com.mx](mailto:altapi2003@yahoo.com.mx)





## PLAN ESTRATÉGICO DE MERCADOTECNIA PARA EL POSICIONAMIENTO DEL LABORATORIO BIOS LAB EN LZC

### ABSTRACT

Today all companies and businesses, however small they may be, need the development of a good marketing plan to obtain better results in their purposes. A road guide must be drawn up to serve as a reference when planning all the actions and strategies in these times that occurred during and after COVID-19. This project is based on a marketing plan that aims to achieve the positioning of the Bios LAB clinical and microbiological analysis Laboratory in the City of Lázaro Cárdenas, Michoacán, ensuring that each community maintains it as one of its options when going to this type of services.

As a company that provides a clinical analysis service, it works on the perception or image of patients that is created in terms of the service it provides, in which trust, agility, quality and friendliness are managed, at the time of taking the exams. and also at the time of delivery of the results, in terms of price, in this sector they are highly competitive and vary according to the complexity of the exams. Therefore, the Bios LAB clinical analysis laboratory with said investigation wishes to increase the number of patients that require the provision of the service, and to achieve this, some marketing strategies must be carried out in order to be able to position themselves in the market successfully, this is achieved through an excellent advertising campaign through visual, technological and traditional media to achieve a good image and excellent customer satisfaction.

**KEYWORDS:** Marketing plan, positioning, social networks

### INTRODUCCIÓN

El presente proyecto es una investigación para la aplicación de un plan mercadológico de un servicio de laboratorio de análisis clínicos en la Ciudad y Puerto de Lázaro Cárdenas Michoacán, en él se analiza a la empresa internamente y exteriormente, además del mercado meta que quiere alcanzar. Por ende, el servicio de laboratorio Bios LAB debe tener algunos lineamientos estratégicos que le permitirán avanzar y lograr su posicionamiento en el mercado generando nuevos usuarios y creando una fidelización de sus pacientes actuales, y así obtener una participación de mercados en el sector de laboratorios clínicos de la ciudad, aun mas después de la pandemia. Cabe mencionar que el objetivo e implementar un plan de mercadeo que le permita lograr para el posicionamiento en la Ciudad de Lázaro Cárdenas.

#### Planteamiento del problema

Actualmente las empresas debido las bajas ventas que dejo la pandemia han tenido que crear nuevas estrategias de posicionamiento en el mercado debido a que cada día existe una gran demanda sobre empresas que desean posicionarse en la mente de su público objetivo con la propósito de obtener ventajas competitivas y lograr un posicionamiento en el mercado, para lograr mejores ganancias y se posicionen en los diferentes sectores, pues no es fácil que las empresas permanezcan en un mundo globalizado y competitivo en el cual se encuentra hoy en día. Por esta razón, en la Ciudad de Lázaro Cárdenas Michoacán se ha mostrado un aumento en cuanto a servicios de análisis clínicos de laboratorios, esto debido a que las empresas tanto públicas como privadas del sector salud han buscado el cuidado de la población a través de la promoción y la prevención más después de la pandemia que se enfrentó.



## PLAN ESTRATÉGICO DE MERCADOTECNIA PARA EL POSICIONAMIENTO DEL LABORATORIO BIOS LAB EN LZC

Cabe resaltar que, en la ciudad, hay alrededor de 20 laboratorios clínicos, con razón social de particular quienes ofrecen el servicio de toma y procesamiento de muestras, de los cuales Bios LAB tiene como propósito formar parte, por ser una empresa nueva en la ciudad es poco reconocida en el sector salud. De acuerdo a esto la empresa tiene como objetivo realizar un plan estratégico de posicionamiento en el mercado con el objetivo de incrementar el número de pacientes, así como también implementar procesos administrativos que ayuden en el crecimiento organizacional con el fin de obtener resultados de eficacia y eficiencia, que permitan una mayor competitividad a nivel local.

A fin de lograrlo se realizó una investigación para identificar las necesidades del cliente, además se desarrollarán e implementarán algunas estrategias de marketing que permitirán el posicionamiento del laboratorio en la ciudad, así como también ofrecer un mejor servicio al cliente y la comunidad lazarocardenese que sea de calidad, mas en estos tiempos que dejo la pandemia.

### Objetivo general

Diseñar e implementar un plan estratégico para el posicionamiento del laboratorio Bios LAB análisis clínicos y microbiológicos en la Ciudad de Lázaro Cárdenas.

### Objetivos específicos

- a) Indagar sobre las necesidades de los clientes actuales y futuros a través de una investigación de mercado.
- b) Analizar e interpretar los datos obtenidos conforme a la investigación de mercado realizada.
- c) Diseñar e implementar un plan estratégico de posicionamiento apropiado para el laboratorio Bios LAB.

### Hipótesis

Con la implementación de un plan estratégico de mercadotecnia se posicionará el laboratorio de análisis clínicos y microbiológicos Bios LAB

X=Plan estratégico de mercadotecnia

Y=Posicionamiento del laboratorio

### JUSTIFICACIÓN

Este proyecto tiene como objetivo principal la elaboración e implementación de un plan estratégico para el posicionamiento del laboratorio Bios LAB en la Ciudad de Lázaro Cárdenas. En base a esto es importante encontrar un correcto posicionamiento de mercado debido a que la empresa es nueva en el sector salud, tomando en cuenta también que la competencia cada vez se presenta con mayor fuerza, así como los múltiples deseos y exigencias que los clientes demandan. Un buen posicionamiento en el mercado consigue dar más visibilidad y credibilidad a la empresa, otorgando una imagen propia de la misma en la mente del cliente, que la hará diferenciarse de las demás.

Es por ello, desarrollar una estrategia de marketing exitosa, además de realizar un análisis de la competencia y conocer qué posición ocupa la empresa en la mente de las personas de la región. El

## PLAN ESTRATÉGICO DE MERCADOTECNIA PARA EL POSICIONAMIENTO DEL LABORATORIO BIOS LAB EN LZC

llevarlo a cabo, permitirá a la empresa ser más competitiva en el mercado a través de la implementación de diferentes estrategias de mercadotecnia que ayuden a identificar las necesidades y deseos de los clientes para así diseñar mejores programas de comunicación sobre los servicios ofrecidos logrando la fidelización de cada uno de los pacientes que hagan uso de estos servicios.

Entre los impactos que dicha investigación trae consigo son impacto social que al ser una empresa nueva en el servicio de análisis clínicos y microbiológicos, las personas tendrán una nueva opción de un laboratorio confiable y eficiente. ; en el ético, el laboratorio cuenta con un perfil de ética en el manejo de información específica y fidedigna a la hora de obtener los resultados de los análisis; en lo que respecta al tecnológico cuenta con la mejor tecnología para la toma de muestras analíticas, de esta manera se llega a la automatización del trabajo analítico, obteniendo resultados más específicos y confiables; en lo económico, genera algunos incrementos monetarios en la prestación de este servicio. Por ende, contribuye en la economía de las personas al manejar precios accesibles. Y, por último, en lo ambiental Contribuye en la mejora de la contaminación del medio ambiente debido a que no hay consumo de combustibles fósiles; por lo tanto, las emisiones atmosféricas solo se conducen a un impacto ambiental puntual. Además, que dentro de la empresa se cuenta con un sistema de organización de limpieza, para la separación de los desechos de basura.

### MARCO TEORICO

#### Conceptualización de plan estratégico de mercadotecnia

En la actualidad, resulta de gran importancia que todas las personas relacionadas con el área de marketing conozcan en qué consiste el plan de marketing por lo que Thompson (2006) lo define como “un valioso instrumento que sirve de guía a todas las personas que están vinculadas con las actividades de mercadotecnia de una empresa u organización porque describe aspectos tan importantes como los objetivos de mercadotecnia que se pretenden lograr, el cómo se los va a alcanzar, los recursos que se van a emplear, el cronograma de las actividades de mercadotecnia que se van a implementar y los métodos de control y monitoreo que se van a utilizar para realizar los ajustes que sean necesarios”.

Además, presenta una visión clara de la situación actual de la marca y los objetivos a lograr, por lo tanto, Pinto (2018) lo define de esta manera “es un documento que contiene la planificación estratégica y acciones a llevar a cabo para que una marca logre conseguir sus objetivos de negocio.”. Así mismo, Marciniak (2013) nos comenta lo siguiente “un plan estratégico es una herramienta que recoge lo que la organización quiere conseguir para cumplir su misión y alcanzar su propia visión. Entonces ofrece el diseño y la construcción del futuro para una organización, aunque éste futuro sea imprevisible”.

#### Importancia

Hoy en día, para las empresas un plan estratégico de mercadotecnia es un elemento vital y de prioritaria realización, ya que determina no solo las acciones y el camino que seguirá a largo plazo, si no que define los valores de identidad y fundamentos de la misma por lo que Martínez (2019) nos dice que este “determina la dirección que tomará una organización implicando a todas las personas y procesos en ella, lo que permite crear sinergias y ayuda a la realización de los objetivos fijados por la misma”. Por otro lado, Plaza-Vidaurre(2019) nos menciona que “es un proceso mediante el cual se implementan los planes operativos para que una empresa pueda alcanzar sus objetivos”.

## PLAN ESTRATÉGICO DE MERCADOTECNIA PARA EL POSICIONAMIENTO DEL LABORATORIO BIOS LAB EN LZC

Sin embargo, en un entorno competitivo es imposible lograr los objetivos sin un plan definido por lo que Ríos-Ramos (2010) nos comenta que “ayuda a que los líderes de una organización plasmen la dirección que quieren dar a la empresa, y cuando este plan es transmitido hacia toda la organización, ésta generará sinergias en todo el personal para la obtención de sus objetivos”.

### Objetivo

Según Argudo (2017) los objetivos del plan de marketing deben encajar con los objetivos generales del negocio, para que los mensajes que se va transmitir sea coherente con la marca y la dirección de la empresa. Es por ello, que existen parámetros tanto en los objetivos de marketing generales y específicos, así como también objetivos de marketing cualitativos y cuantitativos, y algunos de estos son: aumentar el índice de las ventas, desarrollar impacto en la marca, aumentar la cuota del mercado en el producto y/o servicio; atraer a nuevos clientes, posesionar a la empresa en el mercado internacional o local, introducir técnicas de fidelización y mejorar las relaciones con los clientes, así como, aumentar los beneficios anuales, trimestrales o semestrales de la empresa.

### Ventajas del plan estratégico de mercadotecnia

Con respecto, a las ventajas que trae consigo el plan estratégico de mercadotecnia, es importante que la empresa cuente con uno hoy en día, no importa el tamaño resulta clave para el éxito de la misma, por ende, González(s.f.) menciona las siguientes ventajas: a) Proporciona al negocio un enfoque; b) identifica las herramientas que la empresa puede utilizar; c) ahorra tiempo y dinero; d) diferencia a la empresa de la competencia; e) traduce la visión de la empresa, misión, objetivos, en las iniciativas de marketing de forma eficaz; f) sirve como base para todas las campañas de comunicación y publicidad; g) mejora la eficacia del mensaje de marketing a los clientes y socios (junta directiva) ; h) aumenta de las ventas y los beneficios; i) crea preferencia del consumidor a la marca entre otras.

### Elementos del plan de marketing

De acuerdo a Bonilla (2020) los elementos que contiene un plan estratégico de mercadotecnia son siete elementos que son de gran importancia para el negocio, ya que este marca el camino o la meta hacia donde se va dirigir la empresa: Entre los elementos está lo siguientes: 1) La **misión** define la razón de existir de un negocio: qué hace la organización, qué soluciones ofrece y cuál es su público objetivo; 2) La **visión** es la imagen a futuro de un negocio y define su sentido de dirección y hacia dónde moviliza su energía y operaciones; 3) Los **valores** son el conjunto de principios y creencias que guiarán tu organización; 4) Los **objetivos** son los fines que se buscan alcanzar en el período de tiempo que se traza el plan estratégico; 5) Las **metas** son concretas, específicas y responden a cada objetivo. 6) Los **medidores** del plan estratégico definen qué se va a medir y cuál va a ser el estándar de éxito, y 7) El **análisis de riesgos** define las limitantes internas y externas que pueden afectar la implementación del plan estratégico.

### Conceptualización de posicionamiento en el mercado

Actualmente lograr un buen posicionamiento en el mercado es fundamental para toda organización conlleva a que el producto o servicio que brinda pueda ser reconocido en su ámbito de

## PLAN ESTRATÉGICO DE MERCADOTECNIA PARA EL POSICIONAMIENTO DEL LABORATORIO BIOS LAB EN LZC

inmediatamente como lo menciona Galeano (2022) dice que “se refiere a la percepción que los consumidores poseen sobre determinadas marcas, nombres comerciales o empresas en relación con sus competidores”. De tal manera lograr posicionarte en la mente de los consumidores hará que elijan esa marca o servicio por encima de las demás, simplemente porque es lo primero que viene a su mente al pensar en un bien o servicio que necesiten como también nos indica Coll-Morales (2020) lo define como “la posición que ocupa un producto o servicio de una empresa determinada en la mente de los consumidores. Siempre tomando como referencia a sus competidores, tanto directos como indirectos”.

Así mismo, la manera en que el producto o servicio es percibido o posicionado dentro de la mente de los consumidores es un factor de suma importancia para su éxito, que el mismo producto o servicio en sí, Por otro lado, Barrón-Araoz (2000) dice que “el posicionamiento comienza con un producto que puede ser un artículo, un servicio, una compañía, una institución e incluso una persona. Este no se refiere al producto, sino a lo que se hace con la mente de los probables clientes; o sea, cómo se ubica el nombre del producto en la mente de éstos”. Además, se refiere también a las estrategias orientadas a crear y mantener en la mente de los clientes un determinado concepto del producto o servicio de la empresa en relación con la competencia, siendo parte de una progresión natural cuando se utiliza la segmentación de mercado como lo plantea García (2017) que este “se elabora a partir de la percepción que tiene el consumidor de la marca y en comparación sobre la competencia de la empresa”. Finalmente, Mora & Schupnik (2001) dicen que “es el lugar que ocupa un producto o servicio en la mente del consumidor y es el resultado de una estrategia especialmente diseñada para proyectar la imagen específica de ese producto, servicio, idea, marca o hasta una persona”.

### Objetivo de posicionamiento

De acuerdo a la importancia que tiene el lograr un buen posicionamiento, Barrón-Araoz (2000a) menciona el objetivo de este “tiende a situar o posicionar el nombre, la imagen de un determinado producto en un lugar tal que aparezca ante los usuarios o consumidores como el que reúne las mejores características y atributos en la satisfacción de sus necesidades. Esto resume el objetivo principal del marketing”.

### Tipos de posicionamiento de mercado

Debido a que la competencia entre empresas cada vez es más fuerte, no alcanzar un buen posicionamiento de mercado no conlleva a escoger una única ruta para lograrlo, por tanto, Coll-Morales (2020a) comenta que existen numerosas vías para lograr un buen posicionamiento de mercado, tanto para la empresa como para el bien o servicio. En este sentido, las vías mediante las que podemos lograr un buen posicionamiento de mercado son: a) Estratégica, b) Diferenciación; c) Competitiva; d) Beneficio; y e) Nicho de mercado.

### El proceso de posicionamiento en el mercado

Así como también existes diferentes tipos de posicionamiento, existen diferentes maneras de llevar a cabo un proceso del mismo, por lo tanto Galeano(2022) menciona algunos pasos básicos que hay que realizar para ejecutar estos procesos: Segmentación del mercado, evaluación de cada segmento, Selección de un segmento (o varios) que podrían ser el objetivo, identificación de las

## PLAN ESTRATÉGICO DE MERCADOTECNIA PARA EL POSICIONAMIENTO DEL LABORATORIO BIOS LAB EN LZC

diversas posibilidades de posicionamiento para cada segmento escogido, selección y desarrollo de un concepto de posicionamiento.

Por otro lado, los factores comunes en una estrategia de posicionamiento para triunfar en el posicionamiento hay que tener presente una serie de aspectos, hay que procurar distinguirse de la competencia, siendo lo más originales posibles y evitando las copias; intentar dar una imagen lo más fiel posible a la naturaleza de la entidad y a las características únicas de sus artículos; proporcionar ventajas para el usuario; debe consistir en un proceso de perfeccionamiento de la enseña, además de un aumento del valor añadido; con vistas a la rentabilidad es preferible que la estrategia de posicionamiento resulte medible.; el posicionamiento no debe dañar la imagen de la compañía o al funcionamiento en el mercado.(García, 2017).

### METODOLOGIA

En la presente investigación se aplicó un estudio descriptivo correlacional el cual consiste en un método de investigación que implica observar el comportamiento de las variables y así poder describir algunos de sus atributos. Por otro lado, la investigación correlacional, es un método que describe y predice cómo se relacionan naturalmente las variables, sin ningún intento por parte del investigador de alterarlas o asignarles causalidad (Mejía, 2019) la define como un tipo de investigación no experimental en la que los investigadores miden dos variables y establecen una relación estadística entre las mismas (correlación), sin necesidad de incluir variables externas para llegar a conclusiones relevantes”.

Tabla. No. 1 Operacionalidad de las variables

Variabes X y Y	Dimensiones	Indicadores	Instrumento de investigación	Análisis de Datos
Plan estratégico del marketing	Objetivo del marketing	Medios publicitarios Imagen Cliente	Encuesta Escala de Likert	Excel
Posicionamiento	Percepción del cliente	Oferta Competencia Satisfacción del cliente	Encuesta Escala de Likert	Excel

Fuente: Elaboración propia

### Instrumento

Con respecto al, instrumentó que se utilizó en dicha investigación fue un cuestionario basado en las variables de la hipótesis con un total 36 preguntas en escala Likert, para la recolección de la información. Dicho instrumento estaba estructurado de la siguiente manera: a) Introducción: una breve invitación a contestar la encuesta y el espacio ideal para comentarles que sus opiniones o respuestas están seguras; b) Preguntas de evaluación del encuestado: en este punto están las preguntas de evaluación es decir el nombre, la edad, sexo y otros datos personales como de gran relevancia para la encuesta; c) Objetivo: se da mención al objetivo del instrumento de investigación y su importancia; d) Instrucciones: se abarcan los criterios para poder contestar la encuesta; e) Calificación: dado que la encuesta es escala Likert se mostrarán las calificaciones que se le pueden asignar a las preguntas de acuerdo a sus experiencias con las mismas y, f) Cuerpo y demografía: el desarrollo de las preguntas. Este, fue aplicada de manera objetiva, cuya finalidad fue detectar el

**PLAN ESTRATÉGICO DE MERCADOTECNIA PARA EL  
 POSICIONAMIENTO DEL LABORATORIO BIOS LAB EN LZC**

problema mercadológico que se tiene y con ello darle la mejor solución, para lograr un posicionamiento dentro de un mercado tan competitivo en Lázaro Cárdenas.

**Muestra**

Para la determinación de la muestra se utilizó la formula finita con un universo de 183,185 y con un nivel de confianza de 95%, una probabilidad a favor del 50%, una probabilidad en contra del 50% con una estimación de error del 5% arrojando un total de 383 encuestas que se aplicaran, en la Ciudad de Lázaro Cárdenas y su zona metropolitana. Con respecto a los puntos de muestreo se utilizó el muestreo simple, de manera libre el azar y la selección aleatoria de los miembros del universo.

Cuadro 1. *Determinación del espacio muestral*

VARIABLE	DEFINICION	VALORES
<i>n</i>	Tamaño de la muestra.	383
<i>z</i>	Valor normal estándar correspondiente al nivel de confianza deseado. ( $\alpha= 95\%$ )	1.96
<i>p</i>	Probabilidad de que el evento ocurra o de aceptabilidad del mismo	0.5
<i>q</i>	Probabilidad de que el evento no ocurra o de no aceptabilidad del mismo $= (1 - P)$	0.5
<i>s</i>	Error máximo admisible $= ( 1 - \alpha )$	0.05
<i>N</i>	Tamaño de la población	183,185

Fuente. *Elaboración propia*

$$n = \frac{(1.96)^2 (183,185) (0.50) (0.50)}{(0.05)^2 (183,185 - 1) + (1.96)^2 (0.50) (0.50)}$$

$$n = \frac{(3.8416) (45,796.25)}{(0.0025) (183,184) + (3.8416) (0.25)}$$

$$n = \frac{175,930.874}{457.96 + 0.9604}$$

$$n = \frac{175,930.874}{458.9204}$$

$$n = 383.358147$$

$$n = \underline{\underline{383}}$$

**RESULTADOS**

Con respecto a si cree que el laboratorio se interesa por el bienestar de sus clientes, el 29% respondió que está “Totalmente de acuerdo” que dentro de este tipo de servicio la atención a sus clientes es fundamental para que ellos puedan además recomendar y hablar bien del servicio y trato que les dan, y el 58% comentan que “De acuerdo” que el laboratorio se interese y preocupe por el bienestar de sus clientes para que pueda ser competitivo en la región.



## PLAN ESTRATÉGICO DE MERCADOTECNIA PARA EL POSICIONAMIENTO DEL LABORATORIO BIOS LAB EN LZC

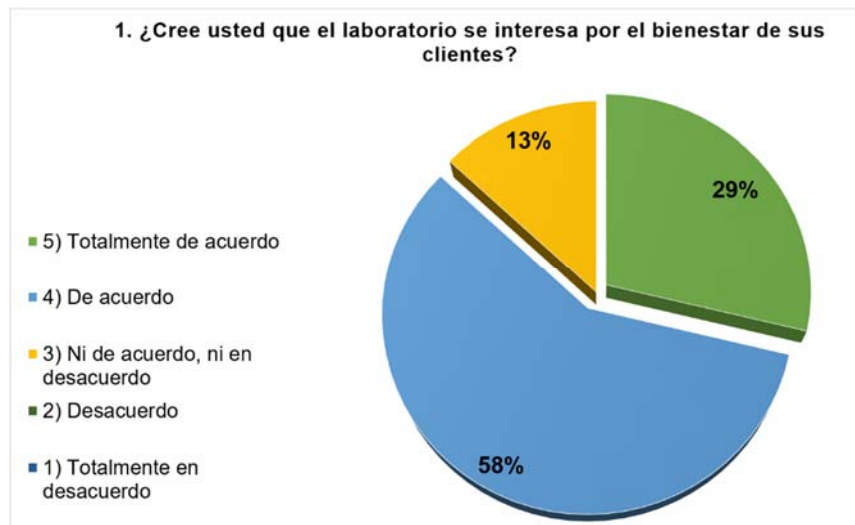


Figura No. 1 El laboratorio clínico se interesa por el bienestar de los clientes

En relación si al momento de acudir a un laboratorio se toma en cuenta la imagen del mismo, un 54% está "Totalmente de acuerdo" que para ellos es muy importante la imagen que estos laboratorios tiene en el mercado, en cuando al servicio, trato, precios para poder decidir si ellos acuden y un 41% está "De acuerdo" por lo que Bios LAB deberá enfocarse en mantener una imagen siempre atractiva y de calidad para el público.

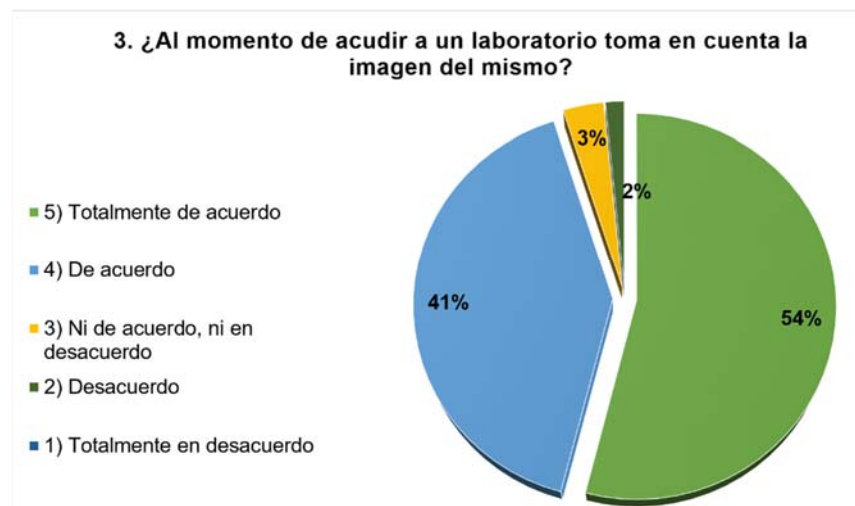


Fig. 2 Importancia de la imagen



## PLAN ESTRATÉGICO DE MERCADOTECNIA PARA EL POSICIONAMIENTO DEL LABORATORIO BIOS LAB EN LZC

Con respecto, a la importancia de los medios publicitarios para proyectarse, el 65% está totalmente de acuerdo, que el uso de cualquier medio de publicad tanto digital o como tradicional son importantes, les da proyección a su empresa, así como les permite realizar promociones, darse a conocer, posicionarse en otros mercados, mientras que el 35% está de acuerdo, que los medios publicitarios son básicos para que una empresa no importa el ramo o giro necesita utilizarlos para lograr un posicionamiento en el mercado.

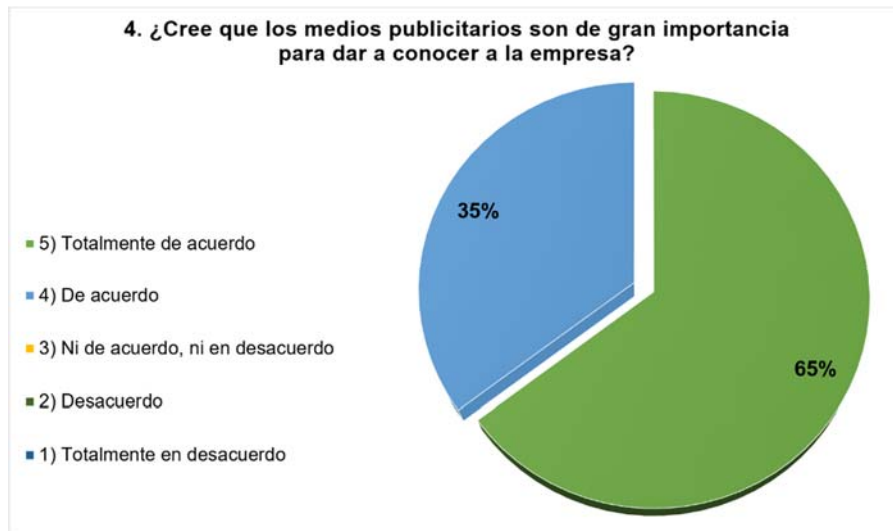


Fig. 3 Importancia de los medios publicitarios para proyectarse

En lo que toca, porque medios de comunicación conoció o supo del laboratorio, el 76% comentó que desconocía que este laboratorio brindara servicio; 9% volanteo que es muy utilizado por la mayoría de los pequeños negocios, el contar con una persona regale estos documentos, que además ayudan a brindar través de estas promociones de descuento.; el 8% expresó a que a través de anuncio publicitario que veían desplegado en el transporte público fue como se dieron cuenta del laboratorio y el 5% manifestó que a través de la redes sociales que a través de un amigo o familiar se lo compartió.

## PLAN ESTRATÉGICO DE MERCADOTECNIA PARA EL POSICIONAMIENTO DEL LABORATORIO BIOS LAB EN LZC

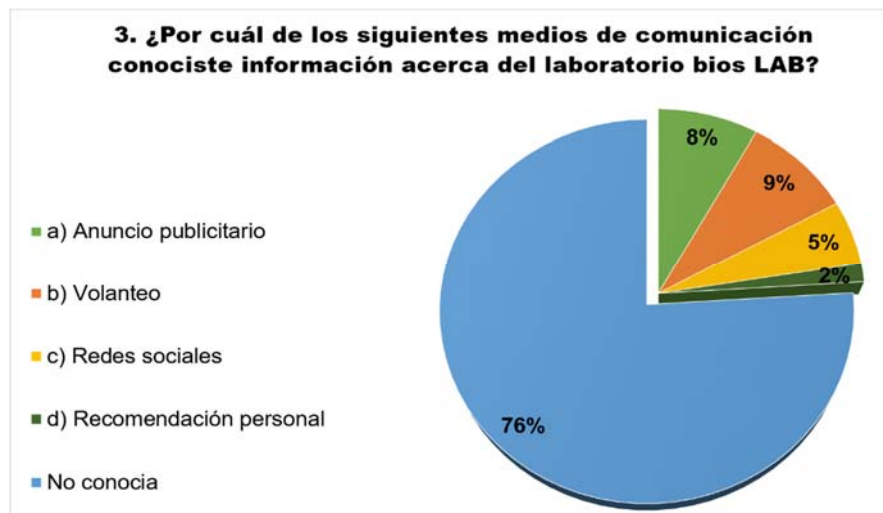


Fig. 3a Medios comunicación utilizados por el Laboratorio Bio Lab

Con lo que respecta a la competitividad en cuanto a laboratorios clínicos, el 67% comentó que está Totalmente de acuerdo que exista competencia entre los laboratorios, esto permite que brinden un mejor servicio, mejores precios, el 27% está “De acuerdo” dicen que están conscientes de la gran demanda de laboratorios que hay en la ciudad, así mismo tienen la opción de recurrir al que mejor cumpla y cubra sus necesidades.



Fig. 4 Competitividad entre los laboratorios clínicos

En relación a si la empresa ofrece ventaja competitiva, el 69% está De acuerdo que este tipo de servicios ofrezcan competitividad a sus clientes, al brindar un buen servicio al cliente, que cuente con personal capacidad, que sean objetivos con los resultados clínicos, y brinde buenas promociones ayudara a los mismos clientes lo recomienden; mientras que el 23% está Totalmente de acuerdo que

## PLAN ESTRATÉGICO DE MERCADOTECNIA PARA EL POSICIONAMIENTO DEL LABORATORIO BIOS LAB EN LZC

ser un laboratorio con ventajas competitivas, considera que el cliente acudirá a solicitar sus servicios y así mismo los recomendará.

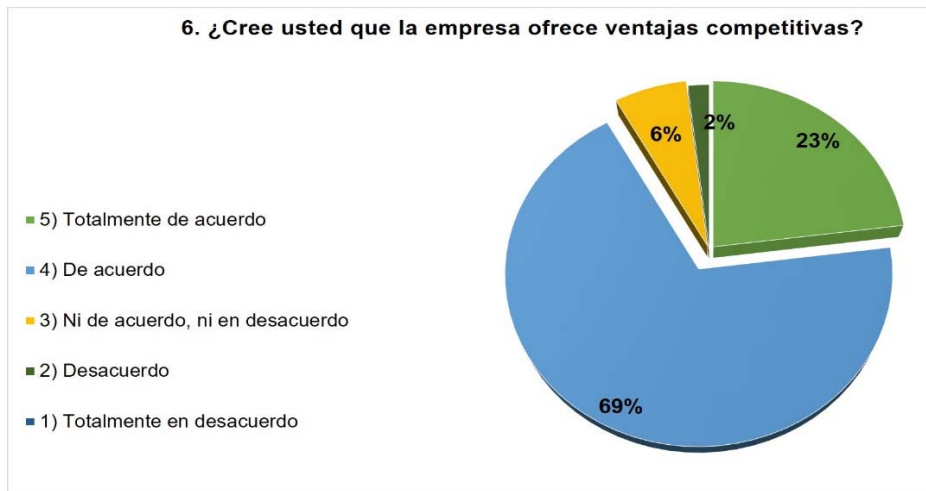


Fig.5 Ventajas competitivas

Con lo referente, a que el laboratorio ofrezca una gran variedad de promociones, el 48 % está Totalmente de acuerdo que el Laboratorio Bio Lab debe brindar continuamente promociones sobre los análisis clínicos como paquetes de estudios, precios preferenciales para doctores, cupones con ofertas temporales para que ellos como clientes tenga la oportunidad de hacer una mejor selección antes de ir a un laboratorio, mientras que el 43% está de acuerdo en que los laboratorios ofrezca promociones a los clientes para poder tener alternativas asistir y así como también precios justo que ayuden a la economía de la población lazarocardenese.



Fig. 6 Variedad de promociones

## PLAN ESTRATÉGICO DE MERCADOTECNIA PARA EL POSICIONAMIENTO DEL LABORATORIO BIOS LAB EN LZC

Finalmente, oferten promociones a los clientes, el 88% está Totalmente de acuerdo que el Laboratorio realice promociones mes con mes para que ellos como clientes tengan esta alternativa para hacer uso de este tipo de servicios cada vez que lo requieran y de esta manera se sientan motivados como clientes y el 11% considera que está totalmente de acuerdo que cada mes el laboratorio les brinde promociones sobre los tipos de estudios que tienen, a través de correos electrónicos para que los mantenga informados.



Fig. 8 Oferta promociones mensuales

### CONCLUSIONES

En conclusión, el plan de posicionamiento en el mercado de la empresa Bios LAB en la Ciudad de Lázaro Cárdenas se puede concluir que gracias a las estrategias de mercadeo utilizadas como fueron el mantener precios competitivos, crear paquetes de estudios a precios especiales y un descuento permanente a las personas de la tercera edad, así como el de repartir volantes en lugares concurridos, colocar anuncios publicitarios en vehículos de transporte público y compartimiento de redes sociales entre otros. Se logró mediante esto que algunas personas identificaran y se llegaran a interesar por adquirir los servicios que presta el laboratorio.

Aunque para la mayoría de las personas, actualmente el laboratorio tiene un bajo reconocimiento respecto a su nombre y el lugar donde se ubica, mediante las encuestas aplicadas se consiguió que pudieran identificarlo así como también nos pudimos dar cuenta que existe mucha competitividad en cuanto a los laboratorios de análisis clínicos por lo tanto Bios LAB tendrá que seguir trabajando e innovando con respecto a estrategias de marketing para obtener un mayor posicionamiento dentro del mercado y logre ser uno de los laboratorios más competentes a nivel local.

Cabe resaltar que, a pesar de la gran competencia que llega a tener el laboratorio este se mantiene competente referente a precios, que es un factor determinante que buscan los usuarios al momento de requerir la prestación del servicio, aunque para las personas encuestadas los factores fundamentales para que el servicio sea exitoso son la calidad, la buena prestación del servicio y que el personal esté calificado, para ellos es de gran importancia la calidez humana del personal tanto del personal que tiene contacto directo con el paciente como del personal que ayuda al desarrollo y

## PLAN ESTRATÉGICO DE MERCADOTECNIA PARA EL POSICIONAMIENTO DEL LABORATORIO BIOS LAB EN LZC

crecimiento de la organización, dándole un valor agregado a la prestación del servicio para cada uno de los pacientes y que a pesar que este se abrió durante la pandemia ha permanecido constante con sus estrategias mercadológicas tanto digitales como tradicionales para logran un posicionamiento en el mercado lazarocardenese.

### REFERENCIAS

- Barrón-Araoz, R. (2000). *El posicionamiento, una estrategia de éxito para los negocios*. Recuperado el 02 de mayo de 2021, de quipukamayoc: <https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtual/publicaciones/quipukamayoc/2000/segundo/posicionamiento.htm>
- Bonilla, N. (16 de Noviembre de 2020). *7 elementos de un plan estratégico*. Obtenido de nataliabonilla.org: <https://nataliabonilla.org/2020/11/16/7-elementos-de-un-plan-estrategico/>
- Coll-Morales, F. (17 de mayo de 2020). *Posicionamiento en el mercado*. Recuperado el 15 de abril de 2020, de economipedia.com: <https://economipedia.com/definiciones/posicionamiento-de-mercado.html>
- Espinosa, R. (2016). *Marketing estrategico: concepto, funciones y ejemplos*. Obtenido de robertoespinosa.es: <https://robertoespinosa.es/2016/10/23/marketing-estrategico-concepto-ejemplos>
- Galeano, S. (29 de octubre de 2020). *Qué es el posicionamiento de mercado: definición y claves para lograrlo*. Recuperado el 29 de abril de 2021, de marketing4ecommerce.mx: <https://marketing4ecommerce.mx/que-es-el-posicionamiento-de-mercado/>
- Galeano, S. (07 de enero de 2022). *Qué es el posicionamiento de mercado: definición y claves para lograrlo*. Recuperado el 19 de octubre de 2022, de marketing4ecommerce.m: <https://marketing4ecommerce.mx/que-es-el-posicionamiento-de-mercado/>
- García, I. (03 de noviembre de 2017). *Definición de posicionamiento*. Recuperado el 02 de mayo de 2021, de economiasimple.net: <https://www.economiasimple.net/glosario/posicionamiento>
- Marciniak, R. (07 de Enero de 2013). *¿Qué es un plan estrategico?* Obtenido de renatamarciniak.wordpress.com: <https://renatamarciniak.wordpress.com/2013/01/07/que-es-un-plan-estrategico/>
- Martínez, C. (22 de Marzo de 2019). *La importancia de un plan estratégico*. Obtenido de pqliarconsulting.com: <https://pqliarconsulting.com/importancia-plan-estrategico/>
- Mora, F., & Schupnik, W. (2001). El posicionamiento: La guerra por un lugar en la mente del consumidor. *Mercadeo.com*, 07.
- MBEAONLINE. (10 de junio de 2016). *Plan de Marketing: qué es y cómo hacerlo*. Recuperado el 30 de octubre de 2022, de master-mbaonline.com: <https://www.master-mbaonline.com/marketing/plan-marketing/>
- Moreno, J. (2022). *Qué es un plan de marketing y cómo crearlo [blo]*. Recuperado el 01 de noviembre de 2022, de blog.hubspot.es: <https://blog.hubspot.es/marketing/generador-plan-de-marketing>



**PLAN ESTRATÉGICO DE MERCADOTECNIA PARA EL  
POSICIONAMIENTO DEL LABORATORIO BIOS LAB EN LZC**

- Olivar Urbina, N. (2021). El proceso de posicionamiento en el marketing: pasos y etapas. *Revista Academia & Negocios*, 7(1), 55-64. Recuperado el 21 de noviembre de 2022, de <https://www.redalyc.org/journal/5608/560865631007/html/>
- Plaza-Vidaurre, V. (2019). *¿Cuál es la importancia del planeamiento estratégico?(blog)*. Obtenido de [blogposgrado.ucontinental.edu.pe](https://blogposgrado.ucontinental.edu.pe): <https://blogposgrado.ucontinental.edu.pe/cual-es-la-importancia-del-planeamiento-estrategico>
- Santos, B. (09 de noviembre de 2022). *¿Cómo tener un buen posicionamiento de mercado?(blog)*. Obtenido de [hotmart.com](https://hotmart.com): <https://hotmart.com/es/blog/posicionamiento-de-mercado>
- Thompson, I. (Octubre de 2006). *El plan de marketing*. Obtenido de [marketing-free.com](https://www.marketing-free.com): <https://www.marketing-free.com/marketing/plan-marketing.html>
- Question Pro. (s.f.). *Posicionamiento de mercado: Qué es y cómo lograrlo(blog)*. Recuperado el 30 de octubre de 2022, de [questionpro.com](https://www.questionpro.com): <https://www.questionpro.com/blog/es/posicionamiento-de-mercado/>



## Transformación administrativa y financiera de las MiPymes de Lázaro Cárdenas, Michoacán, como estrategia competitiva ante los efectos del covid-19

Administrative and financial transformation of the MiPymes of Lázaro Cárdenas, Michoacán, as a competitive strategy in the face of the effects of covid-19

Rafael Casas Cárdenaz<sup>1</sup>

Ofelia Barrios Vargas<sup>2</sup>

Ma. Rosalina González Chávez<sup>3</sup>

### RESUMEN

El presente trabajo de investigación, está orientado a las MiPymes de Lázaro Cárdenas, Michoacán, por la importancia que representan en la economía de nacional y local, así como la creación de empleos. Sin embargo, el promedio de vida de las mismas, de conformidad con datos del Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI (2019), la esperanza de vida promedio de un negocio en México, en el sector manufactura es 9.7, en comercio 6.9 y en servicios privados no financieros 8 años respectivamente. De igual manera, de acuerdo con este organismo, el Instituto Nacional del Emprendedor (INADEM) y el Banco Nacional de Comercio Exterior (BANCOMEXT), en la encuesta nacional sobre productividad y competitividad de las micro, pequeñas y medianas empresas (2019), 95.4% son micro, un 3.6% son pequeñas, un 0.8% son medianas y concentran el 72. % de los empleos formales en el país. En el presente, estas unidades económicas, hacen frente a los efectos derivados de la pandemia de COVID 19, por cierre definitivo, otras con mermas en sus resultados económicos. Así mismo durante 2022, se presentó, una creciente inflación, creando un entorno de incertidumbre en estos establecimientos, lo que obliga a modificar sus procesos. Por lo anterior, como estrategia competitiva, se propone la transformación administrativa y financiera para hacer frente a la problemática descrita.

**PALABRAS CLAVES:** Administración, competitividad, finanzas, MiPymes.

**Fecha de recepción:** 13 de febrero, 2023.

**Fecha de aceptación:** 29 de marzo, 2023.

<sup>1</sup> Departamento de Ciencias Económico-Administrativas. Tecnológico Nacional de México, Campus Lázaro Cárdenas, Michoacán, México [Rafael.casas@lcardenas.tecnm.mx](mailto:Rafael.casas@lcardenas.tecnm.mx)

<sup>2</sup> Departamento de Ingeniería Industrial. Tecnológico Nacional de México, Campus Lázaro Cárdenas, Michoacán, México [ofelia.barrios@lcardenas.tecnm.mx](mailto:ofelia.barrios@lcardenas.tecnm.mx)

<sup>3</sup> Departamento de Ciencias Económico-Administrativas. Tecnológico Nacional de México, Campus Lázaro Cárdenas, Michoacán, México [marosalina.gonzalez@lcardenas.tecnm.mx](mailto:marosalina.gonzalez@lcardenas.tecnm.mx)



**Transformación administrativa y financiera de las MiPymes de Lázaro Cárdenas,  
Michoacán, como estrategia competitiva ante los efectos del covid-19**

## ABSTRACT

This research work is oriented to the MiPymes of Lázaro Cárdenas, Michoacán, due to the importance they represent in the national and local economy, as well as the creation of jobs. However, their average life, according to data from the National Institute of Statistics and Geography INEGI (2019), the average life expectancy of a business in Mexico, in the manufacturing sector is 9.7, in commerce 6.9 and in non-financial private services 8 years respectively. In the same way, according to this organization, the National Institute of the Entrepreneur (INADEM) and the National Bank of Foreign Trade (BANCOMEXT), in the national survey on productivity and competitiveness of micro, small and medium-sized companies (2019), 95.4 % are micro, 3.6% are small, 0.8% are medium and concentrate 72. % of formal jobs in the country. Actually, these economic units face the effects derived from the COVID 19 pandemic, due to definitive closure, others with losses in their economic results. Likewise, during 2022, a growing inflation occurred, creating an environment of uncertainty in these establishments, which forces them to modify their processes. Due to the above, as a competitive strategy, the administrative and financial transformation is proposed to deal with the problems described.

**KEYWORDS:** Administration, competitiveness, finance, smes.

Código JEL: F65, G3, M1, L25, O32

## INTRODUCCIÓN

En el mes de enero del año 2020, se da a conocer la noticia que, en la ciudad de Wuhan China, surge en diciembre de 2019, el brote de la enfermedad denominada covid-19, misma que de acuerdo a la información publicada en Forbes México (2020), es declarada como pandemia en marzo del mismo año, por la Organización Mundial de Salud (OMS). México a través de la secretaría de salud, se emitió un decreto que se publicó en el diario oficial de la federación, el día 24 de marzo, en el cual se establece detener las actividades no esenciales a partir del día 30 del mismo mes, hasta el 30 de abril, con el propósito de atenuar la propagación del virus SARS-CoV2, en la población. Estas medidas, se prolongaron hasta mayo de 2021, estableciéndose un retorno gradual por estado de la república, tomando en cuenta la incidencia y control de este padecimiento.

En México, con motivo del esparcimiento del virus, se recomendó la adopción de diferentes medidas de control, sobresaliendo la ampliación a nivel nacional de la sana distancia, así como la suspensión de las actividades no esenciales, hasta el 30 de mayo 2021, recomendación efectuada por el consejo de salubridad General. Adicionalmente, se estableció una estrategia para la reapertura de las actividades sociales, educativas y económicas, creándose un sistema de semáforo por regiones, evaluando de manera semanal, el riesgo derivado de la epidemia, relacionado con la reanudación de actividades, en cada entidad federativa.

La pandemia afectó intensamente a la mayoría de las naciones y el problema sigue latente, en diferentes ciudades se han presentado actualmente, aumento en los contagios, sin consecuencias extremas, principalmente por la vacunación de la población, sin embargo, los efectos financieros causados, por el cierre definitivo de establecimientos, la descapitalización, ante la falta de ingresos, de financiamientos, apoyos tributarios entre otros. sigue afectando a las MiPymes. Lo anterior impacta también el desarrollo económico del país, la actividad recaudatoria de la autoridad, problemas en la creación de empleos, el cierre de establecimientos y en consecuencia el incremento de la pobreza.





## Transformación administrativa y financiera de las MiPymes de Lázaro Cárdenas, Michoacán, como estrategia competitiva ante los efectos del covid-19

### METODOLOGÍA

Este trabajo de investigación, está sustentado en fuentes científicas, literarias, electrónicas, así mismo, de estadísticas de organismos gubernamentales, que aportan datos relevantes en este estudio, contribuyendo de manera determinante en el análisis de resultados. Además de lo anterior, se realizó un análisis de los resultados y estado administrativo y financiero, de 2 MiPymes, una de ellas con actividad no esencial, para identificar su evolución y realizar una comparación con el año inmediato anterior a la propagación de la pandemia, es decir, 2019 y 2020 y 2021. Todo esto, para recolectar datos de manera directa, dando origen a un enfoque empírico con análisis cuantitativo y cualitativo.

En esta investigación, la variable independiente es transformación financiera y administrativa y financiera, por tratarse del punto esencial del proyecto, que busca impactar en la variable dependiente, con la finalidad de aportar en la competitividad de las MiPymes. Por lo tanto, la variable dependiente es estrategia competitiva.

### MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

#### Administración

La administración es la ciencia que busca obtener resultados de máxima eficiencia, por medio de la coordinación de personas, cosas y sistemas que forman una organización o entidad, tiene como objetivo el estudio de las técnicas utilizadas en la planificación, en la integración, control de los recursos y la unificación de una organización con la finalidad de obtener de ello diversos beneficios, ya sea de índole social o económico, este último va a depender de los fines que dicha organización tenga por objetivo (Yirida, 2021).

“La administración es una [ciencia social](#), cuyo interés se centra en las [organizaciones](#) humanas, así como las [técnicas](#) y procedimientos disponibles para su planificación, organización, dirección y control de recursos, en pro de obtener de ellos el mayor beneficio posible” (Etecé, 2020).

“Administración tiene que ver con coordinar y supervisar las actividades laborales de otras personas, de manera que sean realizadas de manera eficiente y eficaz” (Robbins & Coulter, 2014).

Los autores antes mencionados, abordan diferentes aspectos dentro del concepto de administración, tales como la planificación, integración y control de recursos, así como la coordinación y supervisión de actividades, de tal forma que sean realizadas de manera eficiente y eficaz. Son temas que describen las tareas del administrador, sin embargo, la realidad actual, presenta nuevos retos y necesidades, por esta razón se hace la propuesta descrita en el siguiente párrafo.

Administración es la actividad encargada de establecer la misión y visión de la empresa, identificación de sus fortalezas y debilidades, con la finalidad de lograr los objetivos organizacionales, mediante la planificación, integración y control de los recursos humanos, financieros, materiales y tecnológicos, de manera eficiente y eficaz, agregando valor e innovación.

#### Competitividad



## Transformación administrativa y financiera de las MiPymes de Lázaro Cárdenas, Michoacán, como estrategia competitiva ante los efectos del covid-19

“La competitividad empresarial, es la capacidad que tienen las organizaciones de generar, mejorar o mantener su crecimiento y desarrollo, dentro de un entorno socioeconómico específico. También comprende aspectos como la capacidad para fabricar productos, brindar servicios con mayor calidad, tener mejor desempeño en los costos y eficiencia en sus actividades”(Clavijo, 2022).

Por su parte el H. Congreso de la Unión en la Constitución Mexicana de los Estados Unidos Mexicanos (2021), concretamente en su artículo 25, define a la competitividad como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo. Lo anterior, como obligación del estado para garantizar el desarrollo económico de los individuos y organizaciones.

“una organización es competitiva ante los ojos de sus clientes si ésta puede entregar un mejor valor comparado con el de sus competidores, logrando precios más bajos con beneficios equivalentes o superiores a las de sus competidores. El valor del cliente consecuentemente, se puede considerar como la ventaja percibida en lo referente a lo que éste exige” (Valenzo & Galeana, 2019).

La competitividad puede analizarse desde diferentes ámbitos, tecnológico, empresarial, nacional, internacional, sin embargo, en el presente trabajo de investigación, se examina como una estrategia competitiva para afrontar los daños de la pandemia de COVID 19, cuyos estragos afectaron de manera significativa a las MiPymes.

La competitividad de las MiPymes, se puede definir como la capacidad de enlazar de manera eficiente sus recursos y cultura organizacional, mediante la innovación y uso de las nuevas tecnologías, adaptándose a los cambios del entorno, satisfaciendo las necesidades de sus clientes, creando seguridad, prosperidad y bienestar, para sus trabajadores.

### Finanzas

“Las finanzas son la parte de la economía que se encarga de la gestión y la optimización de los flujos de dinero relacionados con las inversiones, la financiación, la entrada por los cobros y la salida por los pagos. Uno de los objetivos principales de las finanzas, es maximizar el valor de la empresa y garantizar que se puedan atender todos los compromisos en la salida de dinero de la empresa” (Ponce et al., 2019).

“La administración financiera, se refiere a la adquisición, el financiamiento, optimización y la administración de activos, para el logro de los objetivos con mayor eficiencia y rentabilidad” (Santiago & Gamboa, 2017).

Según Gitman & Zutter (2016), la administración financiera, contempla distintas tareas, tales como, el desarrollo de planes o presupuestos financieros, la concesión de crédito a los clientes, la evaluación de propuestas que involucren grandes gastos y la recaudación de dinero para financiar las operaciones de la organización.

Las aportaciones de los autores considerados respecto al tema de las finanzas, coinciden en que su objetivo es la obtención de dinero, su optimización y maximización de los resultados de la empresa. Gitman & Zutter (2016), contemplan, además el desarrollo de presupuestos financieros, que, en el momento actual, después de la parte crítica de la pandemia, se convierte en una necesidad para las MiPymes, como una herramienta de control para proyectar la capacidad en la obtención de recursos y su aplicación de manera eficiente y eficaz.

### MiPymes

De conformidad con la Secretaría de Economía (2010), las microempresas son todos aquellos negocios que tienen menos de 10 trabajadores, generan anualmente ventas hasta por 4 millones de



**Transformación administrativa y financiera de las MiPymes de Lázaro Cárdenas, Michoacán, como estrategia competitiva ante los efectos del covid-19**

pesos y representan el 95 por ciento del total de las empresas y el 40 por ciento del empleo en el país; además, producen el 15 por ciento del Producto Interno Bruto.

Para visualizar con mayor precisión y de manera simplificada, se agrega la tabla de estratificación mencionada:

Tabla 1.  
 Estratificación de las MiPymes

Tamaño	Sector	Rango de número de trabajadores	Rango de monto de ventas anuales (mdp)	Tope máximo combinado*
Micro	Todas	Hasta 10	Hasta \$4	4.6
Pequeña	Comercio	Desde 11 hasta 30	Desde \$4.01 hasta \$100	93
	Industria y Servicios	Desde 11 hasta 50	Desde \$4.01 hasta \$100	95
Mediana	Comercio	Desde 31 hasta 100	Desde \$100.01 hasta \$250	235
	Servicios	Desde 51 hasta 100		
	Industria	Desde 51 hasta 250	Desde \$100.01 hasta \$250	250

Tope Máximo Combinado = (Trabajadores) X 10% + (Ventas Anuales) X 90%.

Fuente: Diario Oficial de la Federación (2009).

Para el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2009), Las empresas MPYMES representan a nivel mundial el segmento de la economía que aporta el mayor número de unidades económicas y personal ocupado; de ahí la relevancia que reviste este tipo de empresas y la necesidad de fortalecer su desempeño al incidir éstas de manera fundamental en el comportamiento global de las economías nacionales.

De conformidad con el directorio estadístico Nacional de Unidades Económicas, en la ciudad de Lázaro Cárdenas, Michoacán, existen a esa fecha, 5111 MiPymes, de las cuales 3805 corresponden al ramo de comercio al por menor, 199 al por mayor. Siendo este rubro el más relevante. Durante la pandemia en México, según información publicada en el diario el Economista (2021), un total de 1'010,857, pymes cerraron definitivamente ante los estragos de la pandemia, dentro de los más afectados se encuentran las actividades de comercio, servicios privados no financieros y manufacturas. Lo anterior, resalta la importancia de la propuesta resultante del presente trabajo de investigación.

**Análisis, resultados y discusión**

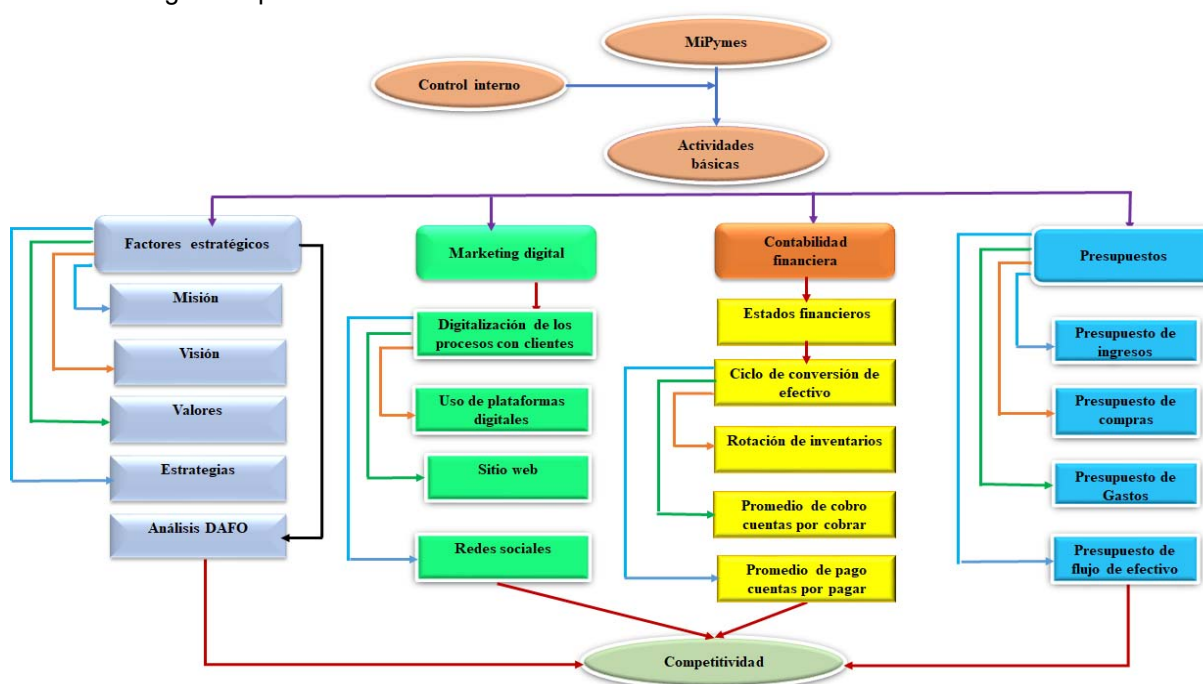
La pandemia de covid-19, transformó la actividad cotidiana de los negocios, los de actividades no esenciales, se enfrentaron al cierre al público en general por un periodo de un año o más, en ciertos casos. Además de lo anterior, surgieron problemas como la incertidumbre de los consumidores, lo que redujo el consumo, se agudizó el desempleo, algunos establecimientos cerraron de manera definitiva ante la incapacidad de sostener los costos fijos. Los que lograron permanecer, en su mayoría se vieron afectados en sus resultados financieros. Lo anterior, para otros, fue la oportunidad de establecer nuevos procedimientos y estrategias de mejora, haciendo uso de las tecnologías, mediante plataformas, páginas de internet, redes sociales, para ofrecer sus productos y servicios, acelerando con ello, cambios significativos en el ámbito tecnológico.



**Transformación administrativa y financiera de las MiPymes de Lázaro Cárdenas, Michoacán, como estrategia competitiva ante los efectos del covid-19**

Derivado de lo antes expuesto, en la presente investigación, después de analizar el estado que guardan las MiPymes actualmente, tomando en consideración su situación anterior y actual, en el caso de las empresas analizadas, la de actividades no esenciales, durante 2020, presentó una disminución en sus ingresos, de un 32.4% y las de actividades esenciales en promedio un decremento del 12%. Por lo anterior, se presenta como alternativa de solución, la transformación administrativa y financiera, misma que se ilustra en la figura que a continuación se presenta, contemplando las actividades consideradas básicas en este tipo de establecimientos, para contribuir en su competitividad, ante los efectos de la pandemia de covid-19 y la creciente inflación registrada en 2022.

Figura 1  
 Transformación administrativa y financiera de las pymes de Lázaro Cárdenas, Michoacán como estrategia competitiva ante los efectos del covid-19



Fuete: Elaboración Propia

La transformación administrativa y financiera de las MiPymes, en el modelo propuesto de la figura número 1, considera el control interno como punto indispensable de partida, pues como lo afirma Acosta (2020), la implementación de un sistema de control interno, permite fortalecer a las compañías y las impulsa a conseguir sus objetivos, previene pérdidas de recursos, mejora la ética, facilita el aseguramiento de los reportes, incrementa confianza de inversionistas, reduce riesgos y es aplicable independientemente del tamaño o tipo del negocio.

Las MiPymes analizadas en el presente estudio, mostraron vulnerabilidad en el control interno de sus inventarios, en el manejo del efectivo y la administración de cuentas por cobrar, generando faltantes y problemas en la recuperación de la cartera vencida, por ello, se considera en el modelo propuesto, el punto inicial. Lo anterior pone al descubierto, la necesidad de partir del establecimiento de normas y políticas, que garanticen su verificación, evitar pérdida de recursos y reducir riesgos, tal como lo dice Acosta (2020), además de incrementar la confianza de los inversionistas. Al existir un sistema de verificación que dé certidumbre a los procesos y protección de los bienes de la organización, se

## Transformación administrativa y financiera de las MiPymes de Lázaro Cárdenas, Michoacán, como estrategia competitiva ante los efectos del covid-19

coadyuba con la formación de una cultura organizacional de mejores prácticas y una actitud ética de sus miembros. Además de lo anterior, se reflejará en mejores resultados económicos.

Una vez establecido el control interno, se proponen 4 actividades básicas, para de manera integral y articulada, estén presentes en la gestión administrativa y financiera de las MiPymes, mismas que a continuación se describen:

### Factores estratégicos

- 1) **Misión.** Es la razón de ser de la empresa, es el motivo para el que existe, Lorenzana (2020) la considera una definición concreta y específica de la actividad a la que se dedica la empresa, cómo la lleva a cabo y en que la diferencia de sus competidores. Las MiPymes deben tener claro en todo momento, el propósito para lo que fueron creadas, es decir; que hacen, quienes son los clientes potenciales, que ventaja competitiva se tiene. Lo anterior permitirá atender los requerimientos de sus clientes y cumplir sus objetivos establecidos. Es necesario que cada uno de los integrantes de la organización, se involucren en su formulación, de ser posible, así al ser de su conocimiento, participarán de manera activa para su logro. Como consecuencia de la pandemia y el escenario económico actual a nivel mundial, apremia su revisión y actualización a las condiciones presentes.
- 2) **Visión.** Refiere a el futuro de cómo se visualiza la empresa, que desea lograr como tal. De La Vega (2020), menciona que establece donde se quiere estar, que se quiere conseguir en un plazo. Afirma que es el combustible que impulsa a seguir avanzando como organización empresarial. Al ser establecida por las MiPymes, tendrán claro hacia donde se dirigen, en lugar de improvisar su existencia, o sus ciclos económicos, además impulsará a los integrantes de la organización, a trabajar para lograr llegar a la meta deseada. De acuerdo a las condiciones actuales ya mencionadas, requiere también su renovación acorde a las nuevas circunstancias.
- 3) **Valores.** Definen e identifican la organización, muestran su ética empresarial y su cultura como organización. Para Da Silva (2022), son los principios éticos y profesionales que evidencian su identidad, guían las decisiones y conductas. En ellos se basa su filosofía, identidad y cultura. Estos, entre otras cosas, representan el enfoque y objetivos que hacen que una organización esté activa en el mercado. Estos conforman su cultura organizacional, que se proyecta hacia las relaciones con la sociedad, clientes y proveedores. Las MiPymes, necesitan trabajar para crear su propia identidad, eso producirá sinergia interna y una actitud ética empresarial.
- 4) **Estrategias.** Según Rodríguez (2022), consiste en un plan de acción bien estructurado, basados en necesidades reales y apoyado en los recursos humanos y financieros disponibles, que se realiza con la finalidad de cumplir un fin trazado de la manera más eficiente posible. Las MiPymes deben hacer frente a diferentes situaciones propias de su actividad y las condiciones cambiantes en el entorno, los efectos de la pandemia de covi-19, entre otras, para ello tiene la necesidad de buscar las mejores soluciones posibles. Los escenarios futuros que se presentan no son alentadores, por un lado, la inflación creciente y por otro los problemas internos de liquidez, obligan a establecer mecanismos que ayuden a minimizar los efectos negativos.
- 5) **Análisis DAFO.** De acuerdo con Martín (2019), el análisis **DAFO** de una empresa, permite diseñar la estrategia en la que se basará la compañía para afrontar su futuro a corto, medio y largo plazo. Se trata de un mapa a través del que se establecen las debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades de la organización. Un análisis interno y externo del entorno en el que se desarrolla la actividad para mejorar su rentabilidad, funcionamiento y posicionamiento en el mercado. Por lo anterior, el modelo propuesto de transformación administrativa y financiera de las MiPymes, es una herramienta indispensable para detectar las oportunidades de mejora y los puntos fuertes de la organización, así como la hostilidad actual del entorno, derivado de la gran

## Transformación administrativa y financiera de las MiPymes de Lázaro Cárdenas, Michoacán, como estrategia competitiva ante los efectos del covid-19

cantidad de competidores, y productos en los mercados, permitiendo buscar oportunamente las estrategias para competir.

### Marketing digital.

Las costumbres de compra se han ido modificando en los últimos años, la generación actual principalmente, se caracteriza por el hábito de comprar en internet, a las diferentes tiendas en línea del país y el extranjero. Con la aparición de la pandemia, lo anterior se convirtió en una estrategia de ventas muy fructífera, principalmente para establecimientos considerados no esenciales. Esta tendencia sigue ganando espacio, lo que representa un campo muy atractivo para aumentar la competitividad de las MiPymes, considerando los siguientes componentes:

- 1) **Digitalización de los procesos con clientes.** Las MiPymes en Lázaro Cárdenas, Michoacán, se caracterizan por no contar en gran número de establecimientos, principalmente las micro empresas, la sistematización de sus procesos, por lo que es necesario que entren en esta dinámica, se formulen bases de datos, con la información de clientes, que permita manejar las operaciones de manera ágil y segura. Existen actividades tales como la emisión de comprobantes fiscales digitales, necesarios para comprobar la adquisición de bienes, control y antigüedad de saldos, control de inventarios entre otros, que requiere su automatización.
- 2) **Uso de plataformas digitales.** Como resultado de la pandemia de covid-19, muchas empresas tuvieron la necesidad de que sus empleados trabajaran desde casa, lo que motivó la utilización de plataformas digitales, funcionando con gran efectividad en esta tarea, y otras tales como; capacitación, reuniones, compartir información, interacción con clientes. Una de las ventajas es el bajo costo y la rapidez para mantener la comunicación. Las MiPymes con su implementación, pueden mantener una comunicación efectiva con clientes y proveedores, además con su personal, en situaciones de distanciamiento como el que se presentó, permite mantener la comunicación con sus compradores y proveedores.
- 3) **Sitio Web.** Es muy común en la actualidad que los productos y servicios se investigan en la red, principalmente en Google, los consumidores cuentan con una computadora conectada a internet o un equipo móvil, lo que facilita de manera rápida conocer proveedores, precios y características de los bienes. Estas nuevas costumbres de compra, deben ser aprovechadas por las MiPymes, creando su propia página web empresarial, para llegar a más consumidores y proporcionar suficiente información de sus mercancías y servicios a los interesados, siendo en la actualidad, una potencial herramienta para incrementar las ventas.
- 4) **Redes sociales.** Según Ramírez (2022), actualmente en México un 78.3% de la población navega en redes sociales, lo que representa 102.5 millones de personas que hacen uso de las diversas plataformas. Por lo anterior, representan una oportunidad más, para dar a conocer productos y entablar interacción con los interesados. En cada ciudad se han establecido espacios de mercadeo libre, en donde se facilita la participación de oferentes y adquirientes, generando un comercio muy importante, que incluso actualmente es aprovechado en gran medida por el comercio informal local.

### Contabilidad financiera

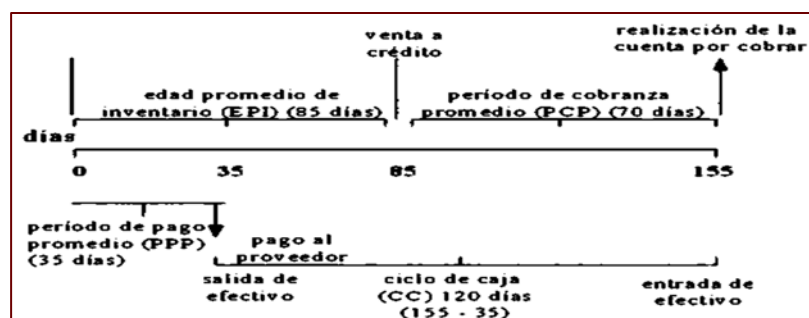
Hay que destacar que existe infinidad de información sobre contabilidad financiera, sin embargo, en el presente trabajo, se toma como referencia la descripción de Pinda & Vega (2019), quien la define como aquella que se ocupa de la clasificación, anotación e interpretación de las transacciones económicas, con vistas a la preparación de los Estados Financieros, encargados de reflejar los

## Transformación administrativa y financiera de las MiPymes de Lázaro Cárdenas, Michoacán, como estrategia competitiva ante los efectos del covid-19

resultados económicos financieros de la empresa al finalizar un período de operaciones. De lo anterior, se refleja la importancia del proceso contable para las MiPymes, recomendándose especial atención en los puntos siguientes:

- 1) Estados financieros.** El proceso contable debe ser verás, claro y oportuno, respetando el marco regulatorio establecido por las normas de información financiera y las disposiciones fiscales en vigor, para la obtención de estados financieros, que reflejen la situación económica, monetaria de las empresas, y que sea útil para tomar decisiones. Las MiPymes analizadas para el desarrollo del presente trabajo, se detectó que dan poca importancia a este punto, siendo de mayor preocupación, la determinación de impuestos. Por lo anterior, se sugiere su análisis permanente, mediante la asesoría de un contador público certificado externo, para que realice su interpretación, conocer la situación que prevalece y decidir el rumbo que debe seguir la unidad económica.
- 2) Ciclo de conversión de efectivo.** Al contar con la información financiera, se está en posibilidad de conocer el tiempo que transcurre desde que se adquieren los bienes y servicios, se realiza su venta y logra cobrarlos. El ciclo de conversión de efectivo, es una herramienta muy práctica para las MiPymes, principalmente en las condiciones actuales, posterior a la pandemia y problemas inflacionarios, para realizar los ajustes que sea necesario en las políticas de crédito y dar seguimiento a la recuperación de efectivo, de lo contrario, se corre el riesgo de problemas en la liquidez de la entidad, afectando el buen funcionamiento de la misma. Para mayor claridad se presenta en la siguiente figura de manera gráfica dicho proceso.

Figura 2.  
Ciclo de conversión de efectivo



Fuente: Gitman & Zutter (2016)

- 3) Rotación de inventarios.** Se refiere al número de veces que el inventario se vende en un periodo determinado. Las MiPymes analizadas, presentaron altos montos invertidos y controles deficientes, lo que genera principalmente problemas de liquidez, al tardar la recuperación de recursos. Además, representa una inversión que no está generando rendimiento alguno, por el contrario, corre riesgo de deterioro y obsolescencia, así como los gastos derivados de su administración. Por lo anterior, se recomienda reducir a su nivel óptimo, identificando los productos de mayor y menor movimiento para mantener las existencias necesarias. Así mismo, realizar acuerdos colaborativos con proveedores para que suministren en tiempo, establecer controles electrónicos para su efectivo manejo, contribuyendo en su control y valuación.

## Transformación administrativa y financiera de las MiPymes de Lázaro Cárdenas, Michoacán, como estrategia competitiva ante los efectos del covid-19

Respecto a lo anterior, Suarez & Cárdenas (2017), señalan que la rotación de inventarios determina el tiempo que tarda en realizarse el inventario, es decir, en venderse. Entre más alta sea la rotación significa que las mercancías permanecen menos tiempo en el almacén, lo que es consecuencia de una buena administración y gestión de los inventarios. Entre menor sea el tiempo de estancia de las mercancías en bodega, menor será el capital de trabajo invertido en los mismos.

- 4) **Promedio de cobro de cuentas por cobrar.** Es importante que las políticas de cobro a clientes y el control interno de las mismas, sea revisado, a efecto de verificar que la recuperación de efectivo sea adecuada y no constituya un problema de liquidez para las MiPymes, pues en las empresas analizadas, se detectaron deficiencias en los periodos de recaudación de los créditos y deficiencias en su verificación.
- 5) **Promedio de pago de cuentas por pagar.** Al existir problemas en la recuperación de créditos, afecta directamente a las cuentas por pagar, ante la falta de recursos, por tal motivo, es importante que exista correspondencia en los días de crédito otorgados a los clientes con los estipulados por los proveedores, para evitar penalizaciones, cancelación de líneas de crédito y pago de intereses. Así mismo, mediante la utilización de software, mantener actualizada la información, relativa a saldos, fechas de cobro, límites de crédito y cobros vencidos, con la finalidad de gestionar de manera oportuna la restitución. Es necesario que las políticas de crédito, sean revisadas de manera constante, principalmente en situaciones de cambios bruscos en la economía nacional e internacional.

### Presupuestos.

Para Gigena (2018), en los presupuestos, las grandes ambiciones de la empresa cobran sentido y se hacen realidad, cuando se diseñan los programas y se asignan los recursos específicos con que contará cada una de las partes de la organización. La presupuestación a conciencia es un proceso por el cual la compañía toca tierra para concretar las actividades que le permitirán diferenciarse de la manera que desea hacerlo. En las condiciones actuales de las MiPymes, derivado de la afectación por la pandemia de covid-19, son una herramienta imprescindible, para una eficiente gestión de los ingresos, egresos y necesidades de financiación, dan dirección a la organización, permiten ejercer un control sobre los recursos y facilitan la toma de decisiones. A continuación, se comenta los propuestos por considerarse indispensables para estos establecimientos:

- 1) **De ingresos.** La capacidad para generar recursos en cualquier organización, es clave para el cumplimiento de sus objetivos organizacionales, por ello, es necesario que las MiPymes realicen su proyección por cada periodo fiscal o año calendario, como mínimo, a efecto de que de manera anticipada se visualice la cantidad de recursos de que se dispondrá para el desarrollo de sus actividades, en su caso, se establezcan las medidas que permitan mayores entradas. Lo anterior, principalmente frente a los escenarios turbulentos presentes, tales como; los efectos de la pandemia, la inflación imperante actualmente en países como México, el gran número de competidores en el mercado y la movilidad de los hábitos y estilos de compra.

Por ello, el presupuesto de ingresos, es el documento de planeación hacia la obtención de recursos, durante un periodo determinado, para cubrir las necesidades de salidas de efectivo, propias de la actividad de la entidad económica, susceptible de control y adaptación. En la actualidad las MiPymes para su sobrevivencia, deben marcar un rumbo, que les permita asegurar su equilibrio financiero, así como la rentabilidad proyectada.

- 2) **De compras.** Este documento de planeación, refleja la cantidad de recursos monetarios proyectados, necesarios para la adquisición de materias primas, productos terminados,



## Transformación administrativa y financiera de las MiPymes de Lázaro Cárdenas, Michoacán, como estrategia competitiva ante los efectos del covid-19

semiterminados o servicios, necesarios en un periodo de tiempo, de una organización. Por lo anterior, son una herramienta fundamental para que las MiPymes, cuenten con un instrumento que, de dirección y control a su actividad empresarial, para el logro de sus objetivos. Además, representan un elemento importante en el costo de ventas dentro de los resultados de la organización, que impactará de manera relevante en los resultados financieros y fiscales.

- 3) **De Gastos.** Este presupuesto, refleja las salidas de efectivo que una organización recurre, para el desarrollo normal de sus operaciones y se refiere a los conceptos indispensables de acuerdo a su actividad. Las MiPymes al identificarlos, estarán en condiciones de cuantificarlos y establecer programas de optimización, eliminando aquellos que no sean necesarios y manteniendo las reservas para cumplir aquellos que son fijos, como nómina, renta, impuestos sobre sueldos, así como los considerados variables, mejorando sus resultados al evitar dispendios, pago de recargos, penalizaciones etc.
- 4) **De flujo de efectivo.** Es un documento de planeación, que sirve para pronosticar los movimientos de dinero en la organización, durante un periodo determinado, así mismo, para identificar la necesidad de recursos o la capacidad de inversión, haciendo un uso adecuado de los mismos. A las MiPymes, les será de gran utilidad, para visualizar con anticipación sus necesidades o excedentes de capital, tomando las decisiones de manera oportuna, para revisar eficiencia en la recuperación de la cartera de cuentas por cobrar, en su caso, invirtiendo el capital de trabajo en exceso o la gestión de préstamos.

Los presupuestos para las MiPymes, representan una oportunidad de mejora, marcan la dirección a seguir, permiten identificar a tiempo las desviaciones y tomar decisiones con oportunidad. Su implementación, además dará certidumbre y representará una ventaja competitiva. Sin embargo, es de gran importancia considerar el impacto inflacionario que puede representar en la proyección económica que se realice y estar pendiente durante su aplicación, de las variaciones para realizar los ajustes necesarios oportunamente.

## CONCLUSIONES

El presente estudio, resalta la importancia de las MiPymes a nivel nacional y local, así como su contribución económica y la generación de empleos, sin embargo, a consecuencia de la pandemia de covid-19, originó el cierre de establecimientos y la afectación de sus resultados, aunado a lo anterior, la espiral inflacionaria actual. Derivado de lo antes mencionado, es necesario establecer mecanismos que contribuyan en su recuperación y permanencia. Para atender esta problemática, se propuso un modelo de transformación administrativa y financiera, que contribuya en su competitividad, describiendo las actividades básicas que estas empresas deben realizar y así cumplir sus objetivos establecidos, de manera puntual, planificar sus operaciones para desarrollarse en un entorno de cambios y con un número de competidores creciente.

El modelo de transformación administrativa y financiera desarrollado, puede ser aplicado a todas las empresas consideradas como MiPymes, fuera de Lázaro Cárdenas, Michoacán, pues las condiciones y características que presentan, son similares y la pandemia afectó a todos los países. Así mismo, debe tomarse en cuenta, que los efectos de la misma, se mantendrán indefinidamente, ya sea por rebotes, inestabilidad en las principales economías del mundo y los altos índices inflacionarios que se están presentando actualmente, lo que obliga a mantener una revisión constante de los planes a corto, mediano y largo plazo. Por ello, el modelo propuesto debe convertirse en una herramienta de trabajo permanente.

## Transformación administrativa y financiera de las MiPymes de Lázaro Cárdenas, Michoacán, como estrategia competitiva ante los efectos del covid-19

Los principales hallazgos en esta investigación, tienen que ver con el promedio de vida de las MiPymes, que en el sector comercio de México, es de 6.9 años, lo que requiere además de estrategias competitivas, un plan gubernamental de apoyo crediticio accesible, una política fiscal justa, eficiente y simplificada. También se detectó, que estos establecimientos carecen de manuales de organización, así como de un control interno funcional y bien establecido, las empresas analizadas no cuentan con su misión, visión redactada, no elaboran presupuestos de manera formal y presentan carencias en la utilización de sistemas digitales en sus procesos.

En materia de trámites fiscales, se detectó la centralización en oficinas del sistema de administración tributaria (SAT), principalmente en la capital de los estados, lo que origina el traslado del contribuyente, que representa gastos, riesgos y tiempo, además existe actualmente insuficiencia en la atención, detectándose que incluso, se venden citas en redes sociales, lo que demuestra el descontrol de su manejo por parte de la autoridad, y la complejidad para el contribuyente de dar cumplimiento a sus obligaciones tributarias, situación que también incide en la vida de las MiPymes dentro de la formalidad, siendo para algunas una alternativa muy atractiva formar parte de la informalidad.

### REFERENCIAS

- Acosta, M. (24 de Enero de 2020). *Marsh McLennan*. <https://www.marsh.com/ve/es/services/risk-consulting/insights/what-is-internal-control-and-why-is-it-important.html>
- Clavijo, C. (28 de Junio de 2022). *HubSpot*. <https://blog.hubspot.es/sales/competitividad-empresarial>
- Da Silva, D. (5 de Abril de 2022). *Blog de Zendesk*. <https://www.zendesk.com.mx/blog/valores-de-una-empresa/>
- De La Vega, M. (28 de Febrero de 2020). *Estrategias digitales orientadas a resultados*. <https://marcosdelavega.com/mision-vision-y-valores-de-una-empresa/>
- Eteté, E. e. (16 de septiembre de 2020). *Concepto*. <https://concepto.de/administracion/#ixzz7YPAWWtdS>
- Forbes, S. (11 de Marzo de 2020). *Forbes México*. <https://www.forbes.com.mx/mundo-pandemia-coronavirus-covid-19/>
- Gigena, I. (2018). *Biblioteca Digital - Producción Académica, repositorio institucion Universidad Católica de Cordoba*. [http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/1529/1/TM\\_Gigenalgnacio.pdf](http://pa.bibdigital.uccor.edu.ar/1529/1/TM_Gigenalgnacio.pdf)
- Gitman, L., & Zutter, C. (2016). *Principios de administración financiera*. PEARSON. <https://doi.org/978-607-32-3721-5>
- H. Congreso de la Unión, C. d. (28 de Mayo de 2021). *Cámara de Diputados LXV legislatura*. [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf\\_mov/Constitucion\\_Politica.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf_mov/Constitucion_Politica.pdf)
- INADEM, I. N. (2019). *Encuesta Nacional sobre Productividad y Competitividad de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas 2018*. INEGI.
- INEGI, D. e. (15 de Noviembre de 2019). *DENUE, Directorio estadístico de unidades económicas*. <https://www.inegi.org.mx/rnm/index.php/catalog/477>
- INEGI, I. N. (30 de Junio de 2009). *Micro, pequeña, mediana y gran empresa*. <https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ce/2009/doc/minimonografias>

**Transformación administrativa y financiera de las MiPymes de Lázaro Cárdenas,  
Michoacán, como estrategia competitiva ante los efectos del covid-19**

- Lorenzana, D. (28 de enero de 2020). *emprende pyme.net*. <https://www.emprendepyme.net/lamision-en-una-empresa.html>
- Martín, J. (10 de Junio de 2019). *Cerem international Business School*.  
<https://www.cerem.mx/blog/claves-para-hacer-un-buen-dafo-o-foda>
- Meza, E. (17 de Marzo de 2021). La reinención a un año de la pandemia. *El Economista*.  
<https://www.eleconomista.com.mx/empresas/La-reinencion-de-las-pymes-a-un-ano-de-la-pandemia-20210317-0001.html>
- Pinda, B., & Vega, B. (2019). *Contabilidad financiera al alcance de todos*. Editorial Jurídica de Ecuador.
- Ponce, O., Morejón, M., Salazar, G., & Baque, E. (2019). *Introducción a las finanzas*. Alicante: Área de Innovación y Desarrollo, S.L.  
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17993/EcoOrgyCso.2019.50>
- Ramirez, M. (14 de Febrero de 2022). *Marketing Ecommerce mx*.  
<https://marketing4ecommerce.mx/uso-de-redes-sociales-en-mexico/>
- Robbins, S., & Coulter, M. (2014). *Administración*. Pearson.
- Rodriguez, D. (2023 de Junio de 2022). *ConceptoDefinición*.  
<https://conceptodefinicion.de/estrategia/>
- Santiago, N., & Gamboa, J. (2017). *Gestión financiera empresarial*. Universidad Técnica de Ambato.
- Secretaría de, E. (30 de Junio de 2009). *Estratificación de micro, pequeña y mediana empresa*. Diario oficial de la federación:  
[https://www.economia.gob.mx/files/marco\\_normativo/A539.pdf](https://www.economia.gob.mx/files/marco_normativo/A539.pdf)
- Suarez, G., & Cárdenas, P. (2017). La rotación de inventarios y su incidencia en el flujo de efectivo. 1, 5. <https://doi.org/http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/inventarios-flujo-efectivo.html>
- Valenzo, M., & Galeana, E. (2019). La competitividad como estrategia de crecimiento en las organizaciones. En M. Valenzo, & E. Galeana, *La Competitividad como Estrategia De Crecimiento en las Organizaciones* (págs. 1-22). Morelia, Michoacán, México: ECORFAN.
- Yirda, a. (30 de Septiembre de 2021). *ConceptoDefinición*. Definición de administración:  
<https://conceptodefinicion.de/administracion/>



IMPLEMENTACION DE UN PROCESO ESTADÍSTICO  
EN EL AREA DE ESTAMPADO METÁLICO

## IMPLEMENTACION DE UN PROCESO ESTADÍSTICO EN EL AREA DE ESTAMPADO METÁLICO

### IMPLEMENTATION OF A STATISTICAL PROCESS IN THE PRESS AREA OF METAL STAMPING

Ángel Adad Franco Baltazar <sup>1</sup>  
María Blanca Becerra Rodríguez <sup>2</sup>  
Arturo Hernández Hernández <sup>3</sup>  
Roberto Zitzumbo Guzmán <sup>4</sup>  
Isabel Ernestina Navarro López <sup>5</sup>

#### RESUMEN

La preocupación por el aseguramiento de calidad, es una constante para los fabricantes de automóviles, desde los tiempos en los que se comenzó la fabricación en serie de vehículos a motor. En un inicio sólo se inspeccionaban los productos adquiridos a los proveedores, pero con el aumento de la productividad derivada del crecimiento de la demanda, motivó en las empresas la necesidad de demostrar su capacidad para entregar productos según los requerimientos establecidos por los clientes.

En este trabajo se implementó un control estadístico del proceso en el área de estampado metálico (prensa), siendo un aspecto fundamental para la eficiencia de los procesos de manufactura en el sector automotriz. Este trabajo, pretende dar a conocer el desarrollo del proceso de control de calidad del área de estampado metálico dentro de una Original Equipment Manufacturer (OEM).

Un sistema de control estadístico ha permitido evaluar tendencias negativas antes de que una característica de calidad, salga de especificación o de sus límites de especificación, a lo largo del presente trabajo se describirá como mantener la pieza dentro de especificaciones mediante graficas X-R, algunos de los desafíos a enfrentar para cumplir con los requerimientos de los clientes, las soluciones implementadas para robustecer el proceso de producción y asegurar la calidad del producto son sus objetivos principales.

**PALABRAS CLAVES:** Control de Calidad, Industria Automotriz, Control Estadístico de Procesos.

**Fecha de recepción:** 15 de febrero, 2023.

**Fecha de aceptación:** 29 de marzo, 2023.

<sup>1</sup> Profesor-Investigador del Tecnológico Nacional de México/IT de San Juan del Río (ITSJR)  
[angel.fb@sjuanrio.tecnm.mx](mailto:angel.fb@sjuanrio.tecnm.mx)

<sup>2</sup> Profesora-Investigadora del Tecnológico Nacional de México/IT de Querétaro (ITQ)  
[maria.br@queretaro.tecnm.mx](mailto:maria.br@queretaro.tecnm.mx)

<sup>3</sup> Profesor-Investigador de la Universidad Politécnica de Querétaro (UPQ) [arturo.hernandez@upq.mx](mailto:arturo.hernandez@upq.mx)

<sup>4</sup> Investigador de Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas (CIATEC) [rzitzumb@ciatec.mx](mailto:rzitzumb@ciatec.mx)

<sup>5</sup> Profesora-Investigadora del Tecnológico Nacional de México/IT de San Juan del Río (ITSJR)  
[isalopmx@yahoo.com.mx](mailto:isalopmx@yahoo.com.mx)



## IMPLEMENTACION DE UN PROCESO ESTADÍSTICO EN EL AREA DE ESTAMPADO METÁLICO

### ABSTRACT

Concern for quality assurance has been a constant for automobile manufacturers since the time when mass production of motor vehicles began. Initially, only the products purchased from suppliers were inspected, but with the increase in productivity derived from the growth in demand, the companies needed to demonstrate their ability to deliver products according to the requirements established by customers.

In this work, a statistical control of the process was implemented in the metal stamping area (press), being a fundamental aspect for the efficiency of manufacturing processes in the automotive sector. This work aims to publicize the development of the quality control process of the metal stamping area within an Original Equipment Manufacturer (OEM).

A statistical control system has made it possible to evaluate negative trends before a quality characteristic goes out of specification or its specification limits, throughout this work it will be described how to keep the piece within specifications through X-R graphs, some of the challenges to face to meet customer requirements, the solutions implemented to strengthen the production process and ensure product quality are its main objectives.

**KEYWORDS:** Quality Control, Automotive Industry, Statistical Control Process.

### INTRODUCCIÓN

En este trabajo se implementó un sistema de control estadístico de proceso en el área de estampado metálico (prensa) en la industria automotriz la cual mostró la solución de un problema a través de herramientas estadísticas en base a la gráfica X-R, obteniendo un resultado sustancioso del proceso de prensas.

La herramienta del Control Estadístico de Procesos (CEP), es un conjunto de herramientas estadísticas que permiten recopilar, estudiar y analizar la información de procesos repetitivos para poder tomar decisiones encaminados a la mejora. Millán (2013) en su trabajo planteo la necesidad que tenían las líneas de producción de ensamble de respaldos para automóviles de Volkswagen (VW) de aplicar el control estadístico para establecer, mantener el proceso a un nivel estable y aceptable de modo que aseguró la conformidad de los productos y sean aceptados por los clientes (VW), así como analizar el proceso productivo, recolectar información de mediciones necesarias para su respectivo análisis (planos, planes de control, información de ingeniería), determinar las variables de funcionalidad a controlar de acuerdo a la información recopilada.

Sandoval, Ugalde, Téllez y Vergara (2020), en su estudio de análisis estadístico en la aplicación de soldadura por arco de Tungsteno (GTAW), usando la herramienta del diseño de experimentos factorial completo, determinaron los parámetros eléctricos y funcionales para la aplicación de soldadura. En este trabajo se mostró con un análisis estadístico para la aplicación de soldadura de arco metálico con electrodo de tungsteno y gas inerte utilizada para determinar la velocidad de avance de la antorcha y la corriente de soldadura óptimos para lograr soldadura libre de defectos. Utilizaron un diagrama de Ishikawa que permitió la interpretación efectiva de la causa raíz de los defectos.

Cantú, Guardado y Illescas (2020), utilizaron las gráficas de control X-R, para monitorear la variabilidad del proceso y propiciar el control de cualquier característica de calidad. En este trabajo



## IMPLEMENTACION DE UN PROCESO ESTADÍSTICO EN EL AREA DE ESTAMPADO METÁLICO

el elemento clave al utilizar las gráficas de control X-R, para el control estadístico del proceso y lograr la estabilidad del proceso.

Arboleda, Escobar y Salcedo (2015), en este trabajo estudiaron el proceso de soldadura de una empresa que realiza la unión de láminas de recubrimiento para vagones y/o contenedores utilizados para el transporte de distintos materiales, encontrando diversos factores que intervienen en la calidad de la unión de piezas destacando la intensidad de corriente y el nivel de limpieza de las piezas, como los factores más influyentes para ser controlables en el proceso. Se realizaron diversos análisis a través de gráficos por atributos tipo P, análisis de varianza (ANOVA) de un solo factor y análisis de diseño de experimentos de un solo factor.

Una carta de control típica es una gráfica en el tiempo de una secuencia de valores de un estadístico dado. Permite distinguir entre causas de variación que se presentan a lo largo del tiempo Ramírez (2011). La variabilidad debida a causas comunes que pueden describirse mediante modelos aleatorios o la variabilidad debida a causas especiales que es posible explicarlas en términos de algún parámetro de operación en el proceso. En este estudio se presentó una metodología que incorporo el uso de una carta de control por atributos con doble muestreo.

Guamán (2019), realizo una investigación la cual se centró en la elaboración de un plan de control estadístico al ensamble de carrocerías en una empresa metalmecánica. La metodología se basó en la aplicación de técnicas estadísticas para evaluación de calidad en los procesos productivos, aplicadas a una muestra de diez carrocerías definidas mediante muestreo sistemático, además se utiliza el cálculo de índices de capacidad.

Bonilla (2018), en su estudio práctico exhaustivo de las principales herramientas estadísticas para la gestión de calidad y el mejoramiento de procesos en la producción. El principal objetivo fue incrementar la satisfacción del cliente mediante la mejora continua y la adición de valor en distintas etapas de producción.

En un estudio de control de calidad para un proceso de pintura automotriz bajo un entorno Lean Six Sigma Becerra (2020), se enfocó específicamente en las características críticas de calidad de un producto, no al producto en sí. Durante el desarrollo de este proyecto se mostró la solución de un problema a través de la implementación de conceptos y herramientas estadísticas en base a la metodología Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar (DMAIC).

### JUSTIFICACIÓN.

El trabajo se realizó en una OEM, que se encuentra en la ciudad de Querétaro, dedicada al abastecimiento de componentes a las ensambladoras automotrices en el diseño y fabricación de piezas estampadas de metal, conjunto de soldadura modulares, estructurales y escudos para aplicaciones térmicas automotrices desde inicio a fin.

La problemática refiere en el departamento de calidad con el proceso de estampado metálico (prensas), ya que una pieza ha presentado problemas en el área de soldadura y ocasiona que las piezas no se posicionen correctamente al electrodo, obteniendo una pieza con problemas de rebaba, soldadura fría entre otros.

Por lo que se requiere de identificar y priorizar los problemas que más afectan a la pieza, y llevar un control estadístico en el proceso de estampado que influye en la fabricación del producto el cual debe ser estable, capaz y controlable.



## IMPLEMENTACION DE UN PROCESO ESTADÍSTICO EN EL AREA DE ESTAMPADO METÁLICO

Entre los beneficios importantes de este trabajo, son mejorar la calidad del producto a través de la eliminación o reducción del problema, evaluar tendencias negativas antes de que una característica se salga de especificación y de esa forma disminuir los paros de ajuste en la estación de trabajo.

### METODOLOGÍA.

La metodología utilizada para la realización de este trabajo está basada en el pensamiento estadístico, filosofía de aprendizaje y acción que establece la necesidad de un análisis adecuado de los datos de un proceso, como una acción indispensable para mejorar su calidad (reducir su variabilidad) Gutiérrez y de la Vara (2009).

#### Satisfacción del cliente

El tiempo de entrega está relacionado con el tiempo de ciclo, que corresponde al tiempo que transcurre desde que el cliente inicia un pedido, el cual se transforma en requerimientos de materiales, órdenes de producción y de otras tareas, hasta que todo esto se convierte en un producto en las manos del cliente. De esta forma el tiempo de ciclo refleja en buena medida qué tan buena es la logística en la empresa (flujos de mercancías e información) y el tiempo que tardan las diferentes etapas del proceso. Se pensaba que calidad, precio y tiempo de entrega eran objetivos antagónicos, en el sentido de que se podía mejorar cualquiera de los tres sólo en detrimento de los otros dos. En algunas organizaciones se sigue creyendo que mejorar la calidad implica necesariamente un precio más alto y mayor tiempo de elaboración. Cuando se tiene mala calidad en las diferentes actividades hay equivocaciones y fallas de todo tipo Gutiérrez y de la Vara (2009), por ejemplo:

- Reproceso, desperdicios y retrasos en la producción.
- Pagar por elaborar productos malos.
- Paros y fallas en el proceso.
- Una inspección excesiva para tratar que los productos de mala calidad no salgan al mercado.
- Re inspección y eliminación de rechazo.

## IMPLEMENTACION DE UN PROCESO ESTADÍSTICO EN EL AREA DE ESTAMPADO METÁLICO

- Más capacitación, instrucciones y presión a los trabajadores.
- Gastos por fallas en el desempeño del producto y por devoluciones.
- Problemas con proveedores.
- Más servicios de garantía.
- Clientes insatisfechos y pérdidas de ventas.
- Problemas, diferencias y conflictos humanos en el interior de la empresa.

Por otra parte, al mejorar la forma en que se realizan todas las actividades se logra una reacción que genera importantes beneficios; por ejemplo, se reducen reproceso, errores, retrasos, desperdicios; asimismo, disminuye la devolución de productos, las visitas a causa de la garantía y las quejas de los clientes. Al disminuir las deficiencias se reducen los costos y se liberan recursos materiales y humanos que se pueden destinar a elaborar más productos, resolver otros problemas de calidad, reducir los tiempos de entrega o proporcionar un mejor servicio al cliente.

### Costo de una mala calidad

El costo de la mala calidad es la pérdida anual monetaria de los productos y procesos que no logran sus objetivos de calidad. El costo de la mala calidad (COPQ, por sus siglas en inglés) recibe, apropiadamente, el nuevo nombre de costo por los procesos de mal desempeño (o COP3, por sus siglas en inglés y que se lee como COP al cubo). Esto es para enfatizar el hecho de que el costo de la mala calidad no se limita sólo a ésta, sino que es esencialmente el costo del incumplimiento aunado al mal desempeño de los procesos.

Las empresas estiman el costo de la mala calidad por diferentes razones:

1. Cuantificar la envergadura del problema de la calidad en lenguaje monetario mejora la comunicación entre los mandos medios y los superiores. En algunas empresas, la necesidad de mejorar la comunicación en temas relacionados con la calidad se ha convertido en un objetivo principal al embarcarse en un estudio de los costos de la mala calidad. Algunos directores dicen: "No necesitamos perder el tiempo en traducir los defectos en dólares. Nos damos cuenta de que la calidad es importante, y ya sabemos cuáles son los problemas principales". Pero, por lo general, cuando se realiza el estudio, estos directores se sorprenden por dos resultados. Primero, los costos por la calidad resultan ser mucho mayores de lo que habían pensado (en muchas industrias más del 20% de las ventas). Segundo, aunque la distribución de los costos de calidad confirma algunas de las áreas de problemas conocidas, también revela otras áreas problemáticas que no fueron reconocidas previamente.

2. Pueden identificarse las oportunidades principales para la reducción de costos. Los costos de la mala calidad no existen como una masa homogénea. En cambio, son el total de segmentos específicos, cada uno identificable con alguna causa concreta. Estos segmentos tienen diferente tamaño, y relativamente pocos de ellos cuentan para la mayoría de los costos. Una especialidad importante por producto de esta evaluación es la identificación de estos pocos segmentos vitales.

3. Se pueden identificar las oportunidades para reducir el descontento de los clientes y las amenazas asociadas a la posibilidad de venta del producto. Algunos costos de mala calidad son el resultado de las fallas de los productos después de la venta. En parte, estos costos son pagados por el fabricante en la forma de gastos por garantía, reclamaciones, etcétera. Pero, tanto si los costos son pagados por el fabricante como si no, las fallas se añaden a los costos de los clientes, debido al periodo de inactividad de máquinas y mano de obra y a otras formas de alteraciones.

El análisis de los costos del fabricante, complementados por la investigación de mercado de los costos de la mala calidad entre los clientes, pueden identificar las pocas áreas vitales de altos costos. Luego, estas áreas llevan a la identificación de los problemas.



## IMPLEMENTACION DE UN PROCESO ESTADÍSTICO EN EL AREA DE ESTAMPADO METÁLICO

4. Medir este costo proporciona un medio de evaluación del progreso de las actividades de mejora de la calidad y descubre los obstáculos a las mejoras.
5. Conocer el costo de la mala calidad (y de los otros tres elementos de evaluación) lleva al desarrollo de un plan estratégico de calidad que sea consistente con la organización general de los objetivos. Muchas organizaciones resumen los costos asociados con la calidad en cuatro categorías: fallas internas, fallas externas, evaluación y prevención.

### Variabilidad

Se refiere a la diversidad de resultados de una variable o de un proceso, por ejemplo, en el caso de una muestra el tiempo promedio de espera fue de que existe variación, ya que un cliente esperó menos de un minuto (0.7) y otro fue atendido después de 18.1 minutos de espera, de aquí que una de las tareas clave del control estadístico de un proceso será no sólo conocer su tendencia central (media), sino también su variabilidad. Reducir la variación de los procesos es un objetivo clave del control estadístico y de Seis Sigma. Por lo tanto, es necesario entender los motivos de la variación, y para ello se parte de que en un proceso (industrial o administrativo) interactúan materiales, máquinas, mano de obra (gente), mediciones, medio ambiente y métodos. Estos seis elementos (las 6 M's) determinan de manera global todo proceso y cada uno aporta algo de la variabilidad y de la calidad de la salida del proceso Gutiérrez y de la Vara (2009).

### Seis M's

En un proceso, cada una de las 6 M's tiene y aporta su propia variación; por ejemplo, los materiales no son idénticos, ni toda la gente tiene las mismas habilidades y entrenamiento. Por ello, será necesario conocer la variación de cada una de las 6 M y buscar reducirla Como se muestra en la **Figura 1**. Pero además es necesario monitorear de manera constante los procesos, ya que a través del tiempo ocurren cambios en las 6 M, como la llegada de un lote de material no adecuado o con características especiales, descuidos u olvidos de la gente, desajustes, desgaste de máquinas y herramientas. Debido a la posibilidad permanente de que ocurran estos cambios y desajustes, es necesario monitorear de manera constante y adecuada diferentes variables, que pueden ir desde características claves de los insumos, las condiciones de operación de los equipos, hasta las variables de salida de los diferentes procesos Evans (2003).



Figura 1. Las grandes 6 M's

## IMPLEMENTACION DE UN PROCESO ESTADÍSTICO EN EL AREA DE ESTAMPADO METÁLICO

En los esfuerzos permanentes que son necesarios realizar para mejorar la calidad y la productividad de un proceso, como lo contempla la estrategia Seis Sigma, resulta indispensable apoyarse en las técnicas y el pensamiento estadístico, ya que proporcionan metodologías que facilitan la planeación, el análisis y la toma de decisiones a través de:

- Identificar dónde, cómo, cuándo y con qué frecuencia se presentan los problemas (regularidad estadística).
- Analizar los datos procedentes de las guías clave del negocio, a fin de identificar las fuentes de variabilidad, analizar su estabilidad y pronosticar su desempeño.
- Detectar con rapidez, oportunidad y a bajo costo anomalías en los procesos y sistemas de medición (monitoreo eficaz).
- Ser objetivos en la planeación y toma de decisiones, y evitar frases como “yo siento”, “yo creo”, “mi experiencia” y el abuso de poder en la toma de decisiones.
- Expresar los hechos en forma de datos y evaluar de manera objetiva el impacto de acciones de mejora.
- Enfocarse a los hechos vitales; es decir, a los problemas y causas realmente importantes.
- Analizar de manera lógica, sistemática y ordenada la búsqueda de mejoras Gutiérrez y de la Vara (2009).

### Aspectos fundamentales del pensamiento estadístico

Es una filosofía de aprendizaje y acción basada en tres principios: todo el trabajo ocurre en un sistema de procesos interconectados; la variación existe en todos los procesos, entender y reducir la variación son claves para el éxito. Pensar en forma estadística implica tomar información del proceso para conocerlo (aprendizaje), y también es actuar de acuerdo con este aprendizaje (acción).

En el primer principio del pensamiento estadístico se habla de procesos interconectados para enfatizar que los procesos no operan de manera aislada, más bien, interactúan con el resto del sistema. Por lo tanto, si no se toma en cuenta la manera en que se relaciona un proceso con el resto del sistema, la optimización de una de las partes puede tener un efecto desastroso para el resto del sistema.

El segundo principio reconoce que los resultados de todos los procesos son variables, y esto ya lo hemos justificado antes y quedará en evidencia a lo largo del libro.

El tercer principio es una de las razones y objetivos principales de esta obra: reducir la variabilidad hasta lograr el nivel de calidad Seis Sigma. El gran reto es que una empresa logre profundizar en la filosofía del pensamiento estadístico, ya que eso le ayudará a conocer la realidad (con variación), pero también le permitirá dirigir más adecuadamente sus esfuerzos de mejora Gutiérrez y de la Vara (2009).

### Planes de Control

El Plan de Control o también conocido en inglés como Control Plan es una metodología documentada en el manual de APQP para ayudar en la manufactura de productos de calidad de acuerdo a los requerimientos del cliente. Esta metodología proporciona un enfoque estructurado para el diseño, selección e implementación de métodos de control con valor agregado para el sistema total. Es una

## IMPLEMENTACION DE UN PROCESO ESTADÍSTICO EN EL AREA DE ESTAMPADO METÁLICO

descripción escrita y resumida de los sistemas usados para minimizar la variación del producto y el proceso en cada etapa del mismo y que incluye las inspecciones de recibo, las áreas de material en proceso y material en salida. Proporciona una descripción escrita resumida de los sistemas utilizados para minimizar la variación en el proceso y en el producto. Debe considerarse sin embargo que el Plan de Control no reemplaza la información contenida en las instrucciones detalladas del operador. Vale la pena mencionar el Plan de Control al igual que el APQP, PPAP, AMEF, SPC y MSA son consideradas las Core Tools del sector automotriz y es un requisito de la especificación técnica ISO/TS 16949 Evans (2003).

### Ayudas Visuales (guía de calidad)

En el desarrollo de este trabajo se elaboró lo que se llaman guías de calidad que son ayudas visuales para el operador, estas guías ayudan a llenar la instrucción de inspección y a liberar la parte (primera pieza/última pieza) Durán (1974).

Primera pieza – Es la primera parte producida aceptable dentro de la corrida de producción.

Última pieza – Es la última parte producida aceptable dentro de la corrida de producción.

### Control y habilidad de los procesos

El sistema para el control de los procesos es una parte integral del sistema de administración global del negocio. Como tal, el objetivo del sistema de control de los procesos es hacer predicciones acerca del estado actual y futuro del proceso. Esto lleva a decisiones razonables económicamente acerca de acciones que afecten al proceso. Estas decisiones requieren del balance de riesgos en la toma de acciones cuando no se requieran acciones (sobre control) versus falla en la toma de acciones cuando son necesarias las acciones (mínimo control). Estos riesgos debieran manejarse, sin embargo, en el contexto de dos fuentes de variación-causas comunes y especiales.

Se dice que un proceso está operando en control estadístico cuando las fuentes de variación son sólo por causas comunes. Una función de un sistema de control de procesos, entonces, es ofrecer una señal estadística cuando causas especiales de variación se hagan presentes, y para evitar el ofrecer señales falsas cuando estas no estén presentes. Esto permite acciones apropiadas a tomar sobre dichas causas especiales (ya sea removerlas, o si son de beneficio, hacerlas permanentes).

El sistema de control de procesos puede ser usado a la vez como una herramienta de evaluación, aunque el beneficio real de un sistema de control de procesos es notado cuando se use como una herramienta de aprendizaje continuo en lugar de una herramienta de cumplimiento (bueno/malo, estable/no estable, capaz/no capaz).

La **Habilidad del Proceso** es determinada por la variación que proviene de causas comunes. Generalmente representa el mejor desempeño del proceso mismo. Esto se demuestra cuando el proceso ha sido operado en un estado de control estadístico independientemente de las especificaciones.

Los clientes, internos y externos, están sin embargo típicamente más preocupados por el **Desempeño del Proceso**; esto es, el resultado global del proceso y como se relaciona con sus requerimientos (definidos por especificaciones), independientemente de la variación del proceso mismo.

## IMPLEMENTACION DE UN PROCESO ESTADÍSTICO EN EL AREA DE ESTAMPADO METÁLICO

En general, dado que un proceso en control estadístico puede ser descrito por una distribución predecible, la proporción de partes dentro de especificaciones puede estimarse de ésta distribución. Siempre y cuando el proceso se mantenga en control estadístico y no tenga un cambio en localización, dispersión y forma, continuaría produciendo la misma distribución de partes dentro de especificaciones.

Una vez que un proceso está en control estadístico, la primera acción sobre el proceso debiera ser localizar el proceso sobre una meta. Si la dispersión del proceso es inaceptable, esta estrategia permite un mínimo número de partes fuera de especificaciones a ser producidas. Acciones sobre el sistema para reducir la variación por causas comunes son generalmente requeridas para mejorar la

Habilidad del proceso (y sus resultados) de cumplir con especificaciones en forma consistente.

El proceso primero debe ser llevado a control estadístico detectando y actuando sobre causas especiales de variación. Entonces su desempeño es predecible, y su habilidad para cumplir con las expectativas del cliente puede ser estimada.

Estas son las bases para el mejoramiento continuo.

Para que sea aceptable, el proceso debe estar en un estado de control estadístico y la habilidad (variación por causas comunes) debe ser menor que la tolerancia. La situación ideal es tener un proceso en el Caso 1 donde el proceso está en control estadístico y su habilidad para cumplir con los requerimientos de tolerancias es aceptable. Un proceso en el Caso 2 es el que está en control, pero cuenta con una variación excesiva por causas comunes, la cual debe ser reducida.

Un proceso en el Caso 3 cumple con los requerimientos de tolerancias, pero no está en control estadístico; debieran identificarse las causas especiales de variación y actuar sobre éstas. En el Caso 4, el proceso no está en control ni es aceptable. Tanto variaciones por causas comunes como especiales deben ser reducidas.

### Índices de habilidad

C<sub>p</sub>: Este es un índice de habilidad. Compara la habilidad del proceso con la variación máxima permitida como se indica por la tolerancia. Este índice ofrece una medida de que tan bien el proceso satisface los requerimientos de variabilidad, como se muestra en la **Ecuación 1**.

$$C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma} \quad \text{Ec. 1}$$

C<sub>p</sub> no es impactado por la localización del proceso. Este índice puede solo ser calculado para tolerancias de dos lados.

C<sub>pk</sub>: este es un índice de habilidad. Toma en cuenta la localización del proceso, así como la habilidad. Para tolerancias bilaterales C<sub>pk</sub> siempre será menor o igual a C<sub>p</sub>.

$$C_{pk} \leq C_p$$

C<sub>pk</sub> será igual a C<sub>p</sub> sólo si el proceso está centrado.

C<sub>pk</sub> se calcula como el valor mínimo de CPU ó CPL como se muestra en la **Ecuación 2**:

$$C_{pk} = \frac{\mu - EI}{3\sigma}, \frac{ES - \mu}{3\sigma} \quad \text{Ec. 2}$$

C<sub>pk</sub> y C<sub>p</sub> debieran ser siempre evaluados y analizados en conjunto.

## IMPLEMENTACION DE UN PROCESO ESTADÍSTICO EN EL AREA DE ESTAMPADO METÁLICO

Un valor de  $C_p$  significativamente mayor que su correspondiente  $C_{pk}$  indica oportunidad del mejoramiento para el centrado del proceso.

### Identificación de la línea central y límites de control de la gráfica de control

Para apoyar en el análisis gráfico de los estadísticos de control graficados, se dibujan líneas que indiquen un estimativo de la localización (línea central) y los límites de control del estadístico de control en la gráfica.

En general, para establecer una gráfica de control se calculan:

- La Línea Central.
- El Límite Superior de Control (LSC u UCL).
- El Límite Inferior de Control (LIC ó LCL).

## DESARROLLO DEL ESTUDIO.

### Introducción a la propuesta de control estadístico

Para implementar la propuesta del control estadístico en las piezas defectuosas fue necesario analizar y conocer los procesos que se llevan a cabo en el área de prensas, desde la liberación de una pieza hasta el proceso de las piezas no conforme, se identificó que la empresa no tenía una herramienta estadística que permitiera monitorear el proceso de las piezas, ni verificar que estas cumplan con los requerimientos específicos del cliente. Siendo esta la principal oportunidad de mejora para implementar un control estadístico.

### Estudio de campo

Después se realizó una investigación de “Campo”, para identificar las oportunidades de mejora dentro del proceso de prensas, en los diferentes turnos, donde se encontraron varios puntos de oportunidad de mejora. Se dio inicio durante la primera jornada del primer turno, que empieza a las 6:30 am - 2:30 pm, en este turno se mostró un proceso aplicado de manera detallada.

La primera actividad fue revisar la documentación necesaria para asegurar la calidad del proceso; a través de un diagrama de flujo, Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF) de proceso, plan de control, ayuda visual (guía de calidad) e Instrucción de inspección.

La mayoría de estos documentos son elaborados en la plataforma (Aqua Pro).

Se hizo el monitoreo de 14 componentes críticos para el control estadístico.

Elaboración de un diagrama de flujo del proceso de estampado.

Se elaboró un AMEF del proceso de estampado con las diferentes áreas de la empresa entre ellas (ingeniería, mantenimiento, calidad y producción).

Plan de control por parte del área de calidad que sirvió como base para elaborar las instrucciones de inspección.

La instrucción de inspección, herramienta importante para controlar el proceso, en ella se definieron las características del proceso y producto, que se quiere evaluar y controlar, también se establecieron las frecuencias de inspección. Es importante recalcar que para un uso efectivo de la instrucción de inspección esta tiene que ir de la mano con una efectiva capacitación. Cabe mencionar

## IMPLEMENTACION DE UN PROCESO ESTADÍSTICO EN EL AREA DE ESTAMPADO METÁLICO

que también la instrucción de inspección forma parte del proceso de liberación de la parte que es impresa y proporcionada por los líderes de producción a los operadores. Esta se trabaja en conjunto con la guía de calidad ya que se inspecciona y se verifican los pasos a seguir para la liberación de las piezas.

Las ayudas visuales (guías de calidad), estas van a la par con la instrucción de inspección para liberar una pieza ya que es necesario que el personal a cargo tenga conocimientos previos del proceso y el uso correcto del dispositivo de control.

Formato de control estadístico, en esta etapa ya se contaba con un dispositivo de control con la capacidad de evaluar indicadores de control estadístico (SPC's) de caratula digital.

Se elaboró una plantilla en EXCEL para que los operarios e ingenieros capturen los datos. La frecuencia de inspección está definida en la instrucción de inspección cada hora, cada número de parte debe evaluar sus SPC's dependiendo las características que se mencionan en las hojas de instrucción y guías de calidad.

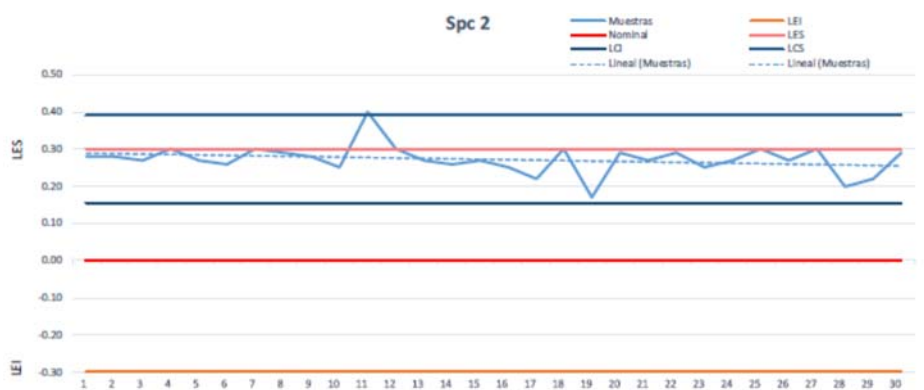
Para esta plantilla se siguieron los lineamientos por el Grupo de Acción de la Industria Automotriz (AIAG) segunda edición, aquí se muestran gráficas individuales para cada SPC y tienen un apartado para evaluar la habilidad del proceso; Cp mide la capacidad potencial de un proceso y el Cpk indicador de la habilidad del proceso en base a la variación presente de cada subgrupo del conjunto de datos (Cp y Cpk) por cada SPC. Y de esta forma poder controlar mejor el proceso e identificar en que parte se está teniendo más variación y problemas con el electrodo. Además de obtener el porcentaje de las piezas que defectuosas y las piezas que no cumplen con las especificaciones que el cliente solicita.

Los registros que se realizaron de forma manual, se colocaron en las hojas de instrucción, en la parte de los límites las tolerancias que pide el cliente para la pieza de acuerdo al dibujo, lo que ayuda a que de manera automática se calcule el Cp, Cpk, Z1 y Z2, con esto se detecta la tendencia de los SPC's antes de que salgan de los límites de control y de esta forma monitorear el proceso de manera más eficiente.

Se capacito a los operarios, técnicos e ingenieros de calidad para la liberación de las partes, se les enseñó a cómo llenar correctamente las instrucciones de inspección, se les enseñó a cómo interpretar la guía de calidad y como usar la nueva herramienta para llevar el control estadístico.

### Implementación del control estadístico

Como ejemplo de las diversas graficas que se obtuvieron del área de prensas se muestra en la **Figura 2** y la **Tabla 1**.



**Figura 2. Control estadístico SPC2**

**IMPLEMENTACION DE UN PROCESO ESTADÍSTICO  
 EN EL AREA DE ESTAMPADO METÁLICO**

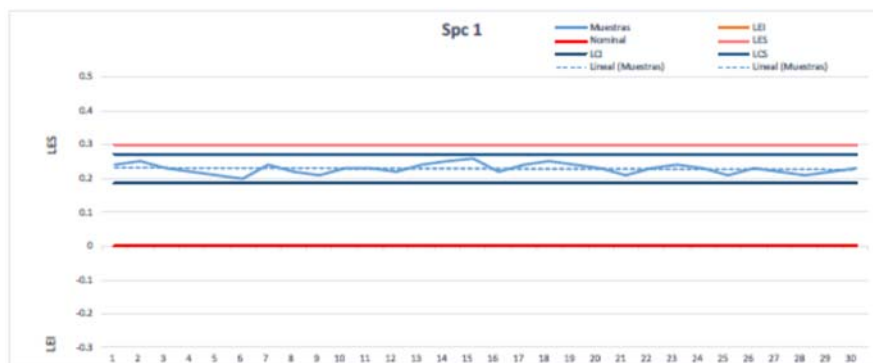
**Tabla 1. Monitoreo de SPC's**

SCP1	Cp= 1.02	Cpk= 1.87	Z1=71.3% defectuosos	Z2=28.71% buenos
SCP2	Cp= 2.33	Cpk= 0.871	Z1=0.4% defectuosos	Z2=99.55% buenos
SCP3	Cp= 2.76	Cpk= 0.237	Z1=23.9% defectuosos	Z2=76.10% buenos
SCP4	Cp= 1.35	Cpk= 0.239	Z1=76.3% defectuosos	Z2=23.7% buenos
SCP5	Cp= 3.88	Cpk= 1.992	Z1=0% defectuosos	Z2=100% buenos

Como se puede observar en la gráfica de control, la mayoría de los SPC's se encuentran fuera de los límites de especificación del cliente, siendo este el problema principal para el área de soldadura, ya que el electrodo no identifica correctamente las piezas, provocando problemas de soldadura fría o rebaba, además de que la plantilla del EXCEL arroja que los Cpk's de las piezas no se encuentran de manera favorable al dar datos negativos, lo que significa que el proceso no se encuentra centrado por lo que, es necesario hacerle un ajuste para cumplir con los requerimientos y de esta manera disminuir los paros de ajuste, retrabajos, scrap o amonestaciones del cliente.

**RESULTADOS.**

Después de hacer los ajustes necesarios y monitoreo de las prensas para alinear el proceso, se observa que el control estadístico apoyo de manera favorable generando que Cp y Cpk fueran positivos, como se muestra en la **Figura 3** y la **Tabla 2**.



**Figura 3. Ejemplo de SPC**

Para SPC1, donde cp es de 3.43 y Cpk es de 1.6, Z1 es 0% de defectuosos y Z2 es 100 de producto bueno, como se muestra en la **Tabla 2**.

**Tabla 2. Monitoreo despues de la implementación de SPC**

SCP1	Cp= 3.43	Cpk= 1.6	Z1=0% defectuosos	Z2=100% buenos
SCP2	Cp= 5.25	Cpk= 1.5	Z1=0% defectuosos	Z2=100% buenos
SCP3	Cp= 5.49	Cpk= 1.07	Z1=0.1% defectuosos	Z2=99.93% buenos
SCP4	Cp= 3.30	Cpk= 1.04	Z1=0.1% defectuosos	Z2=99.91% buenos
SCP5	Cp= 3.28	Cpk= 1.59	Z1=0% defectuosos	Z2=100% buenos



## IMPLEMENTACION DE UN PROCESO ESTADÍSTICO EN EL AREA DE ESTAMPADO METÁLICO

Después de mostrarse los resultados del control estadístico, se dio a conocer a los diferentes departamentos la causa raíz de la problemática, para que se hagan los ajustes necesarios en las prensas con su respectivo troquel para centrar el proceso y verificar que los SPC's estén dentro de los límites de especificación, haciendo una hoja de servicio para el ajuste las piezas.

Las hojas de servicio se han utilizado como evidencia para registrar los problemas que tienen cada preña o área donde se requiere mejorar o ajustar parámetros de la pieza. Los técnicos o ingenieros solicitantes deben informar con evidencias el motivo del porque está solicitando el ajuste. En este caso se tomaron los controles estadísticos para demostrar que los 5 procesos no se encuentran centrados y que los SPC's están fuera de los límites especificados.

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Al finalizar este trabajo, se identificó que dentro del área de prensas se tenía una gran oportunidad de mejorar el proceso y comunicación con los operadores para el monitoreo de las piezas, al solucionarse esta problemática se reducirá el número de paros técnicos por ajuste, alertas de calidad y de forma sustancial las quejas de los clientes.

Con la implementación del control estadístico, se apoyará a monitorear y prevenir errores en las piezas para evitar que las piezas estén fuera de los límites de especificación, esto ayudará a los técnicos e ingenieros a controlar de mejor forma el proceso y cumplir con los estándares de calidad.

Se logró identificar la problemática desde raíz, además de comprender todas y cada una de las actividades que se realizan en el departamento de calidad.

Como recomendación a este trabajo sería que se siga monitoreando las piezas con el control estadístico, asegurarse que el operador, técnico o ingeniero, estén capacitados para el uso de la herramienta, tener un plan de control para saber cada cuando deberá hacerse una revisión de los procesos y trabajar en equipo para cualquier tipo de ajuste.

Por último, se puede constatar que la herramienta de un control estadístico es muy importante como clave a un proceso de fabricación como el área de prensas y que se puede aplicar a muchos otros procesos para evitar que las piezas salgan de los límites de especificación que marcan los clientes. Otros beneficios que se logran con esta herramienta son: Reducción de la variación y los desperdicios, Mejora de la calidad de los productos, Identificación de las características del producto, proceso y los métodos de control para las fuentes de variación (variables de entrada), que causan variación en las características del producto (variables de salida), Satisfacción del cliente, al enfocarse a las características del producto y del proceso que son importantes y Aseguramiento y comunicación entre las áreas de planeación, implementación y control.



## IMPLEMENTACION DE UN PROCESO ESTADÍSTICO EN EL AREA DE ESTAMPADO METÁLICO

### REFERENCIAS.

Arboleda, J., Escobar, F., Salcedo, B. (2015). *Estudio de mejora del proceso de soldadura de soldame del valle S.A.S a partir de análisis y diseño de experimentos*. Revista Colección Académica de Ciencias Estratégicas. 2(2). 42-52.

Becerra, M., Franco, A., Hernández, A., López, I. Ríos, L. (2020). Control de calidad para un proceso de pintura automotriz bajo un entorno Lean Six Sigma. Revista Multidisciplinas de la Ingeniería. VIII(12). 133-144.

Bonilla, G. (2018). *Estudio y uso de herramientas estadísticas para la mejora en el control de procesos y calidad*. Para obtener el título de Ingeniero Electrónico Industrial y Automática. Presento en la Universidad Politécnica de Catalunya Barcelona TECH. Barcelona. 1-163.

Cantú, J., Guardado, M., Illescas, G. (2020). *Monitoreo de la variabilidad del proceso mediante gráficas X-R, una guía de aplicación estadística*. Revista Electrónica sobre Tecnología, Educación y Sociedad. 7(14). 1-15.

Durán, J. (1974). *Manual de control de calidad*. Editorial Reverte S. A.

Evans, J. (2003). *Administración y control de la calidad*. International Thomson Editores.

Guamán, F. (2019). *Control estadístico de calidad en el ensamble de carrocerías en Pico Sánchez Cía. LTDA*. Para obtener el título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización. Presento en la Universidad Técnica de Ambato. En la Facultad de Tecnologías de la Información, Telecomunicaciones e Industrial. Ecuador. 1-200.

Gutiérrez, H., de la Vara, R. (2009). *Control estadístico de calidad*. Segunda edición. Mc Graw Hill. 1-482.

Millán, V. (2013). *Aplicación del control estadístico en las líneas de Volkswagen*. Para obtener el grado de Maestro en Gestión de la Calidad, presento en la Facultad de Estadística e Informática, Xalapa, Veracruz, México. 1-74.

Ramírez, E. (2011). *Control estadístico de procesos por atributos: caso ZF Sachs*. Para obtener el grado de Maestro en Ciencia y Tecnología en la Especialidad de ingeniería Industrial y de Manufactura, presento al Programa Interdisciplinario en Ciencia y Tecnología (SEDE) Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, S.A de C.V. Saltillo, Coahuila, México. 1-83.

Sandoval, T., Ugalde, L., Téllez, A., Vergara, H. (2020). *Análisis estadístico en aplicación de soldadura GTAW usando diseño de experimentos factorial completo*. Revista Soldagem & Inspeção. 1-10.



ESTUDIO DE LAS IMPLICACIONES EN LA FORMACIÓN DEL  
PROFESORADO PARA LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA.

ESTUDIO DE LAS IMPLICACIONES EN LA FORMACIÓN DEL  
PROFESORADO PARA LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA.

THE STUDY OF IMPLICATIONS IN FACULTY TRAINING  
FOR THE TEACHING OF ENGINEERING.

M.C. Irasema Torres Cavazos<sup>1</sup>

M.C. Maria Blanca Elizabeth Palomares Ruiz<sup>2</sup>

Dr. Arturo Torres Bugdud<sup>3</sup>

M.A. Guillermo Roberto Rossano Pérez<sup>4</sup>

## RESUMEN

La práctica docente ha enfrentado diversas adversidades conforme evolucionan las necesidades de la sociedad emergente. Por ello, es imperante estudiar las implicaciones para la formación del profesorado, particularmente en el área de estudio de la Ingeniería.

La presente investigación pretende conocer y analizar las prácticas y características que definen y contribuyen de manera óptima en la enseñanza de la Ingeniería mediante un enfoque de investigación descriptiva para la obtención de datos observables en relación a las actitudes y desempeños necesarios para la educación. Se estima que las conclusiones completadas refieran un análisis de los dotes pedagógicos que precisan una formación de calidad para los estudiantes de Ingeniería.

**PALABRAS CLAVES:** enseñanza; ingeniería, docentes universitarios

Fecha de recepción: 14 de febrero, 2023.

Fecha de aceptación: 28 de marzo, 2023.

## ABSTRACT

The teaching practice has faced various adversities as the needs of the emerging society evolve. Therefore, it is imperative to study the implications for teacher training, particularly in the area of study of Engineering.

<sup>1</sup> Profesora de Asignatura. Universidad Autónoma de Nuevo León. [irasema.torrescvz@uanl.edu.mx](mailto:irasema.torrescvz@uanl.edu.mx)

<sup>2</sup> Profesor de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, de la UANL  
[maria.palomaresrz@uanl.edu.mx](mailto:maria.palomaresrz@uanl.edu.mx)

<sup>3</sup> Profesor de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, de la UANL  
[arturo.torresbg@uanl.edu.mx](mailto:arturo.torresbg@uanl.edu.mx)

<sup>4</sup> Profesor de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la UANL,  
[guillermo.rossanoprz@uanl.edu.mx](mailto:guillermo.rossanoprz@uanl.edu.mx)



## ESTUDIO DE LAS IMPLICACIONES EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO PARA LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA.

This research aims to understand and analyze the practices and characteristics that define and optimally contribute to the teaching of Engineering through a descriptive research approach to obtain observable data in relation to the attitudes and performances necessary for education. It is estimated that the completed conclusions refer to an analysis of the pedagogical skills that require quality training for Engineering students.

**KEYWORDS:** teaching; engineering; university teachers

### INTRODUCCIÓN

El presente estudio engloba dos áreas de comprensión que se encuentran mutuamente condicionadas. Por un lado, se indaga sobre la formación del profesorado universitario y, por otra parte, se enfatizan las particularidades que comprenden la enseñanza de la ingeniería. Lo anterior resulta en el objetivo de encontrar las regularidades que se deben considerar para la buena práctica profesional del docente.

La formación del profesorado es un conjunto de prácticas como una disciplina académica del campo de la educación. Entendida como práctica, la formación del profesorado se asocia con la idea de desarrollo profesional docente, el cual pretende mejorar las habilidades, las actitudes y el desempeño del docente, en sus roles actuales o futuros.

En forma similar, Tébar (2003) considera los siguientes rasgos como fundamentales de un docente para el logro del aprendizaje:

- Es un experto que domina contenidos, planifica y es flexible.
- Establece metas, como los hábitos de estudio, autoestima, meta cognición.
- Regula aprendizajes y favorece y evalúa los progresos.
- Fomenta el logro de aprendizajes significativos y transferibles.
- Fomenta la búsqueda de la novedad.
- Potencia el sentimiento de capacidad.
- Enseña las razones del actuar.
- Desarrolla en los alumnos actitudes positivas.
- Comparte experiencias de aprendizaje con los alumnos.
- Atiende las diferencias individuales.

Según Rugarcía (2001), la misión del docente debe promover en el participante la captación de conceptos sobre la profesión y la cultura, a la par del desarrollo de habilidades y el reforzamiento de determinadas actitudes que lo impulsen a ejercer su vocación profesional y humana de cierta manera. Por ello, quien ejecute la labor docente debe tener como centro el crecimiento del estudiante, no sólo en el tema que se imparte.

Diferentes autores caracterizan al docente actual. En este caso, De la Herrán y González (2002) lo hacen a partir del ego docente. Al adentrarse en la raíz pura del significado del mismo, concluyen que los profesores tienden a desarrollar ciertas características conforme pasa el tiempo. Además, identifican posibles errores que cometen los docentes y cómo influyen estos en su comportamiento. Algunos de estos elementos de mala praxis son válidos en cualquier estudio acerca de la formación del profesorado. Se destacan los siguientes para este proyecto:

- Egoísmo o atención desmedida hacia el propio interés, que de la misma manera invade a los alumnos y les puede comunicar pautas contrarias a la generosidad. Un/a maestro/a se



**ESTUDIO DE LAS IMPLICACIONES EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO PARA LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA.**

interesa desprendidamente por sus alumnos, sus compañeros, los padres (en su caso), etc. para avanzar y crecer con ellos, y junto a ellos se cultiva.

- Identificaciones o equivalencias del yo profundo con cosas, personas, creencias, etiquetas, etc., que determinan verdaderos programas mentales capaces de seleccionar determinadas preferencias y de no facilitar, en consecuencia, la enseñanza completa y abierta y la realización y aceptación de descubrimientos no-condicionados a sus alumnos. Un/a maestro/a no se identifica con ellas.
- Satisfacción superficial relacionada con el tema de su identificación, que lleva a una autocomplacencia contraria a la crisis, así como a actitudes narcisistas y autocomplacientes.

La comprensión de las características que debe poseer un buen docente, resultan esenciales para el mejoramiento de la formación del alumnado, de modo que se logre el correcto desarrollo profesional, académico y personal de estos.

Existe una amplia discusión dentro de la literatura respecto al tema. Sin embargo, diversos autores coinciden en los aspectos destacables de los docentes. La siguiente tabla muestra a manera de síntesis la postura de distintos investigadores respecto a lo anteriormente mencionado.

**Tabla 1.-Criterios de autores sobre diferentes aspectos del docente. Fuente: Elaboración propia**

Autores	Aspectos destacables de los docentes				
	Comunicación con los alumnos	Fomento del estudio fuera del aula	Dominio de técnicas	Respeto y/o admiración	Interés sobre su materia
Reyes (2001)	X		X		X
Rugarcía (2001)		X		X	
Tébar (2003)		X	X		X
De la Herrán y González (2004)	X	X	X	X	X



**ESTUDIO DE LAS IMPLICACIONES EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO PARA LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA.**

Díaz (2004)				X	X
Galvis (2007)					X
Olmedo y Pemado (2008)	X	X		X	

Como es posible observar en la tabla 1, las particularidades en las que los autores concuerdan con mayor frecuencia es en el interés que el docente presenta hacia la asignatura que imparte, así como en la habilidad que posee para fomentar el estudio fuera del aula. En base a lo revelado por la tabla, se concluye que un docente idóneo se caracteriza por ser un sujeto capaz de mostrar interés hacia los alumnos, así como de fomentar el estudio de su asignatura fuera de las aulas.

**Marco Teórico**

En otro orden de ideas, existen diversos estudios referentes a la práctica docente dirigida a la enseñanza de la Ingeniería, tal es el caso de la Asociación Nacional de Instituciones de Educación Superior de México (ANUIES, 2000), que realizó un análisis acerca de los docentes en México. Los resultados de dicho estudio revelan valiosos datos que contribuyen al entendimiento de la instrucción de la Ingeniería:

- A. Desde la visión pedagógica, el perfil predominante entre los docentes universitarios mexicanos continúa siendo tradicionalista, es decir, se encuentra centrado en una figura hegemónica del profesor frente al grupo.
- B. Los métodos de enseñanza siguen siendo prevalentemente expositivos.
- C. Las estrategias de evaluación generalmente se asocian a la adquisición memorística del conocimiento.
- D. Un 77% de los docentes del nivel superior reportan haber iniciado su trayectoria académica sin experiencia docente previa.
- E. Alrededor de un 80% de los maestros admite contar con una preparación didáctica deficiente, ya que no participa —o lo hace poco— en actividades de formación y actualización para el adecuado ejercicio magisterial (p. 3).

Con base en los resultados obtenidos por la ANUIES, es posible concluir que existe una necesidad imperante de perfeccionar el trabajo del docente universitario. Lo anterior es tomado en cuenta debido a las altas cifras de maestros que expresan no haber tenido experiencia previa y no participar en actividades de formación y actualización para una adecuada práctica magisterial.

En concordancia con la ANUIES, Castillo (2018) considera que la mayor parte de los graduados poseen una preparación profesional en sus respectivas disciplinas pero en cambio, los que se integran a la docencia y la investigación universitarias llegan a ella sin conocimientos suficientes de los aspectos relativos a la didáctica para la enseñanza de sus materias, lo cual les dificulta formular con precisión los objetivos y objetos de aprendizaje, seleccionar los métodos de enseñanza más apropiados para el desempeño de sus actividades, elaborar los medios de apoyo al proceso de asimilación, así como utilizar las diferentes formas y funciones de la evaluación en el proceso. De



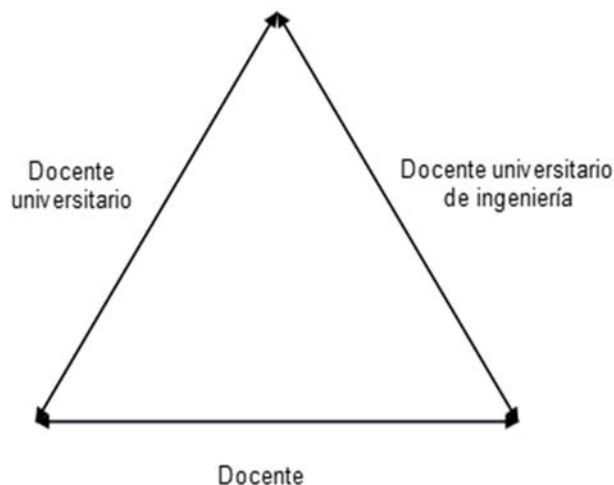
## ESTUDIO DE LAS IMPLICACIONES EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO PARA LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA.

este modo, se cuestiona que, mientras las instituciones de Ingeniería evolucionan con la apertura de nuevas carreras, la formación pedagógica y didáctica de los docentes continúa sin ser una prioridad.

De acuerdo a lo anterior, la alianza para la Formación e Investigación en Infraestructura para el Desarrollo de México (FiiDEM) (2012), destaca en una reunión sobre “Nuevos modelos de formación y enseñanza de la Ingeniería en México” las siguientes conclusiones:

- Es necesario desarrollar la vocación hacia la Ingeniería desde los grados escolares fundamentales.
- La enseñanza de la Ingeniería debe estar presente en los niveles básicos de educación.
- Es necesaria la perfección del trabajo docente donde se actualice la utilización de métodos para potenciar la formación integral de un estudiante.

Con la finalidad de englobar los conceptos e ideas analizadas, es posible comprender que, si se requiere abordar los factores pertenecientes a la enseñanza de la Ingeniería en la formación del profesorado, es necesario considerar las relaciones esenciales que se presentan entre “ser docente”, “ser docente universitario” y “ser docente de ingeniería”. Como fue mencionado al inicio de este estudio, se analiza desde las áreas generales a las particulares (Figura 1).



**Figura. 1. Relaciones entre los diferentes tipos de docentes.**

**Fuente: elaboración propia.**

Al igual que el profesorado, las instituciones que acunan a dicho sector son reconocidas por los esfuerzos realizados en razón al desarrollo de la enseñanza de la ingeniería. Es de amplio conocimiento el hecho de que la sociedad globalizada requiere el desarrollo de soluciones prácticas e innovadoras que contribuyan al avance de la misma. Con base en lo anterior, la enseñanza de la ingeniería es tomada en cuenta para las necesidades de la colectividad.

La presente investigación se desarrolla en razón a la necesidad de conocer las cualidades y objetivos que persiguen diversos autores, al referirse a los docentes de la educación superior, en concreto, busca desarrollar un estudio comparativo que observe la perspectiva de los mencionados autores y

## ESTUDIO DE LAS IMPLICACIONES EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO PARA LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA.

analice sus respectivas visiones respecto al tema central: la enseñanza. De manera particular, se pretende orientar los hallazgos hacia la enseñanza de la Ingeniería.

La obtención de resultados se verá reflejada en una recolección sistemática de información, estructurada por medio de gráficos y conclusiones que permiten interpretar los objetivos de manera concisa y objetiva. Del mismo modo, se pretende que el estudio contribuya a la enseñanza de la Ingeniería, gracias a la recopilación de datos y al enfoque designado.

El problema de investigación que asume el presente estudio se relaciona con la insuficiente preparación didáctica que poseen los profesores de las instituciones universitarias y que se precisa para el desarrollo de enseñanzas formativas acordes con el ingeniero contemporáneo del siglo XXI y sus demandas, tanto técnicas o profesionales como personales y sociales. Esta situación repercute directamente en la formación del profesorado de las carreras impartidas en dicha facultad, para favorecer ingenieros con una formación integral más compleja, adecuada y ajustada a las necesidades sociales, tanto demandadas como no demandadas

Todo lo anteriormente mencionado conlleva al planteamiento de las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Qué cualidades describen a un buen docente de educación superior?
- ¿Cómo se ve enfocada la enseñanza de la educación superior en la Ingeniería?
- ¿Cuáles son los resultados que se obtienen de una enseñanza óptima?

Reiterando la importancia de comprender los métodos para una enseñanza efectiva se plantea el objetivo del presente trabajo el cual, es determinar la metodología didáctica como parte esencial de la formación que requieren los docentes de la Ingeniería, de acuerdo a las características de la enseñanza en esta área.

Como objetivos específicos, se encuentran los siguientes:

- Describir la formación docente.
- Identificar los aspectos esenciales de la metodología didáctica que utilizan los autores para la enseñanza
- Comparar los resultados entre ellos para obtener conclusiones respecto a la enseñanza óptima.
- Concluir los conocimientos óptimos para la enseñanza de la ingeniería.

Los objetivos establecidos pretenden ser concluidos por medio de la obtención de información en diversas obras pedagógicas que contienen valiosos aportes a la investigación.

## METODOLOGÍA

La metodología utilizada en el presente estudio corresponde a un enfoque de investigación cualitativo, debido al estudio comparativo de los aspectos que se consideran esenciales para la formación del profesorado. Conforme a lo anterior, Coelho (2019) define la metodología como la serie de métodos y técnicas de rigor científico que se aplican sistemáticamente durante un proceso de investigación para alcanzar un resultado teóricamente válido. Por tanto, la investigación metodológica pretende producir datos descriptivos, donde se rescatan las mismas palabras que las personas expresan y la conducta con características observables

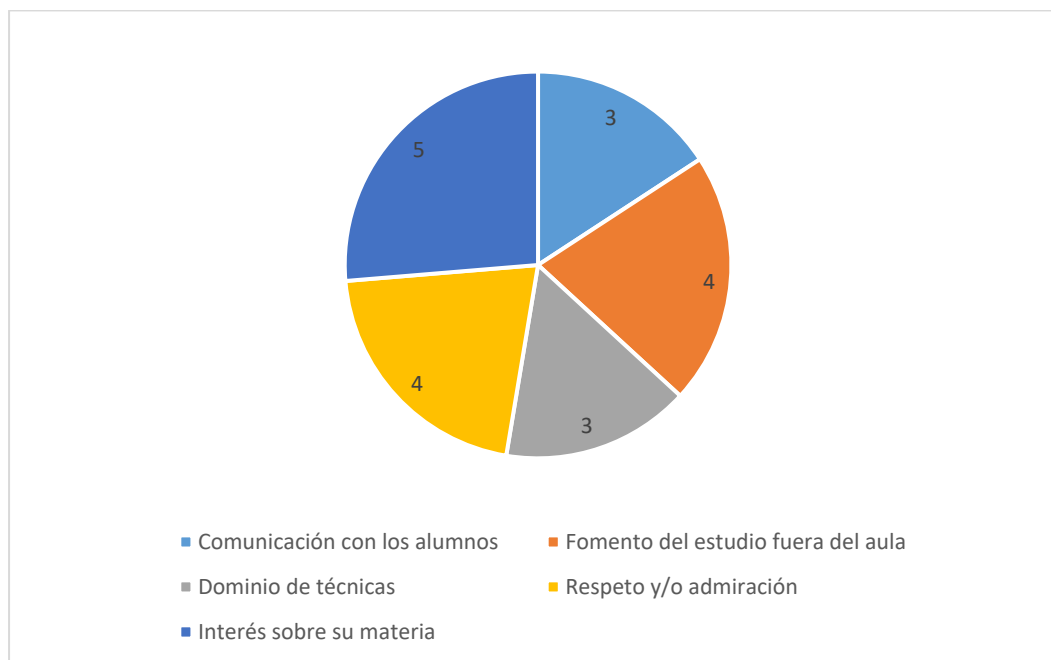
## ESTUDIO DE LAS IMPLICACIONES EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO PARA LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA.

Para la finalización de un análisis concreto fue necesaria la indagación en técnicas pedagógicas de autores reconocidos por desarrollar técnicas y estudios sobre el mejor tipo de aprendizaje para el alumnado. Al comparar las contribuciones de los autores, se expusieron una serie de resultados que contenían recursos ilustrativos en cuanto a la ejecución de la docencia.

### RESULTADOS

Para fines didácticos, se presenta en la figura 2 y respondiendo a la primera pregunta de investigación las cualidades que diversos autores consideran como esenciales para la formación de un estudiante son las siguientes:

- Comunicación con el estudiante,
- Dominio de técnicas,
- Interés sobre su materia,
- Fomento del estudio fuera del aula, y
- Respeto y/o admiración



**Figura 2. Cualidades para la formación de un estudiante.**

Es posible reconocer que, de las cinco características principales, al menos cinco autores coinciden en que el interés por la materia que se imparte, sobrepasa de todos los demás aspectos, es decir, consideran de mayor importancia esta cualidad en comparación con otras analizadas. Se entiende que el interés por la materia comprende la inclinación del docente para la impartición de una unidad de aprendizaje, del mismo modo, el interés se ve expresado a través de los aprendizajes que obtiene el alumnado y la calidad de dicho aprendizaje.



## ESTUDIO DE LAS IMPLICACIONES EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO PARA LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA.

A lo anterior, le secunda el respeto y/o admiración por el docente, así como el fomento del estudio fuera del aula. Al menos cuatro de los siete autores analizados coinciden en que ambos aspectos toman relevancia en cuanto a las particularidades que apoyan la formación docente. Lo mencionado anteriormente forma parte de los aspectos considerados destacables por los autores en razón de la enseñanza.

De igual manera, el fomento del estudio fuera del aula es un aspecto que se destaca en cuanto a las implicaciones para la formación docente. La interpretación resultante de este aspecto es que, los autores y pedagogos consideran que fomentar en los alumnos el estudio de sus asignaturas fuera del aula contribuye a su formación profesional, en tanto que continúan recibiendo conocimientos por cuenta propia.

En última instancia se encuentran el dominio de las técnicas y la comunicación con los alumnos; dichos aspectos no son considerados prioritarios o destacables por la mayoría de los autores, ya que, se llega a considerar responsabilidad tanto del docente como del alumno, contribuir a la formación de su aprendizaje.

### CONCLUSIONES

El presente estudio concluyó los análisis de las distintas percepciones pertenecientes a los autores anteriormente descritos. Sus contribuciones representan en gran medida un apoyo para la formación del profesorado, ya que se consideran aspectos que aportan al aprendizaje tomando en cuenta a los alumnos, al mismo tiempo que se señalan las actitudes que no contribuyen a su formación.

Respondiendo a la pregunta de investigación con los resultados de este proyecto fue posible concretar la mirada individual de cada autor, al rescatar sus percepciones basadas en su experiencia y trayectoria. Por consecuencia, se encontró que, contrario a lo que se estima en la mayoría de las instituciones de educación, los profesores considerados en el análisis comparativo, mencionan que la comunicación con los estudiantes y el dominio de técnicas pertenecientes a la asignatura que se imparte, se encuentran en último lugar en cuanto a la relevancia que contienen en los aspectos destacables de un docente. Es decir, la mayoría de los autores no consideran de vital importancia o un aspecto sobresaliente la comunicación hacia su alumnado y el dominio de sus técnicas de enseñanza.

Lo anterior representa una posible incongruencia con los modelos actuales de enseñanza, donde las opiniones y necesidades de los estudiantes son consideradas una prioridad para la mayoría de las instituciones de educación superior. De igual manera, la formación de los profesionistas, especialmente en el área de la Ingeniería, requiere un dominio total de técnicas de enseñanza, debido a su gran relevancia en la instrucción de una especialidad de grado superior.

En consideración a lo anterior, se afirma que los objetivos que logran describir, identificar y comparar los aspectos necesarios para la enseñanza de la ingeniería fueron alcanzados en razón del análisis de los mismos.



## ESTUDIO DE LAS IMPLICACIONES EN LA FORMACIÓN DEL PROFESORADO PARA LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERÍA.

### BIBLIOGRAFÍA

- Alianza Fiidem. (2012). *Nuevos Modelos de Formación y Enseñanza de la Ingeniería en México*. Obtenido de Alianza Fiidem AC Innovacion en infraestructura:  
<https://docplayer.es/116569036-Nuevos-modelos-de-formacion-y-ensenanza-de-la-ingenieria-en-mexico.html>
- ANUIES. (2000). *La educación superior en el siglo XXI*. México.
- Castillo, V. E. (9 de Abril de 2018). *dspace.palermo.edu*. Obtenido de  
[http://dspace.palermo.edu/dspace/bitstream/handle/10226/2051/PBR\\_16\\_04.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://dspace.palermo.edu/dspace/bitstream/handle/10226/2051/PBR_16_04.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Coelho, F. (2019). *Qué es metodología*. Obtenido de Significados:  
<https://www.significados.com/metodologia/>
- De la Herrán Gascón, A., & González Sánchez, I. (2004). *El Ego docente, punto ciego de la enseñanza, el desarrollo profesional y la formación del profesorado*. Madrid: Editorial Universitas.
- Galvis, R. V. (2007). De un perfil docente tradicional a un perfil docente basado en competencias. *Acción Pedagógica*, 48-57.
- Olmedo Casas, K., & Peinado, S. (2008). *El perfil del profesor universitario. Desde la perspectiva de los estudiantes*. Sevilla: Primer Congreso Internacional sobre profesorado principiante e inserción profesional a la docencia.
- Reyes Pérez, M. (2001). *Perfil Ideal del profesor universitario: una guía para detectar necesidades de formación*. Nayarit: Congreso Internacional Retos y Expectativas de la Universidad.
- Rugarcía, A. (2001). *Hacia el mejoramiento de la educación universitaria*. México: Editorial Trillas.
- Tébar, L. (2003). *El perfil del profesor mediador*. Madrid: Editorial Santillana.



## LA CALIDAD EN EL SERVICIO PARA LA COMPETITIVIDAD DE LAS PYMES DE LZC., MICH (Caso sector abarrotero)

### SERVICE QUALITY FOR THE COMPETITIVENESS OF SMES IN LZC., MICH (Grocery sector case)

Rebeca Almanza Jiménez<sup>1</sup>  
Nora Eloísa Herrera Hernández<sup>2</sup>  
Alma Rosa Tapia Tapia<sup>3</sup>

#### RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo realizar una revisión y análisis de la calidad del servicio para la competitividad de las Pymes de LZC. MICH. esta investigación se enfocó a 680 Pymes instaladas en Lázaro Cárdenas Michoacán y su metodología de investigación es de tipo correlacional ya que tiene como propósito medir el grado de relación entre calidad en el servicio y su impacto en la competitividad de las Pymes, utilizando como instrumento de recolección de datos el cuestionario con el objetivo de recabar información de los encuestados.

**PALABRAS CLAVES:** Calidad, pymes, Satisfacción del Cliente, Servicio.

**Fecha de recepción:** 03 de marzo, 2023.

**Fecha de aceptación:** 30 de marzo, 2023.

#### ABSTRACT

The objective of this study is to carry out a review and analysis of the quality of the service for the competitiveness of LZC SMEs. MICH. This research focused on 680 SMEs installed in Lázaro Cárdenas Michoacán and its research methodology is of a correlational type since its purpose is to measure the degree of relationship between service quality and its impact on the competitiveness of SMEs, using as an instrument of data collection the questionnaire with the objective of gathering information from the respondents.

**KEYWORDS:** Quality, pymes, Customer Satisfaction, Service.

<sup>1</sup> Profesora de Tiempo Completo, Ciencias Económico-Administrativas. Tecnológico Nacional de México (TecNM) IT. Lázaro Cárdenas. Dra. En Administración. [rebeca.almanza@lcardenas.tecnm.mx](mailto:rebeca.almanza@lcardenas.tecnm.mx)

<sup>2</sup> Profesora de Tiempo completo, Ciencias Económico-Administrativas. Tecnológico Nacional de México (TecNM) IT. Lázaro Cárdenas. Maestra en Dirección de la Comunicación. [nor45941@hotmail.com](mailto:nor45941@hotmail.com)

<sup>3</sup> Profesora de Tiempo Completo. Ciencias Económico-Administrativas. Tecnológico Nacional de México (TecNM) IT. Lázaro Cárdenas. Dra. en Proyectos. [alma.tapia@lcardenas.tecnm.mx](mailto:alma.tapia@lcardenas.tecnm.mx)



## LA CALIDAD EN EL SERVICIO PARA LA COMPETITIVIDAD DE LAS PYMES DE LZC., MICH (Caso sector abarrotero)

### INTRODUCCIÓN

El entorno en que las pequeñas y medianas empresas deben de competir se caracteriza por la liberalización de los mercados, creciente competencia y mayor exigencia de los consumidores que cada vez están más informados. Los empresarios en México no son ajenos a esta situación por lo que resulta necesario que cuenten con herramientas que incrementen su productividad y por consiguiente su competitividad. Para mejorar la competitividad de las Pymes los empresarios han identificado la innovación en productos y procesos como la más alta prioridad apoyada por la capacitación de los recursos humanos, el mejoramiento de la calidad de los productos y servicios y el acceso a la tecnología (Calderón & Ferraro 2013).

Las empresas deben de preocuparse por la calidad en el servicio que brindan a sus clientes, ya que a medida que la competencia se hace más aguda, las pymes con el propósito de ganar y mantener un mercado deben Satisfacer sus necesidades y requerimientos y esforzarse en superar las expectativas de los mismos para garantizar el éxito de una organización (ISO 9001-2015). Razón por lo cual se realiza la presente investigación que tiene como propósito identificar la relación entre la calidad en el servicio y la competitividad de las Pymes en Lázaro Cárdenas Michoacán.

### Planteamiento del problema

A nivel mundial la calidad en el servicio es de gran relevancia en las organizaciones por el hecho de que los clientes exigen siempre lo mejor en su atención. Los cambios dinámicos en los mercados y los sectores económicos hacen que en la actualidad las empresas enfrenten retos, como son el aumento de la competencia, la expansión de los mercados, los tratados de libre comercio, el incremento de las expectativas de los clientes (Umble, 2003). El débil crecimiento de la economía (de 1.2% a 1.5% de acuerdo con el Banco de México), el bajo acceso al financiamiento 76% de pymes sin acceso, (INEGI 2019), la escasa vinculación con grandes empresas (95% de pymes que no se vincularon a cadenas de valor, la baja productividad e innovación son solo algunos de los problemas ya conocidos. Las Pymes, tienen serias dificultades para sobrevivir y desarrollarse en un mercado cada vez más competitivo.

Adicionalmente por sus características estructurales, suelen encontrarse en desventaja tanto en recursos como en capacidades en comparación de las grandes empresas. Por ello es importante estudiar los factores que determinan la competitividad. Dichos factores conducen a la modificación de giro de negocios o a la desaparición. Con base a lo anterior se identifican las siguientes preguntas de investigación: ¿Cuál es la relación que existe en la calidad en el servicio y la competitividad en las Pymes de Lázaro Cárdenas Michoacán?.

### Objetivo General

Determinar la competitividad de las Pymes como resultado de la calidad en el servicio en Lázaro Cárdenas Michoacán.

### Objetivos específicos

- a) Identificar los factores internos que favorecen a la competitividad de las Pymes de Lázaro Cárdenas Michoacán.
- b) Realizar un autodiagnostico y diseñar estrategias de mejora para brindar un servicio de calidad.
- c) Realizar planes de acción para la mejora de la calidad en el servicio de las Pymes de Lázaro Cárdenas Mich. Para el logro de la competitividad de las mismas.

## LA CALIDAD EN EL SERVICIO PARA LA COMPETITIVIDAD DE LAS PYMES DE LZC., MICH (Caso sector abarrotero)

### JUSTIFICACIÓN

En la actualidad las (Pymes) son consideradas parte fundamental del desarrollo económico de México en base a su contribución del 52% del producto interno bruto (PIB) y del 72% de los empleos formales (Secretaría de Economía 2019). La calidad en el servicio al cliente es una de las mayores y más comunes inquietudes entre los empresarios pequeños y medianos los cuales reconocen que es un tema importante para el éxito de cualquier empresa, pero lamentablemente, pocos lo entienden y mucho menos lo practican.

Las Pymes en México tienen grandes oportunidades, como generadoras de valor a lo largo de la cadena de suministros. Uno de los factores críticos es la baja calidad en el servicio prestado al interior de las mismas. Razón por lo cual se pretende identificar los factores internos que contribuyan a la competitividad y que les permita diferenciarse de la competencia para competir con grandes empresas para que estas mejoren sus condiciones.

Un servicio es de calidad solo si iguala o supera las expectativas que el cliente tiene en relación a dicho servicio y genera satisfacción e incrementa la fidelidad y lealtad, así como el volumen de ventas y mejora la imagen y productividad de la empresa al disminuir el tiempo empleado en gestionar quejas y devoluciones por la mala atención obteniendo una ventaja competitiva respecto a los competidores, ya que los clientes percibirán la enorme diferencia entre ser bien atendidos y la deficiente atención que proporcionan otras empresas.

### MARCO TEÓRICO

El término calidad, en latín significa “cualidad, manera de ser”. Y su significado en castellano es “propiedad o conjunto de propiedades inherentes a una cosa que permiten apreciarla como igual, mejor o peor de las restantes de su especie” (RAE, 2013), conjunto de propiedades de un producto, de un servicio, de una empresa o una organización que le confieren su aptitud para satisfacer unas necesidades expresadas o implícitas. por su parte (Ishikawa, 1986. p. 13) define la calidad como “desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, útil y siempre satisfactorio para el consumidor”. Por su parte (Crosby, 2014), la calidad es ajustarse a las especificaciones del cliente.

La calidad es el grado en que un conjunto de características inherentes cumple con los requisitos, entendiéndose por requisito la necesidad o expectativa establecida generalmente implícita u obligatoria (ISO, 9001:2015). Consiste en la discrepancia entre los deseos de los usuarios acerca del servicio y la percepción del servicio recibido (Zeithaml & Berry, 1988), también se refiere a la calidad en el servicio como el conjunto de prestaciones que el cliente espera recibir en un servicio determinado, a fin de satisfacer sus necesidades. En este caso, si la prestación supera las expectativas, el servicio proporcionado será considerado como excelente; si solo la iguala será vista como bueno o satisfactorio y si no llega a cubrirlas será catalogado como malo, pobre o deficiente. No obstante (Ruiz, 2001), describe la calidad en el servicio como una forma de actitud, relacionada pero no equivalente a la satisfacción, donde el cliente compara sus expectativas con lo que recibe una vez que ha llevado a cabo la transacción.

El servicio es “cualquier actividad o beneficio que una parte puede ofrecer a otra, es esencialmente intangible y no se puede poseer” (Kotler, 2014), Por su parte la (ISO 9001:2015), conceptualiza el servicio como el resultado de un proceso. ISO 9001:2015. Al respecto (Serna, 2016: pp. 19), define el servicio como “Conjunto de estrategias que una compañía diseña para satisfacer, mejor que sus competidores, las necesidades y expectativas de sus clientes externos”. Mercancía comercializable aisladamente; o sea un producto intangible que no se toca, no se palpa, generalmente no se



## LA CALIDAD EN EL SERVICIO PARA LA COMPETITIVIDAD DE LAS PYMES DE LZC., MICH (Caso sector abarrotero)

experimenta antes de la compra, pero permite satisfacciones que compensan el dinero invertido en la realización de deseos y necesidades de los clientes. (Rapahmell, 1974).

Cliente proviene del griego antiguo y hace referencia a la persona que depende de. Es decir, mis clientes son aquellas personas que tienen cierta necesidad de un producto o servicio que mi empresa puede satisfacer. Por su parte (Barquero & Huertas, 2007), la (RAE, 2013), define al cliente como persona que utiliza con asiduidad los servicios de un profesional o empresa.

La (ISO 9001-2015), conceptualiza al cliente como parte interesada que recibe el producto o servicio de una organización, el (Diccionario Marketing Cultural) asevera que cliente es un término que define a la persona u organización que realiza una compra. o comprar para otro, como el caso de los productos infantiles, al respecto (A.M.A, 2013), clasifica al cliente es el comprador potencial o real de los productos o servicios.

Por lo que a título personal se puede definir al cliente como la persona, empresa u organización que adquiere o compra de forma voluntaria productos o servicios que necesita o desea para sí mismo, para otra persona o para una empresa u organización, por lo cual es el motivo principal por el que se crean, producen fabrican y comercializan productos y servicios.

La satisfacción del cliente se puede definir como la diferencia entre las expectativas y la percepción del cliente respecto al producto o servicio ofrecido. Es decir, un cliente está satisfecho cuando su percepción del producto o servicio supera sus expectativas. (Zeithaml, 2013), "Satisfacción es la respuesta de saciedad del cliente. Es un juicio acerca de un rasgo del producto o servicio, que proporciona un nivel placentero de recompensa que se relaciona con su consumo (Oliver, 2010).

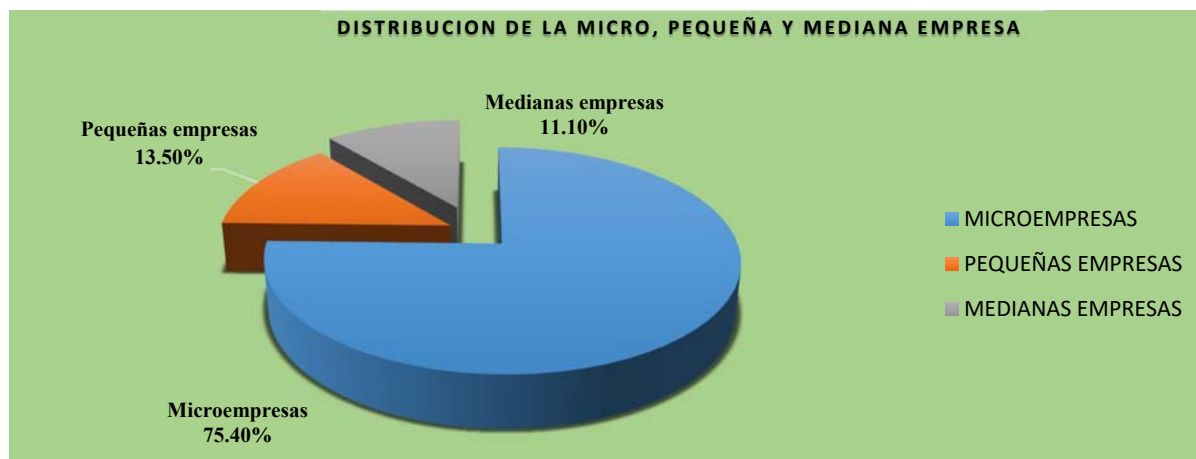
La Real Academia Española (2013) define competitividad como rivalidad para la consecución de un fin. Porter (1987) señala que la competitividad es la capacidad de una empresa para producir y mercadear productos en mejores condiciones de precio, calidad y oportunidad que sus rivales, al respecto, Cebreros (1993) la competitividad es un proceso de creación de ventajas competitivas, donde es importante la capacidad de innovar para obtener saltos tecnológicos. Ferraz, (2004) menciona que una empresa es competitiva si es capaz de formular y aplicar estrategias que la lleven a una posición de mercado sostenida o ampliada en el segmento de la industria donde opera.

Al respecto el diccionario Oxford de Economía conceptualiza el término competitividad como "la capacidad de competir en los mercados por bienes o servicios". Según Porter (1990). La competitividad de una nación depende de su industria para innovar y mejorar; las compañías a su vez ganan ventajas sobre los mejores competidores del mundo debido a la presión y al reto. Las estrategias, las capacidades y el desempeño de una empresa deben ser coherentes con los patrones de competencia prevalecidos en la actividad realizada. En México existen 4, 048,543 micro, pequeñas y medianas empresas, según cifras de (INEGI, 2019) ver cuadro 1, las cuales se han clasificado en de acuerdo a su tamaño en 75.40% microempresas, 13.50% pequeñas empresas y un 11.10% medianas empresas. (Ver grafica 1).

Gráfica 1. Cúal es la partición de las micro, pequeñas y medianas empresas en México por sector y personal ocupado

## LA CALIDAD EN EL SERVICIO PARA LA COMPETITIVIDAD DE LAS PYMES DE LZC., MICH (Caso sector abarrotero)

Grafica No. 1. Distribución de la Micro y Pequeñas



Fuente. Elaboración propia en base a resultados (INEGI, 2019)

Solo el 40% de las Pymes enfoca sus recursos en estrategias para crear valor en sus modelos de negocios, como mejorar el servicio al cliente. Dentro de las oportunidades para el 2019, el 40% de los empresarios busca incrementar sus ventas mediante el acceso a nuevos mercados y puntos de venta, así como el aumento en su capacidad de producción. Para ello será importante identificar las necesidades de los clientes con el propósito de brindar satisfacción mediante un servicio de calidad e implementar estrategias de marketing digital y tecnología para eficientar procesos. La clave consiste en adaptarse a las exigencias del mercado para no desaparecer.

De acuerdo con la CEPAL (2010) las Pymes generan alrededor del 20% al 40% del empleo, siendo la principal fuente de generación de la fuerza laboral en las economías de la región. Algunas de las ventajas con que cuentan, por un lado, es que cuando adquieren el conocimiento y la información pueden llegar a competir con las grandes empresas mediante la puesta en marcha de ventajas competitivas. Por otro lado, la capacitación del limitado número de empleados se vuelve económicamente más redituable y sencillo, reflejándose en la productividad de la misma empresa Álvarez & Duran (2009). En la República Mexicana, las marcas más populares de acuerdo a su nacimiento de las mismas podemos observar la figura 1.

Figura 1. Marcas de mayor popularidad en la República Mexicana.

LA CALIDAD EN EL SERVICIO PARA LA COMPETITIVIDAD  
DE LAS PYMES DE LZC., MICH (Caso sector abarrotero)



Fuente. Carrera (2014)

La superficie territorial de los Estados Unidos Mexicanos es de 1,964,375 millones de km<sup>2</sup>. Según (INEGI, 2019, ubicándolo en el lugar catorce a nivel mundial. En este vasto territorio según (CONAPO, 2019), México está habitado por 125 millones de habitantes de los cuales 51% son mujeres y 49% son hombres (INEGI, 2019). El total de empresas México es de 616,426 de las cuales 558,844 son microempresas; 39,232 pequeña; 13,559 mediana y grandes 4,791. Dentro de México las Pymes son el 98% del total de empresas, ocupan el 64% del personal en la planta productiva y el 50% del PIB del país.

Michoacán, que es uno de los 31 estados de la república mexicana; Colinda con los estados de Colima y Jalisco al noroeste, al norte con Guanajuato y Querétaro, al este con México, al sureste con el estado de Guerrero y al suroeste con el Océano Pacífico. Michoacán tiene una superficie de 58.585 kilómetros cuadrados. La entidad está conformada por 113 municipios y su capital es la ciudad de Morelia, antiguamente llamada Valladolid, que lleva este nombre en honor a José María Morelos y Pavón, héroe de la independencia de México. Para una mejor comprensión se presenta en mapa del Estado de Michoacán (Ver figura 2).

Figura 2. Mapa del Estado de Michoacán



## LA CALIDAD EN EL SERVICIO PARA LA COMPETITIVIDAD DE LAS PYMES DE LZC., MICH (Caso sector abarrotero)



Fuente. Mapa regiones de Michoacán

La población del municipio de Lázaro Cárdenas, presenta un equilibrio entre varones y mujeres; de los 178,817 habitantes, 89,221 son hombres y 89,596 son mujeres. En el año 2018, por lo que el 49.8% son hombres y el 50.2% que representan las mujeres. La población económicamente activa (PEA) del municipio, representó 49.83% de la población mayor de 15 años, es decir 58,799 personas. Del total de la PEA, la mayor parte se centra en el sector secundario, particularmente en las industrias manufactureras, ocupan 32.59% del total; le sigue el sector terciario con 40.27%, dentro de las actividades de éste, el comercio ocupa 11.43% (INEGI, 2019).

Sin embargo, la Ciudad de Lázaro Cárdenas es el principal polo de desarrollo industrial de Michoacán y del Pacífico mexicano. Tiene una extensión territorial de 1091 km<sup>2</sup> y es el más densamente poblado de la costa Michoacana. En su construcción se han invertido una gran cantidad de recursos federales. Por la historia económica y de crecimiento de la región, una de las principales actividades es la minería, esto es, se tiene una alta actividad de la transformación del mineral de hierro que se obtiene de las minas de cielo abierto para obtener acero.

Además, el sector de actividad que más aporta al Producto Interno Bruto del estado es el comercio. De la misma manera, la aportación del estado al PIB nacional es del 2.4%. El estado de Michoacán cuenta con 195,355 unidades económicas, mismas que representan el 4.6 % del País (PND 2015-2021, Michoacán). La Ciudad de Lázaro Cárdenas es la cabecera de uno de los 113 municipios que conforman el estado de Michoacán, ubicado al sureste del estado, justo en la frontera con el estado de Guerrero, que está delimitado por el río Balsas, en las coordenadas Geográficas 17° 54' 58.2" N, 102° 10' 22.5" W, su superficie es de 2'468,168 m<sup>2</sup>, representando el 1.83% del estado. Tiene una altitud promedio de 100 msnm. Para un mejor entendimiento se incorpora el mapa de Lázaro Cárdenas.

### METODOLOGIA

La presente investigación es una investigación cualitativa-cuantitativa de tipo correlacional y consiste en identificar la forma en que se relaciona la variable X e Y en un contexto en particular. Este contexto está dado por un estudio de caso que consiste en la calidad en el servicio para la competitividad de las Pymes de Lázaro Cárdenas Michoacán. Los estudios cuantitativos correlacionales "miden el grado de relación que exista entre dos o más variables (cuantifican relaciones). Es decir, miden cada

**LA CALIDAD EN EL SERVICIO PARA LA COMPETITIVIDAD  
 DE LAS PYMES DE LZC., MICH (Caso sector abarrotero)**

variable presuntamente relacionada y posteriormente miden y analizan la correlación. Tales correlaciones se expresan en hipótesis cometidas a prueba” (Hernández-Sampieri, 2013: 121).

Como parte del metodo se decide usar la escala tipo Likert, que lleva el nombre de su creador Rensis Likert y quien explica que “es una escala de clasificación que pide a los entrevistados indiquen un grado de siempre o nunca” (Malhotra, 1997: 392), por lo regular una escala de Likert tiene cinco categorías de respuesta, es un tipo de escala indirecta, en la cual el investigador debe clasificar numericamente cada respuesta, para obtener un puntaje de resúmen de cada encuestado.

Esta escala es de medición ordinal que consiste en una serie de indicadores y reactivos que se desean medir, ante los cuáles se pide la opinión de los encuestados y las respuestas son solicitadas en terminos de grado de nunca o siempre que la persona encuestada tenga con la pregunta en particular (Hernandez-sampieri, 2013). Para efectos de esta investigación las variables son calidad en el servicio y satisfacción del cliente.

**Cuadro 1. Descripción de las variables, dimensiones e indicadores de investigación**

VARIABLE	DESCRIPCIÓN	DIMENSIONES
<b>X0 CALIDAD EN EL SERVICIO</b>	La capacidad de satisfacer al cliente en sus necesidades, expectativas y requerimientos, es la satisfacción que se le proporciona al cliente a través del <b>servicio</b> . (Juran, 1999).	a) Calidad b) Cliente c) Servicio d) Satisfacción
<b>Y0 COMPETITIVIDAD</b>	La competitividad de una nación depende de la capacidad de su industria para innovar y mejorar; las compañías a su vez ganan ventajas sobre los mejores competidores del mundo debido a la presión y al reto Porter (1987).	a) Recursos Humanos b) Innovación tecnológica c) Calidad

Fuente: elaboración propia

**Determinacion de la muestra**

La información se obtiene de un grupo representativo de Pymes, del sector abarrotero de Lázaro Cárdenas Michoacán. En esta investigación la población es finita ya que se conoce el número de Pymes, las cuáles son 680 en julio del 2020. En términos de margen de error el tamaño de la muestra se determina con la siguiente ecuación. Según Hernández, et al (2013). Por lo que se aplicaron 383 encuestas representando un 56.32% del universo. En términos de margen de error el tamaño de la muestra se determina con la siguiente ecuación. Según Hernández, et al (2013).

**Cuadro 2. Determinación del espacio muestral**

VARIABLE	DEFINICION	VALORES
<i>n</i>	Tamaño de la muestra.	383
<i>z</i>	Valor normal estándar correspondiente al nivel de confianza deseado. ( $\alpha= 95\%$ )	1.96
<i>p</i>	Probabilidad de que el evento ocurra o de aceptabilidad del mismo	0.5
<i>q</i>	Probabilidad de que el evento no ocurra o de no aceptabilidad del mismo $= (1-P)$	0.5
<i>s</i>	Error máximo admisible $= (1 - \alpha)$	0.05
<i>N</i>	Tamaño de la población	Empresarios registrados=680

Fuente. Elaboración propia



## LA CALIDAD EN EL SERVICIO PARA LA COMPETITIVIDAD DE LAS PYMES DE LZC., MICH (Caso sector abarrotero)

$$n = \frac{Z^2 P Q N}{\varepsilon^2 (N - 1) + Z^2 P Q}$$
$$n = \frac{(1.96)^2 (0.5)(0.5)(680)}{(0.05)^2 (680 - 1) + (1.96)^2 (0.5)(0.5)}$$
$$n = \frac{3.8416(0.0025)(680)}{(0.0025)(679) + (3.8416)(0.0025)}$$
$$n = \frac{653.072}{1.7071}$$
$$n = 382.56 \text{ PYMES} = 383$$

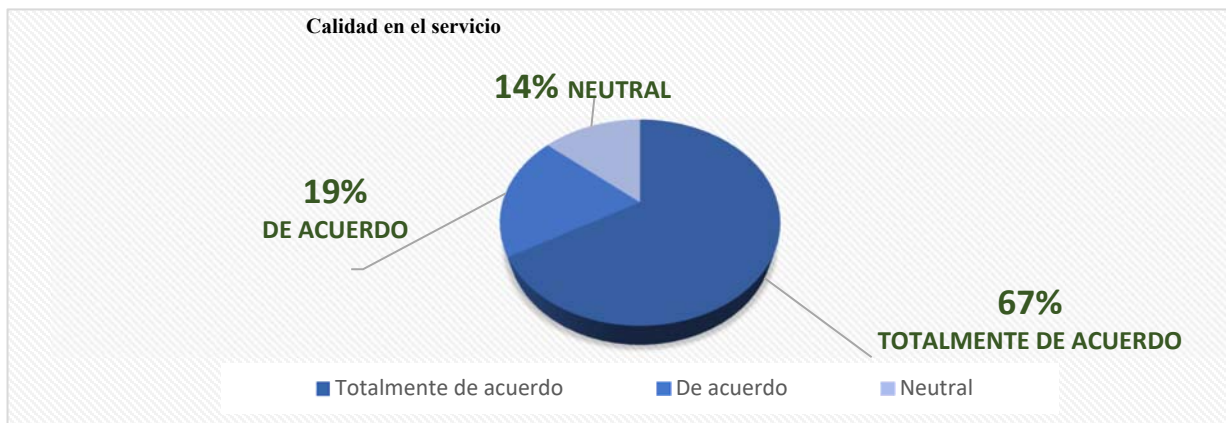
### RESULTADOS Y CONCLUSIONES DE INVESTIGACIÓN

El análisis de esta investigación es en relación de la calidad en el servicio para la competitividad de las pymes para lo cual es necesario tener en consideración los objetivos y recursos con los que cuenta la empresa. Donde los resultados muestran que solo un 67% de los clientes que realizan compras en las Pymes de LZC, MICH, han percibido calidad en el servicio recibido, un 19% esta de acuerdo en que existe calidad y un 14% se muestra neutral. Razón por lo cual es de suma importancia brindar un servicio de calidad para incrementar la lealtad en la clientela de los negocios de LZC. (Ver gráfica 2).

Para lo cual se presentan los resultados siguientes:

- a) ¿Cuándo realizas compras en las Pymes de LZC? Mich recibes un servicio de calidad?

Gráfica 2 ¿Calidad en el servicio recibido?



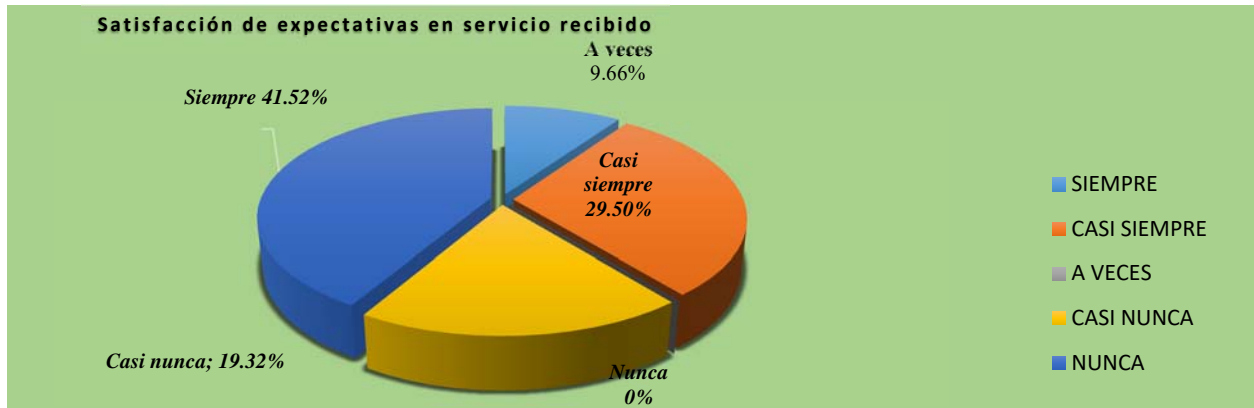
*Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en la investigación de campo*

En base a la satisfacción de las expectativas. Los resultados de la gráfica 3, indican que en un 41.52% del personal encuestado siempre se cumplen sus expectativas en el servicio dado a su persona, 29.50% casi siempre, 9.66% a veces y un 19.32% casi nunca hay cumplimiento en sus expectativas. (Ver grafica 3). por lo que resulta necesario incrementar el porcentaje de clientes satisfechos con el servicio recibido.

- b) ¿El servicio dado por las Pymes de LZC, MICH satisface tus expectativas?

LA CALIDAD EN EL SERVICIO PARA LA COMPETITIVIDAD  
DE LAS PYMES DE LZC., MICH (Caso sector abarrotero)

Grafica 3. Satisfacción de expectativas en servicio

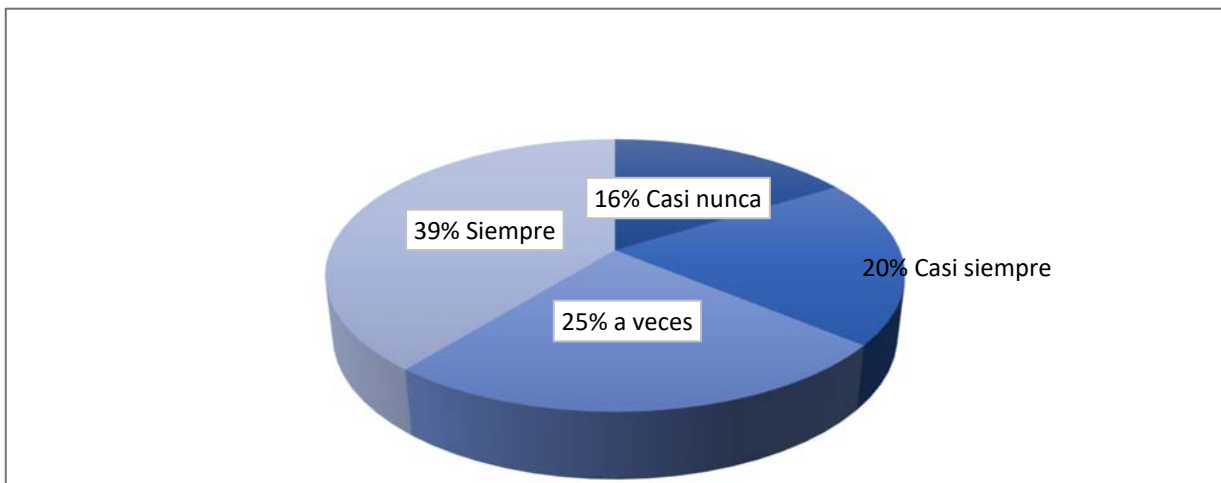


Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en la investigación de campo.

Los resultados de la grafica 4, muestran que de un total de 383 clientes encuestados solamente 150 es decir un 39% considera que las Pymes en LZC., son competitivas, un 20% contesta que casi siempre, un 25% a veces y un 16% casi nunca. Razón por lo cual es indispensable realizar planes de mejora para el logro de la competitividad de las mismas.

¿Consideras que las Pymes de LZC?, MICH son competitivas?

Gráfica 4. Resultados de competitividad de las Pymes



Fuente: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos en la investigación de campo.

## LA CALIDAD EN EL SERVICIO PARA LA COMPETITIVIDAD DE LAS PYMES DE LZC., MICH (Caso sector abarrotero)

### CONCLUSIONES

En la actualidad las micro, pequeñas y medianas empresas se enfrentan a una gran cantidad de retos como son la entrada de nuevos competidores, los continuos avances tecnológicos, los efectos de la globalización, la cambiante situación política y social que vive el mundo aunado a la desventaja que se tiene frente a las grandes empresas debido a todos estos problemas que desafían a los pequeños y medianos negocios ya que la probabilidad de que mueran en el primer año de vida es mayor que la de las grandes empresas, y aumenta conforme más pequeño es el negocio.

Por ende, la calidad en el servicio de cualquier organización se basa principalmente en el factor humano, es decir en el compromiso firme y activo de todos los funcionarios y empleados con el objetivo de brindar un servicio de calidad. Por lo que resulta de suma importancia establecer una dinámica de calidad que monopolice la capacidad y actitud de las personas que integran la organización.

En conclusión, las competencias (conocimientos, habilidades y actitudes) que desarrollan los empleados, para la solución de problemas, trabajo con eficiencia, impactan en la productividad y rentabilidad de las Pymes. El capital intelectual es considerado un activo intangible que debe de medirse para establecer el valor que representa en la empresa.

### REFERENCIAS CONSULTADAS

- Álvarez, M. & Duran, J. E. (2009). Manual de la micro, pequeña y mediana empresa. Una contribución a los sistemas de información y el desarrollo de las políticas públicas. El Salvador. CEPAL.
- American Marketing Association (2013). Segmento de mercado. RECUPERADO EL 10/05/2020 DE: <http://www.marketingpower.com/mgdictionary.php?>
- Calderón (2013), Como mejorar la competitividad de la Pyme en la Unión Europea y América Latina, Santiago de Chile, Naciones Unidas CEPAL.
- CEPAL (2010), La hora de la igualdad. Brechas por cerrar caminos por abrir. Citado en OCDECEPAL (2012).
- Ceballos, A. (1993). La Competitividad Agropecuaria en Condiciones de Apertura Comercial. Comercio Exterior, 43: 946-953.
- CONAPO (2019). *Situación demográfica*. RECUPERADO EL 28/0/2022 de: <http://www.conapo.org.mx>
- Crosby, P. (2014). *Calidad en el Servicio*. Editorial Mc. Graw Hill. México.
- Cuervo, A. (1993). El papel de la empresa en la competitividad. Papeles de economía española, 56, 363-378.
- Flores, B. & González, F. (2009). La Competitividad de las Pymes Morelianas. Recuperado el 04/05/2020 de <http://ojs.econ.uba.ar/index.php/CIM>.



**LA CALIDAD EN EL SERVICIO PARA LA COMPETITIVIDAD  
DE LAS PYMES DE LZC., MICH (Caso sector abarrotero)**

- Ferraz, K. (2004) competitividad industrial en Brasil. Revista de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) RECUPERADO EL 12/05/2020 DE: [http://repositorio.cepal.org/handle/11362/10943.Volumen 82](http://repositorio.cepal.org/handle/11362/10943.Volumen%2082). (91-119)
- Hernández - Sampieri, R. (2013). *Metodología de la investigación*. México: Mc. Graw Hill. 5ª Edición.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2019). Clasificación de empresas por tamaño. RECUPERADO EL 25/04/2020 de: <http://inegi.org.mx/programas/enaproce/2020>.
- International Standardization Organization (ISO 9001:2015), Definición de calidad. Fundamentos y Vocabulario.
- Ishikawa, K. (1986). *¿Qué es el Control Total de Calidad?* Bogotá, Colombia. Editorial Norma.
- Juran, J. (1999). *On Planning for Quality*. Collier, USA; Mc. Millán.
- Kotler, P. & Keller, K. (2012). Dirección de marketing. 14ª. Edición. Editorial Pearson.
- Malhotra, N. (1997). *Investigacion de mercados. Un enfoque práctico*. México. Editorial Prentice Hall Hispanoamericana, S.A. ISBN 9789688808443.
- OCDE (2019). Revista Síntesis, innovación regional en 15 estados mexicanos. Abril 2009, pp. 1-8.
- Oliver, R.L. (2010). *Satisfacción una perspectiva conductual del consumidor*. 2ª. edición. Routledge.
- Porter, M. (1987). *Ventaja competitiva*. México, CECSA.
- Real Academia de la Lengua Española (2013). Diccionario de lengua española. RECUPERADO EL 28/08/2022 DE: <http://www.terminos.definiciones>.
- Ruíz, M.A. (2001). Gestión de la calidad del servicio a través de indicadores externos. Ediciones AECA.
- Secretaria de Economía (2019). Contribución al P.I.B. RECUPERADO EL 20/10/2020 de [economía.gob.mx](http://economia.gob.mx).
- Serna, P. (2016). Del servicio al cliente a la gestión de clientes. Colombia: Editorial Panamericana Ltda. Pp. 19-27.
- Umble, E.J. (2003). European Enterprise resource planning: implementation procedures and critical success factors. *Journal of Operational Research* 146, 241-257.
- Villegas, D. & Toro, I. (2010). Las Pymes: una mirada a partir de la experiencia académica. *Revista MBA EAFIT*. 86-101.
- Zeithalm, V. & Berry, L., (2013) The nature and determinants of costumer expectations of services, *Journal of the Academy of Marketing Science*, 21(1), 1-12.



MEJORA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN SISTEMA DE  
REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO

MEJORA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN SISTEMA DE  
REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO

IMPROVEMENT IN ENERGY EFFICIENCY IN A DOMESTIC REFRIGERATION  
SYSTEM

Martha Elia García Reboloso<sup>1</sup>  
Karina Vega García<sup>2</sup>  
Roxana Colunga Jaime<sup>3</sup>  
Tomás Norberto Martínez García<sup>4</sup>  
Christopher Isis George Zúñiga<sup>5</sup>  
Adrián Eduardo Torres García<sup>6</sup>

## RESUMEN

Por más de un siglo, los productos Whirlpool han sido sinónimo de confianza y vanguardia gracias al compromiso de Whirlpool Corporation con sus consumidores en el mundo. Sus características de calidad como durabilidad excepcional, funcionalidad, desempeño tecnológico, eficiencia en el consumo y ahorro de agua / energía / consumibles y productos robustos, son encontrados en nuestros diferentes portafolios de productos, los más extensos y completos en la oferta al mercado mexicano.

El departamento de refrigeración CETEC (centro de tecnología), la principal función es buscar el confort humano desarrollando los mejores productos y de la manera más eficiente cumpliendo con los estándares de calidad. En refrigeración hacemos usos de recursos como los laboratorios y las cámaras térmicas para poder desarrollar productos que cumplan con los estándares de calidad, así como también, desarrollamos proyectos de costo y calidad en el cual nosotros junto con los subsistemas de Whirlpool hacemos posible el innovar y mejorar nuestros productos.

Una problemática que encontramos hoy en día a nivel mundial es el daño a la capa de ozono del planeta debido a un alto uso de gases de efecto invernadero por el uso de combustibles fósiles y un porcentaje de este es debido al alto consumo de energía en los electrodomésticos. Esta problemática fue considerada para la creación de este proyecto en

<sup>1</sup> Profesora de Tiempo Completo y Secretaria de Desarrollo Institucional de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León. [martha.garciaarb@uanl.edu.mx](mailto:martha.garciaarb@uanl.edu.mx)

<sup>2</sup> Profesora de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León. [ari\\_vg@hotmail.com](mailto:ari_vg@hotmail.com)

<sup>3</sup> Profesora de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León. [roxanacolunga@gmail.com](mailto:roxanacolunga@gmail.com)

<sup>4</sup> Profesor de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León. [ingtomas76@hotmail.com](mailto:ingtomas76@hotmail.com)

<sup>5</sup> Profesora de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León. [khrisgeorge@gmail.com](mailto:khrisgeorge@gmail.com)

<sup>6</sup> Estudiante del PE Ingeniero Administrador de Sistemas en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León. [adrián.torres.grc@uanl.edu.mx](mailto:adrián.torres.grc@uanl.edu.mx)



## MEJORA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO

el cual buscamos reducir el porcentaje de consumo energético en una unidad de refrigeración de uso doméstico mediante la mejora de un sistema de refrigeración por cambios de componentes, en este proyecto utilizaremos la metodología científica para demostrar mediante experimentación de pruebas de laboratorios y en la planta el porcentaje de ahorro económico y de reducción de consumo eléctrico mediante datos cuantitativos.

**PALABRAS CLAVES:** Eficiencia, Energética, Sistema.

Fecha de recepción: 02 de marzo, 2023.

Fecha de aceptación: 31 de marzo, 2023.

### ABSTRACT

For more than a century, Whirlpool products have been synonymous with trust and cutting-edge thanks to Whirlpool Corporation's commitment to its consumers around the world. Its quality characteristics such as exceptional durability, functionality, technological performance, efficiency in consumption and savings of water / energy / consumables and robust products, are found in our different product portfolios, the most extensive and complete in the offer to the Mexican market.

The CETEC refrigeration department (technology center) the main function is to seek human comfort by developing the best products and in the most efficient way, complying with the quality standards. In refrigeration we make use of resources such as laboratories and thermal cameras to develop products that meet quality standards, as well as, we develop cost and quality projects in which we, together with Whirlpool subsystems, make it possible to innovate and improve our products.

A problem that we find today worldwide is the damage to the planet's ozone layer due to a high use of greenhouse gases due to the use of fossil fuels and a percentage of this is due to the high energy consumption in the home appliances. This problem was considered for the creation of this project in which we seek to reduce the percentage of energy consumption in a refrigeration unit for domestic use by improving a refrigeration system by changing components. In this project we will use scientific methodology to demonstrate Through experimentation of laboratory tests and in the plant the percentage of economic savings and reduction of electrical consumption through quantitative data.

**KEYWORDS:** Efficiency, Energy, System

### INTRODUCCIÓN

En la empresa Whirlpool, particularmente en el departamento de refrigeración CETEC (centro de tecnología), una problemática que se encontró hoy en día a nivel mundial es el daño a la capa de ozono del planeta debido a un alto uso de gases de efecto invernadero por el uso de combustibles fósiles y un porcentaje de este es debido al alto consumo de energía en los electrodomésticos. Esta problemática fue considerada para la creación de este proyecto en el cual buscamos reducir el porcentaje de consumo energético en una unidad de refrigeración de uso doméstico mediante la mejora de un sistema de refrigeración por cambios de componentes, en este proyecto utilizaremos la metodología científica para demostrar mediante experimentación de pruebas de laboratorios y en





## MEJORA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO

la planta el porcentaje de ahorro económico y de reducción de consumo eléctrico mediante datos cuantitativos.

En el presente proyecto de investigación se realizará un análisis de un de un sistema de refrigeración mediante cambio de compresor y tubo capilar los cuales se deberán aprobarán mediante pruebas de funcionamiento y seguridad para evaluar el funcionamiento de los componentes y haciendo una comparación con el componente actual de la línea base para tener datos verídicos y pruebas que nos ayuden a respaldar la mejora en el producto, esto a través de la alineación de grupos de trabajo en la planta de producción

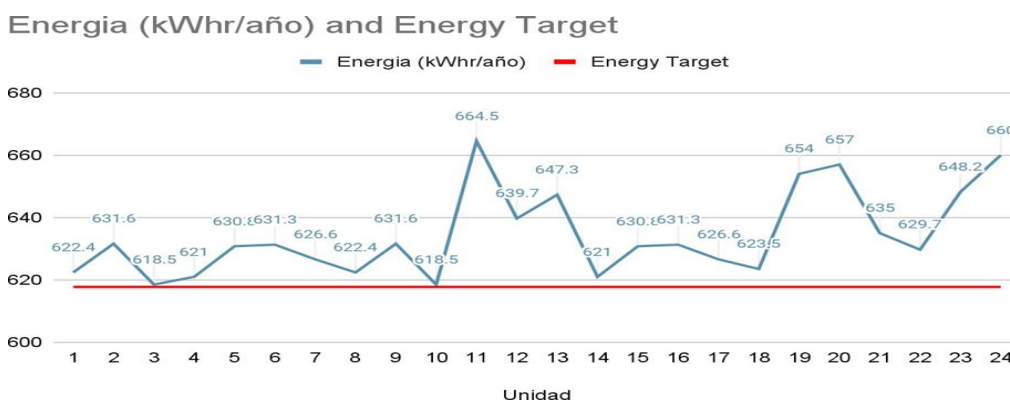
### JUSTIFICACIÓN

Para lograr la mejora de nuestro ciclo de refrigeración es importante conocer en qué áreas podemos ver las oportunidades de mejora en nuestros componentes, para esto es importante tener contemplados los datos necesarios para realizar una acción de mejora.

Para lograr esta mejora de rendimiento energético se buscará utilizar herramientas de trabajo como las cámaras térmicas, apoyo de técnicos para la medición de datos y el apoyo de subsistemas para tener controlado todo el material que necesitaremos para realizar las pruebas que serán realizadas dentro de las cámaras térmicas con la finalidad de obtener cuantitativamente los resultados de mejora al hacer estos cambios de componentes, así mismo se realizarán pruebas de seguridad una vez realizados nuestros cambios de componentes para determinar que el proceso está controlado y tiene buenos resultados de seguridad para el cliente.

La importancia de buscar una mejora de rendimiento energético es para que nuestros productos puedan ser catalogados como productos de calidad y estemos reduciendo el consumo energético en los hogares que tienen alta demanda energética y así mismo mejorar el gasto económico que las familias realizan.

A continuación, se mostrarán los resultados de energía (grafico 1) que tenemos actualmente en nuestros productos ya que nuestro objetivo de consumo energético como mínimo es 617.74 kWh/año y en la gráfica se muestra lo que actualmente tenemos en energía en las unidades de producción actual, se realizó el análisis respecto al tamaño de número de muestra con el que contamos que es de 22 unidades tal como se mencionó en el apartado población y muestra y se utilizaron 2 unidades adicionales para este análisis en el cual se obtuvieron los siguientes resultados de manera gráfica:



**Gráfico 1. Consumo energético actual.**

## MEJORA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO

Como se puede observar en el gráfico 1 con respecto al consumo energético actual oscila entre los 618.5 kWh/año y el máximo es 664.5 kWh/año por lo que no alcanzan el requerimiento mínimo que necesitamos de energía. Con base en estos datos podemos justificar la necesidad de realizar una mejora que será el objetivo del presente proyecto de investigación.

### METODOLOGÍA

Para la realización de este proyecto enfocado hacia el costo y la calidad realizaremos como primera parte una evaluación del ahorro económico para poder tomar la decisión de si es factible o no el cambio debido a la inversión de tiempo y de herramientas de trabajo para la realización del mismo, esta primera fase de proyecto la llamamos “CV” (Validación del concepto), explicaremos a continuación que otras actividades se realizarán en esta fase para evaluar que el cambio de componentes es factible, así como se propone la siguiente Hipótesis: ¿Si se realiza la metodología de mejora del proceso de sistema de refrigeración con los cambios de componentes (compresor y tubo capilar), se mejorará el consumo energético, así como también se mejorará el funcionamiento del sistema de refrigeración llevándonos a un ahorro económico?

Mediante el apoyo de gráficos evaluaremos nuestros tiempos de pruebas que serán necesarias para desarrollar el cambio y que sea acreditable. Haremos uso de gráficos y tablas para la facilitación de nuestros datos que estaremos obteniendo de las investigaciones y poder analizar mejor los datos comparativos de nuestros componentes actuales y una vez realizado el cambio de componentes en nuestra unidad evaluaremos pruebas de energía, empaque, entre otras.

Ya teniendo los datos de las pruebas y al haberlos analizado realizaremos eventos en planta que son de aprobación y tratan básicamente de realizar el ensamble de los nuevos componentes en unidades para tener la información de que están ensamblando de forma correcta sin contar con alguna interferencia entre componentes y así mismo ver áreas de oportunidad de mejora de los diseños de los mismos. Una vez pasemos la fase de construcción de los eventos en planta si los resultados en los laboratorios dentro de las cámaras térmicas las cuales son “Consumo energético, deshielo de agua, abatimiento y determinación de carga” son positivas pasaremos a la fase de DV en la cual todos los detalles serán explicados más adelante.

Una vez tengamos los datos recolectados de nuestra fase de validación de concepto y obteniendo resultados positivos, esto quiere decir que los componentes se hayan comportado de la manera que buscamos, pasaremos a la fase llamada “DV” (Validación de diseño) en la cual como su nombre lo dice se validará el diseño de los componentes realizando algunos cambios, si es considerable, en los componentes que ensamblan con el compresor en orden de tener nuestros procesos controlados y no tener problemas de interferencias en nuestros ensambles.

Por último, la fase de PV (Validación del proceso) se realizan pruebas de pre-piloto y pilotos en la cual realizamos una construcción de 15 unidades para motivos de pruebas y 30 unidades vendibles ya con los ensambles de componentes realizados en la línea para poder empezar la producción ya con los componentes evaluados y aprobados.

### Objetivos general

Mejora de consumo energético en un sistema de refrigeración mediante el cambio de componentes que benefician el ciclo de refrigeración con la finalidad de obtener mejoras en costo y calidad.

Este proyecto será desarrollado en fases para su implementación en la cual se irán realizando pruebas en refrigeradores para la validación del concepto del cambio de componentes con la

## MEJORA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO

finalidad de obtener resultados que nos ayuden a ver la mejora del sistema y el ahorro de energía que obtendremos.

### Objetivos Específicos (OE)

**Objetivo Específico 1.-** Identificación del problema mediante análisis de datos de costo de componentes y gráficos de funcionamiento de los productos para detectar la situación actual contra lo propuesto.

**Objetivo Específico 2.-** Planeación de pruebas requeridas para validar el consumo energético, pruebas de control y seguridad para nuestros clientes. Muestra grafica de los resultados obtenidos en distintas pruebas de laboratorio realizadas.

**Objetivo Específico 3.-** Programar eventos en planta para mostrar los ensambles de los nuevos componentes en un producto con la finalidad de validar los resultados obtenidos en las pruebas y en las construcciones para así brindar la validación de nuestros componentes y cumplir con los requerimientos necesarios para la implementación del proyecto.

**Objetivo Específico 4.-** Mostrar gráficamente los ahorros de energía y de costo con nuestro cambio de compresor y tubo capilar para demostrar en base a las pruebas que se realizaron en laboratorio y en planta que el ahorro es considerable e implementar el nuevo modelo.

### MARCO TEÓRICO

En la empresa Whirlpool, particularmente en el departamento de refrigeración CETEC (centro de tecnología), se considera que los sistemas de refrigeración por absorción de vapor son la mejor alternativa a los sistemas de refrigeración por presión de vapor, que requieren electricidad y causan problemas de agotamiento de la capa de ozono. Los sistemas de enfriamiento por absorción tienen costos operativos más bajos porque no se requieren efectos externos como en los sistemas de enfriamiento por presión de vapor. En el sistema de refrigeración, tenemos intercambiadores de calor que pueden realizar un ciclo de refrigeración eficiente, evaporador, intercambiador de calor por absorción, intercambiador de calor de solución, generador y el condensador es un intercambiador de calor. (Talpada, 2018).

Los ciclos de refrigeración por absorción se clasifican en cuatro tipos: un ciclo de acción simple, un circuito externo, un circuito interno y un ciclo combinado de presión y empuje. El ciclo de efecto simple es un ciclo de refrigeración por absorción simple y eficaz y solo puede funcionar en condiciones limitadas. El ciclo de etapas múltiples está diseñado utilizando el calor del anillo exterior y la conexión a tierra, lo que mejora la eficiencia y la temperatura. El ciclo de refrigeración por absorción se construye utilizando un bucle de acoplamiento interno conocido como ciclo de intercambiador de calor de solución de absorción del generador, que mejora la flexibilidad del ciclo y la recuperación de calor interna, mientras que se implementa el ciclo de compresión del inyector que proporciona una mejor refrigeración y eficiencia del ciclo para un mejor análisis de potencia y energía. que el sistema de refrigeración por absorción de doble efecto. Descubrieron que el COP de este sistema aumentaba al aumentar la temperatura del evaporador, pero la eficiencia energética disminuía al aumentar la temperatura del evaporador. En resumen, a medida que aumenta la temperatura del generador, el COP de este sistema aumenta relativamente, pero la eficiencia energética disminuye con el aumento de la temperatura del generador. (Li., 2016)

Para mayor integridad en el ciclo de refrigeración mixta, un artículo de la India nos dice que en los sistemas de refrigeración mixta el vapor refrigerante se comprime mecánicamente y se aspira a una

## MEJORA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO

solución líquida. Este sistema es más eficiente que los sistemas convencionales de refrigeración por presión de vapor debido a la menor diferencia de presión en el compresor para una temperatura ambiente dada y una capacidad de enfriamiento mejorada. (Talpada, 2018)

En general, los sistemas de refrigeración están experimentando un crecimiento importante debido a la preocupación medioambiental por su elevado consumo energético. En estos sistemas, el condensador o torre de enfriamiento es un dispositivo termodinámico que transfiere calor del refrigerante más caliente al refrigerante más frío con o sin cambio de fase. La eficiencia del sistema de enfriamiento depende directamente de la eficiencia térmica del condensador (o torre de enfriamiento). Sin embargo, la observación de que estos intercambiadores de calor son muy sensibles a las condiciones climáticas puede reducir significativamente su eficiencia térmica e incluso provocar fallas en la instalación (Rouag, 2016). Por ejemplo, la temperatura límite de funcionamiento de un sistema de refrigeración a presión de vapor depende en gran medida de la temperatura del aire ambiente, que no supera los 46 °C a 50 °C, según las condiciones de funcionamiento de la máquina, pero de hecho las temperaturas pueden superar este límite en verano y pueden al alcanzar los 57 °C en algunas zonas calientes, estas temperaturas críticas provocan un mal funcionamiento de los sistemas de refrigeración, lo que los hace incapaces de funcionar de forma continua. (Jamshidi, 2019) Esta situación requiere la provisión de una fuente de enfriamiento adicional para garantizar que la temperatura del aire permanezca por debajo de los límites operativos. La solución técnica propuesta en este estudio se basa en un recurso verde renovable llamado energía geotérmica (Al-Khoury, 2011). El principio de la energía geotérmica es el intercambio de calor con el interior de la Tierra. Generalmente, esta energía se utiliza para producir calefacción y refrigeración o para producir electricidad. Según el conocimiento de los autores, no se han realizado clasificaciones geotérmicas en la literatura. Algunos autores han clasificado la energía geotérmica utilizando el rango de temperatura en cuatro categorías: alta (>180 °C), media (>100 °C), baja (>30 °C) y muy baja (10-30 °C). Algunos autores han clasificado los campos geotérmicos en dos tipos: sistemas geotérmicos profundos (~400 m de profundidad) y sistemas someros (<400 m de profundidad). Los sistemas geotérmicos poco profundos no requieren entornos geológicos inusuales ni gradientes geotérmicos elevados. (Rouagab, 2020)

Para reducir el consumo de energía del compresor, la investigación se realizó principalmente en optimizar el funcionamiento del compresor, para ello la velocidad del compresor varía de acuerdo a la demanda de refrigeración y se ha mantenido.

El agotamiento del ozono, y el aumento del calentamiento global son la causa principal para la investigación de refrigerantes alternativos, los mismos que se han centrado a refrigerantes hidrocarburos, HC, por sus excelentes propiedades termodinámicas que los vuelven más eficientes, además de poseer cero potenciales de agotamiento del ozono (ODP) y bajo potencial de calentamiento global (GWP), de ahí que se han realizado amplias investigaciones para verificar y mejorar tales afirmaciones, los resultados obtenidos se presentan a continuación:

**MEJORA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO**

<i>Nro. De Refrigerante</i>	<i>Nombre Químico</i>	<i>Tiempo de vida en la atm (años)</i>	<i>PAO (ODP)</i>	<i>PCA (GWP)</i>
R11	Triclorofluorometano	50	1	3800
R12	Diclorodifluorometano	102	1	8100
R22	Clorodifluorometano	12.1	0.055	1500
R134a	1,1,1,1,2-tetrafluoretano	14.6	0	1300
R290	Propano	<1 hora	0	0
R500	R-12/152a (73.8/26.2)		0.74	6010
R600	Butano	<1 hora	0	0
R717	Amoníaco	N/A	0	0
R744	Dióxido de carbono	N/A	0	1

**Tabla 1. Comparación del impacto ambiental de los refrigerantes tradicionales con los HC.**

En la tabla 1. Comparación del impacto ambiental de los refrigerantes tradicionales con los HC, se puede observar el número del refrigerante, su nombre químico, el tiempo de vida, el PAO y el PCA.

<i>Refrigerante</i>	<i>Nro.</i>	<i>Límite Inf. De Inf, (L.I.I)</i>		<i>Temperatura de autoignición</i>
		<i>%(vol.)</i>	<i>ρ(kg/m³)</i>	<i>(°C)</i>
<i>Propano</i>	<i>R-290</i>	<i>3.0</i>	<i>0.037</i>	<i>515</i>
<i>Butano</i>	<i>R-600</i>	<i>2.1</i>	<i>0.038</i>	<i>470</i>
<i>Isobutano</i>	<i>R-600a</i>	<i>1.8</i>	<i>0.043</i>	<i>460</i>
<i>Propileno</i>	<i>R-1270</i>	<i>2.5</i>	<i>0.043</i>	<i>455</i>

**Tabla 2. Propiedades de inflamabilidad de gases hidrocarburos.**

En la tabla 2. Propiedades de inflamabilidad de gases hidrocarburos se puede mostrar el nombre del químico, el Límite inferior de inf. (L.I.I.), así como la auto cognición. La evaluación cuantitativa de riesgos QRA, que evalúa la probabilidad y la gravedad de la ignición del refrigerante en caso de fuga, se ha utilizado para evaluar el riesgo de ignición de los refrigerantes HC en los refrigeradores (tabla 2). Se probaron las fugas de refrigerante y los efectos de ignición para validar los modelos de difusión y efectos. Se encontró que el riesgo era insignificante en comparación con el valor de fondo y otros valores de referencia, y el riesgo también se redujo al mantener el ventilador en modo ventilador, lo que permitió la dispersión de la fuga de refrigerante, evitando la concentración en el ambiente. Reducir a medida que aumenta el tamaño de la habitación.

Sobre el efecto de los nanolubricantes de TiO2 en el rendimiento del R600a en sistemas de refrigeración domésticos por compresión de vapor, según A Babarinde. Se concluye de la siguiente manera: 1) La temperatura del aire del evaporador más baja se obtiene en el sistema cuando es agregada una especie el lubricante TiO2 Nano en comparativa con el fluido base con una concentración de nanolubricante de 0,4 g/L que nos brinda la temperatura del aire del evaporador más fría. 2) El COP aumento en las unidades con refrigerante R600a de nanolubricante a diferencia de R134a el R600a con un lubricante base en el sistema en nanolubricante de 0.4g/L de concentración se obtiene el COP más alto en el sistema. 3) Se redujo el consumo energético durante todo el uso del nanolubricante TiO2. 4) La conductividad térmica del sistema nos demostró mejor



## MEJORA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO

funcionamiento con nanolubricante TiO<sub>2</sub> dentro del sistema. 5) R600a en nanolubricante de TiO<sub>2</sub> nos brinda una mejora en el rendimiento a comparación con R134a y R600a en el lubricante base durante todo el procedimiento. (Babarinde, 2019)

En los sistemas pequeños de refrigeración y aire acondicionado por compresión de vapor, los capilares se utilizan a menudo como dispositivos de expansión para reducir la presión del refrigerante del condensador al evaporador. Los investigadores propusieron dependencias de flujo másico para diferentes tamaños de capilares uniformes y condiciones de flujo. Fue desarrollado para R-12, R-22, R-134a, R 290, R-600a, R-410A, R-407C y R-404A. Él mismo desarrolló modelos algebraicos para predecir el flujo másico, la longitud y el diámetro de los capilares adiabáticos rectos. El modelo desarrollado ha sido validado comparando los resultados experimentales del R-134a y el R-600a. La comparación del modelo propuesto con los resultados experimentales muestra que el 91% de todos los datos están dentro del  $\pm 10\%$  del rango de error. Los científicos (Hermes, 2010) desarrollaron la idea del modelo teórico para estudiar el flujo características del R-134A en tubos capilares rectos no adiabáticos.

La creciente preocupación por el calentamiento global causado por las emisiones de gases de efecto invernadero ha llevado a la industria de los electrodomésticos a seguir mejorando la eficiencia energética de sus productos. Como uno de los electrodomésticos más importantes, el refrigerador consume alrededor de una quinta parte de la electricidad del hogar y su vida útil puede llegar a ser de 10 a 15 años (SOL, 1999). En respuesta a regulaciones más estrictas en el futuro, se han considerado varias opciones de diseño para mejorar la eficiencia energética de RF de los hogares de diseño tradicional, por lo que surge el proyecto ahorro energético en refrigeradores. Según un estudio realizado en China, una forma que afecta la eficiencia energética de los refrigeradores domésticos es que la escarcha en el evaporador puede afectar el ahorro de energía durante el funcionamiento del refrigerador, ya que se acumulará en el evaporador, la superficie reducirá el flujo de aire, la velocidad del evaporador y la salida de calor (Karatat, 2004), resultando en 35% – 60% menos COP (coeficiente de rendimiento). 35% – 57% menos en capacidad de calor y 20% aumento en capacidad energética (NI, 2019).

### CASO EXPERIMENTAL

El objetivo del siguiente proyecto es mejorar el consumo de energía en unidades de refrigeración doméstica en base a pruebas de rendimiento y mejora de la calidad de componentes siguiendo un método científico y así mismo lograr la mejora continua de nuestros productos.

#### Objetivo general

Mejora de consumo energético en un sistema de refrigeración mediante el cambio de componentes que benefician el ciclo de refrigeración con la finalidad de obtener mejoras en costo y calidad.

#### OE 1. Identificación del problema mediante análisis de datos de costo y gráficos de funcionamiento de los productos.

En el departamento de CETEC Whirlpool nos encargamos de llevar en análisis de todos los proyectos de costo y calidad, así como también de correr distintas pruebas en los laboratorios con la finalidad de aprobar que lo que estamos vendiendo actualmente cumpla con los estándares de calidad y tener nuestros productos controlados, además, son utilizada para mejorar los productos y conocer a detalle las áreas de oportunidad para las mejoras de estos mismos. Comenzaremos describiendo el costo que tenemos en nuestros componentes que afectamos con este proyecto, así como sus componentes derivados del compresor que tendrán costo extra por ser parte del cambio de diseño del compresor, con la finalidad de hacer una comparativa de costos de lo que contamos actualmente con nuestra producción de línea base con lo que queremos implementar en el futuro según la



**MEJORA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO**

ENERGY CONSUMPTION		
Evaluation	kW-h/year	
Results		
Std Energy IM 2014	617.74	1.692428767

**Tabla 5. Consumo energético anual.**

En este proyecto estamos planeando reducir el consumo energético que el compresor nos ofrece desde 631 btu/hr a 614 btu/hr y el ahorro se planea que sea de \$22.69 (costo actual) a \$21.26 dólares (costo de propuesta). Además, el cambio de tubo capilar nos estaría ayudando a mejorar la eficiencia energética.

**Formato A3**

En este formato llevamos a cabo todo el desarrollo de nuestro proyecto y el control del mismo para documentar toda la información necesaria para la facilitación de presentación del mismo y tener toda la información en un mismo documento dentro de este formato colocamos en la primera página lo que viene siendo el nombre del proyecto el ingeniero encargado del proyecto, tipo de proyecto, análisis de costos y nivel de confianza del proyecto tal como se muestra en la figura siguiente:

**Figura 9. Formato A3.**

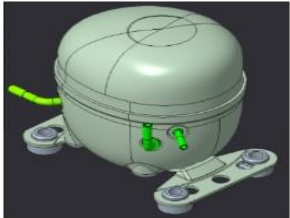
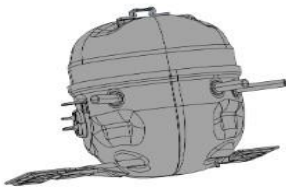
<b>Title</b>		<i>[Project Name]</i>	
<b>Background</b>			
<b>Project Description</b>		<i>[Brief description of the proposal]</i>	
<b>Platform</b>	<i>SD</i>	<b>Region</b>	<i>LAR</i>
<b>Subsystem</b>	<i>Mechanical Structures</i>	<b>Plant</b>	<i>Not Listed</i>
<b>Module</b>	<i>[Module name]</i>		
<b>Proposal</b>			
<b>Current</b>		<b>Proposal</b>	
<b>Current design explanation:</b>		<b>Proposal design explanation:</b>	
-Picture		-Picture	
-Drawing		-Drawing	
-Description		-Description	
-Competitor info		-Competitor info	
-...		-...	
<i>[Recommendation to insert pictures: Use the function Insert &gt; Drawing]</i>		<i>[Recommendation to insert pictures: Use the function Insert &gt; Drawing]</i>	

Es importante mencionar que este formato A3 sería la portada principal que nosotros estamos usando para exponer el proyecto ya que como se comentó anteriormente este formato contiene toda la información esencial para el desarrollo del proyecto, los siguientes puntos son importantes destacarlos para el mejor entendimiento del ahorro de este proyecto:





**MEJORA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO**

Title		Change compressor model A to Model B	
<b>Background</b>			
Project Description	Change compressor from TB1114 to ESX55CBC to have a good savings		
Platform	FDBM	Region	NAR
Subsystem	Cooling	Plant	Supsa
Module	Compressor		
<b>Proposal</b>			
Current	Proposal		
Current design explanation: The FDBM platform use the model A compressor Weight: 7.6Kg	Proposal design explanation: Change to model B compressor Weight: 5.28Kg		
Description: The model A compressors have a cooling capacity of 631 of Btu/h, and an energy efficiency of 7.37 Btu / Wh	Description: The model B compressor have a cooling capacity of 614 Btu/h, and an energy efficiency of 7.07 Btu/Wh		
Competitor info: Landed Cost: \$ 22.69	Landed Cost: \$21.26		
Picture:	Picture:		
			
<b>Analysis</b>			
<b>Next Steps</b>			
Leadtime (for execution plan)	Charge determination	0.25	
	Energy Consumption, Pull Down, No Load Test	1.25	
	Packaging tests	1.25	
	GPA Closure	0.25	
	Prepilots, Pilots, SOP	3	
	Lead Time (months)	6	
CAPEX	Sample Request	\$2,500	
	Tool Cost	\$20,000	
	Total Cost	\$22,500	
<b>Ver</b>			
Saving YoY	\$571,549		
AVG Unit Saving	\$4.15		
Full Volume	137,673		
Confidence Level	100%		

**Figura 10. Información del proyecto presentado en formato A3.**

En el recuadro derecho (next steps) tenemos determinados la cantidad de meses que nos costará realizar cada una de las pruebas descritas, las pruebas que estaríamos corriendo en este proyecto para conocer sobre la eficiencia de nuestro cambio de compresor y tubo capilar vendrían siendo las siguientes: 1) Determinación de carga (1 semana), 2) Consumo energético, pull down, no load test (1 mes 1 semana), 3) Pruebas de empaque (1 mes 1 semana), 4) Cierre de GPA (1 semana), 5) Pre pilotos, pilotos y SOP (3 meses). Dándonos un total de 6 meses de ejecución del plan para este proyecto cumpliendo adecuadamente con cada fase del proyecto, trabajaremos en base a nuestra fecha de lead time así como también es importante cumplir en este tiempo señalado ya que de lo contrario sería más gasto el estar retrasando el proyecto. Siguiendo de lead time tenemos la fila referente al CAPEX el cual nos señala el costo que tendremos al solicitar las muestras de componentes para este proyecto, así como también todo el herramental incluyendo la cantidad de unidades que estaríamos construyendo en nuestras fases de trials.

Para nuestros análisis de ahorros en nuestros nuevos proyectos utilizamos estas tablas que se muestran en la tabla siguiente con el fin de tener controlado nuestro costo actual que tenemos con los componentes de línea base, así como también el costo nuevo que tendremos al introducir estos productos que son previamente analizados con proveedor. En el lado izquierdo del recuadro tenemos la columna que nos representa los números de parte actuales y tenemos la columna donde agregaremos el número de parte, modelo, volumen, descripción del componente y cantidad, así como también las columnas resaltadas con las letras amarillas que nos representa el costo unitario y el costo anual de estos componentes, del lado derecho de la tabla contiene los costos propuestos por proveedor (tabla 6).



### MEJORA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO

OUT (CURRENT)							IN (PROPOSAL)							
PN	SKU	Volume	Description	Qty	\$ Unit.	\$ Total	PN	SKU	Volume	Description	Qty	\$ Unit.	\$ Total	\$ Annual
TOTAL							TOTAL							\$0.00

Obs.: It's important to notice that some parts might not be bought in thousands. In this case, the cost won't be multiplied by 1000.

**Tabla 6. Representación de ahorro.**

Se muestra que los resultados del ahorro anual que tendríamos con nuestros costos de los nuevos componentes que serían compresor y capilar (tabla 7).

OUT (CURRENT)							IN (PROPOSAL)							
PN	SKU	Volume	Description	Qty	\$ Unit.	\$ Total	PN	SKU	Volume	Description	Qty	\$ Unit.	\$ Total	\$ Annual
273890	Refrigerador FDBM	150,000	Compresor A	1	\$24.92	\$24.92	563342	Refrigerador FDBM	150,000	Compresor B	1	\$20.81	\$20.81	\$3,121,500.00
658819	Refrigerador FDBM	150,000	SSPL	1	\$1.55	\$1.55	665478	Refrigerador FDBM	150,000	SSPL	1	\$1.69	\$1.69	\$253,500.00
222478	Refrigerador FDBM	150,000	Suction tube	1	\$0.87	\$0.87	807424	Refrigerador FDBM	150,000	Suction tube	1	\$1.33	\$1.33	\$199,500.00
876599	Refrigerador FDBM	150,000	process tube	1	\$0.07	\$0.07	543789	Refrigerador FDBM	150,000	process tube	1	\$0.74	\$0.74	\$110,790.00
128362	Refrigerador FDBM	150,000	Bale strap	1	\$0.04	\$0.04	754668	Refrigerador FDBM	150,000	Bale strap	1	\$0.0251	\$0.0251	\$3,765,000.00
445076	Refrigerador FDBM	150,000	Capillary FDBM	1	\$0.53	\$0.53	112309	Refrigerador FDBM	150,000	Capillary (Nuevo)	1	\$0.67	\$0.67	\$100,500.00
TOTAL							TOTAL							\$2.71

Obs.: It's important to notice that some parts might not be bought in thousands. In this case, the cost won't be multiplied by 1000.

**Tabla 7. Tabla de costos de componentes actual vs propuesta.**

Analizando los datos mostrados en la tabla podemos observar que el ahorro anual que tendríamos con estos cambios de componentes sería de \$311,445 USD. El cual es un ahorro considerable para la empresa por lo que este proyecto es aprobado para continuar y empezaremos con la etapa de correr pruebas mencionadas anteriormente con las muestras nuevos componentes que son solicitadas a proveedor.

### OE 2. Planeación de pruebas requeridas para validar el consumo energético y pruebas de control y seguridad para nuestros clientes.

Para la fase de planeación creamos una tabla en la cual llevamos el control de las pruebas requerida por los aprobadores del producto y ellos nos indican que pruebas deberán ser corridas con el fin de tener la información necesaria de acuerdo a las especificaciones de la empresa para poder validar que el consumo es realmente efectivo en nuestros productos.

Architecture	Glis	Serial #	Model #	Lab	Compressor	Status	Energy Baseline	Energy	Charge determination	No load 90	Pull down	Packing test
FDBM	21U170130	VSA4697211	frigerador FDB	Thermo	A	Defining						
FDBM	21U170131	VSA4697212	frigerador FDB	Thermo	A	Defining						
FDBM	21U170132	VSA4697213	frigerador FDB	Thermo	A	Defining						
FDBM	21U170133	VSA4697214	frigerador FDB	Thermo	A	Defining						
FDBM	21U170134	VSA4697215	frigerador FDB	Thermo	A	Defining						
FDBM	21U170135	VSA4697216	frigerador FDB	Thermo	A	Defining						
FDBM	21U170136	VSA4697217	frigerador FDB	Thermo	A	Defining						
FDBM	21U170137	VSA4697218	frigerador FDB	Thermo	A	Defining						
FDBM	21U170138	VSA4697219	frigerador FDB	Thermo	A	Defining						
FDBM	21U170139	VSA4697220	frigerador FDB	Thermo	A	Defining						
FDBM	21U170140	VSA4697221	frigerador FDB	Thermo	A	Defining						
FDBM	21U170141	VSA4697222	frigerador FDB	Thermo	A	Defining						
FDBM	21U170142	VSA4697223	frigerador FDB	NVH	B	Defining						
FDBM	21U170143	VSA4697224	frigerador FDB	NVH	B	Defining						
FDBM	21U170144	VSA4697225	frigerador FDB	NVH	B	Defining						
FDBM	21U170145	VSA4697226	frigerador FDB	NVH	B	Defining						
FDBM	21U170146	VSA4697227	frigerador FDB	PACK	B	Defining						
FDBM	21U170147	VSA4697228	frigerador FDB	PACK	B	Defining						
FDBM	21U170148	VSA4697229	frigerador FDB	Thermo	B	Defining						
FDBM	21U170149	VSA4697230	frigerador FDB	Thermo	B	Defining						
FDBM	21U170150	VSA4697231	frigerador FDB	Thermo	B	Defining						
FDBM	21U170151	VSA4697232	frigerador FDB	Thermo	B	Defining						
FDBM	21U170152	VSA4697233	frigerador FDB	Thermo	B	Defining						
FDBM	21U170153	VSA4697234	frigerador FDB	Thermo	B	Defining						

**Tabla 8. Planeación de pruebas**

En esta tabla 8 en la primera columna nos encontramos con el tipo de arquitectura de este refrigerador el cual es FDBM (French Door Bottom Mount) en la segunda columna tenemos lo que



## MEJORA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO

es el glis que viene siendo el número de identificación del refrigerador dentro de nuestros laboratorios y como siguiente tenemos el número de serial el cual es utilizado para registrar el refrigerador en nuestra planta así llevamos un control de nuestra cantidad de unidades que se están fabricando en la planta, en la columna de modelos contamos con el modelo de refrigerador, la columna de Laboratorio nos indica la ubicación en donde se correrá la prueba

A continuación, se muestran nuestras indicaciones que tenemos para saber cuál es el segundo punto que se deberá correr en energía para una correcta evaluación de producto. Suponiendo el caso de que en nuestro RC obtenemos una temperatura de 39 pasaremos a tomar la decisión del segundo punto en base a la temperatura de nuestra área de congelador (FC) en el cual tenemos las siguientes restricciones:

- Si en el primer punto (MM) la temperatura en el RC es igual a 39 y en el FC es mayor a 0, nuestro segundo punto sería CC.
- Si en el primer punto (MM) la temperatura en el RC es igual a 39 y en el FC es menor a 0, nuestro segundo punto sería WW.

De esta manera tomaremos la decisión de qué puntos se deberán estar corriendo para evaluar energía. La siguiente tabla nos muestra el formato que utilizamos para vaciar datos de energía, se explicará a continuación (figura 9):

Comments	CV COMPRESSOR A											
	Res ON		Res Off		Res ON		Res Off		Res ON		Res Off	
ENG NUMBER	Unidad 1				Unidad 2				Unidad 3			
LAB REQUEST	2716980		2716980		2716980		2716980		2716980			
Serial Number	VSA0232038		VSA0232038		VSA0232022				VSA0232040			
test	474008	2716980	2716980	2716980	473682	474101	473778	473941	474508	473779	474789	475449
STALL	231		231		232		232		233		233	
Thermostat Position	MM	CC	MM	CC	MM	WW	MM	WW	MM	CC	MM	CC
Power (W) TPAR												
CAB 1 AVG												
CAB 2 AVG												
CAB 3 AVG												
AVG RC	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
FC 1 AVG												
FC 2 AVG												
FC 3 AVG												
AVG FC	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Stratification RC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stratification FC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ON												
OFF												
Run time cycle/hr	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!	#DIV/0!
Cycle/24hrs	0.00	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Energy kWh/ temps												
Energy kWh/d (ADC)												
Delta temps vs defrost	0.0000	0	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Interpolate kWh/year	#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!	
RVF	#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!		#DIV/0!	

**Figura 9. Formato de energía.**

Estas unidades entraran a las cámaras térmicas a correr la prueba de energía por lo cual el objetivo será preparar el documento en el cual estaremos vaciando los datos de los reportes de energía que iremos obteniendo mediante los reportes de laboratorio para calcular el consume energético en ellos, en total serán 4 unidades de línea base (energía línea base) y 4 unidades con los nuevos componentes (energy) a las que les correremos pruebas de energía.

### No load 90

Esta prueba se basa en un criterio de aprobación que se muestra en la especificación que se solicita por parte del departamento de calidad (figura 10), el cual se basa en indicarnos el rango en el que



**MEJORA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO**

deberían estar trabajando nuestras temperaturas de nuestros productos en un ambiente de 90°F y alcanzar las temperaturas de la especificación en al menos 9 horas de prueba, es importante mencionar que las pruebas se corren en base a las especificaciones de los aprobadores y esto debido a que en cada proyecto se debe evaluar distintos parámetros según los componentes que estemos afectando, en el caso de este proyecto nos interesa evaluar la columna que menciona que es una unidad de control eléctrico de temperaturas por lo cual los aprobadores nos solicitan correr la prueba en un ambiente de 90°F y cumplir con una temperatura de 35 a 41 Fahrenheit en el área de RC (área de refrigerador) y un rango de -5 a -4 Fahrenheit en el área del FC (área del congelador).

Ambient(°F)	Control Setting			Design Target (°F)		Electronic Control Approval Criteria			Control with gas filled temperature sensing tubes and/or mechanically controlled mechanisms in the RC and FC compartments				Single ElectroMechanical Control Approval Criteria					
	RC	FC	Heater	RC	FC	RC°F	limit	FC°F	limit	RC°F	limit	FC°F	limit	RC°F	limit	FC°F	limit	
110PD	-	-	H	Electronic		50	max @6hr	10	max @6hr									
110PD	-	-	H	Dual Evap BM		70	max @6hr	20	max @6hr									
110PD	C	W	H	ElectroMechanical						50	max @6hr	10	max @6hr	50	max @6hr	10	max @6hr	
110B0	C	C	H			35	max	2	max	35	max	2	max	35	max	2	max	
90NIL	W	W	H	45	5	48	MAX	15	MAX	48	max	15	MAX	48	MAX	15	MAX	
	W	C	H	45	-5	48	max			51	max							
	M	M	H	37	0	35 to 41	range	-5 to 4	range	35 to 42	range	-6 to 4	range	35 to 42	range	-6 to 4	range	
	C	W	H	33	5	32	min			28	min							
70NIL	W	W	H	45	5	48	max	10	max	48	max	15	max	48	max			
	W	C	H	45	-5	48	max	-10	min	48	max	-10	min					
	M	M	H	37	0	35.5 to 38.5	range	-3 to 3	range	34 to 40	range	-3 to 6	range	34 to 40	range	-3 to 6	range	
	C	W	H	33	5	32 to 35	range	10	max	28	min	15	max					
55NIL	M	M	H	37	0	32	min	8	Max	32	Min	8	Max	34	Max	8	Max	
	M	M	H	37	0	-1 to 3	Range	-4 to 2	Range	0 to 4	Range	-7 to 2	Range	-1 to 3	Range	-4 to 2	Range	

**Figura 10. Tabla de aprobación de criterio para prueba No Load.**

La información que obtendremos en el reporte de No Load por parte de laboratorio de termodinámica deberá ser vaciada a un formato de Excel que manejamos para tener toda la información necesaria de manera optimizada y al alcance para presentarlo y el formato se muestra de la siguiente manera (figura 11):

Comments	Project	Model	Product	AMB	Setting	RC AV	RC mi	RC ma	Stati	FC AV	FC mi	FC ma	Stati	Wattag	KWh	%
actual	New Comp.	Unidad 1		90	MM		35	41			-5	4				
actual	New Comp.	Unidad 2		90	MM		35	41			-5	4				
actual	New Comp.	Unidad 1		90	CC		32	50			-10	50				
actual	New Comp.	Unidad 2		90	CC		32	50			-10	50				
actual	New Comp.	Unidad 1		90	WW			48					15			
actual	New Comp.	Unidad 2		90	WW			48					15			
propuesta	New Comp.	Unidad 3		90	MM		35	41			-5	4				
propuesta	New Comp.	Unidad 4		90	MM		35	41			-5	4				
propuesta	New Comp.	Unidad 5		90	MM		35	41			-5	4				
propuesta	New Comp.	Unidad 6		90	MM		35	41			-5	4				
propuesta	New Comp.	Unidad 3		90	CC		32	50			-10					
propuesta	New Comp.	Unidad 4		90	CC		32	50			-10					
propuesta	New Comp.	Unidad 5		90	CC		32	50			-10					
propuesta	New Comp.	Unidad 6		90	CC		32	50			-10					
propuesta	New Comp.	Unidad 3		90	WW			48					15			
propuesta	New Comp.	Unidad 4		90	WW			48					15			
propuesta	New Comp.	Unidad 5		90	WW			48					15			
propuesta	New Comp.	Unidad 6		90	WW			48					15			

**Figura 11. Formato vacío para evaluar prueba No Load.**

Vemos que en total evaluaremos 6 unidades y 2 de estas serán con el modelo línea base es decir sin cambio de compresor ni tubo capilar, el ambiente será como lo indicaron los aprobadores de 90°F, las configuraciones como lo muestra en la especificación se corren puntos MM, CC y WW (explicación de parámetros en sección energía línea base), las columnas de RC min y RC max nos ayuda a tener la referencia de la especificación que nos dice la temperatura mínima y máxima que deberemos obtener (lapso de las 9 horas de prueba) en los resultados de la prueba para que sea considerada aprobada la columna "status" nos ayudara a indicar mediante una formula si esta se cumple "OK" o de lo contrario no se estaría obteniendo los resultados esperados para la aprobación.



**MEJORA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO**

**Pull Down**

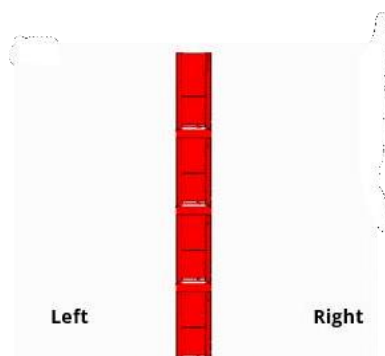
Para la prueba de Pull Down lo que se evalúa es que la unidad sea capaz de pasar de temperatura ambiente de la cámara de 90°F a alcanzar 10°F en el FC y 50°F en el RC en un periodo mínimo de 6 horas. Esto porque así nos damos cuenta de que según la carga de refrigerante agregada al sistema de refrigeración y el buen desempeño de nuestros componentes nuevos este sea capaz de abatir las temperaturas según la especificación que nos piden los aprobadores del producto, la información del reporte de Pull Down es vaciada en un formato de Excel en el cual aprobamos o desaprobamos la prueba según el reporte mostrado por el laboratorio de termodinámica y el formato se muestra de la siguiente manera (figura 12):

**Figura 12. Formato de resultados de prueba Pull Down.**

Product	Unidad 1	Unidad 2	Unidad 3	Unidad 4
Model	FDBM	FDBM	FDBM	FDBM
Serial	4697211	4697212	4697213	4697214
Stall	241	242	243	244
Project	New Compressor	New Compressor	New Compressor	New Compressor
Results				
Charge				
Test number				
Setting	CC	CC	CC	CC
Time to reach 10°				
Time to reach 50°				

**Packaing Test**

Las pruebas de empaque nos ayudan a descartar posibles fallos de piezas dentro de nuestras unidades al momento de estar transportando hacia los centros distribuidores de venta y también su tiempo de estadía en el almacén, los tipos de prueba que nos requieren correr los aprobadores de producto serian la prueba de Stack Lean o mejor conocida como Estiba en la cual se basa en coloca una pila de 4 unidades en nuestro almacén durante un periodo de 24 horas y se calcular la cantidad de inclinación que se obtuvo en estas unidades mediante un láser que sale disparado desde el suelo hasta una placa que colocamos encima del refrigerador más alto y el requerimiento de la especificación nos indica que la pila de refrigeradores no debe sobre pasar los 40 mm de inclinación de atrás hacia adelante respecto al suelo y 15 mm de inclinación por la parte lateral de la pila de refrigeradores con respecto al suelo, esta información es sumamente importante ya que necesitamos encontrar el balance en nuestros nuevos componentes que estamos implementando en orden de que no le afecte a nuestros clientes en sus almacenes e incluso al mismo almacén dentro de Whirlpool.



**Figura 13. Simulación de prueba de Estiba en almacén.**

Dentro del laboratorio de empaque corremos la prueba de centro de gravedad la cual consiste en simular el trayecto en el transporte y se evalúa con su empaque completo (tapa de cartón, runners,



**MEJORA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO**


esquineros y emplaye) con la finalidad de evaluar que no se haya desensamblado o desconectado algún componente que afecte al sistema eléctrico, sistema de refrigeración o la estética de la unidad. Primero se corre la prueba que tiene una duración de alrededor 3 horas y después de finalizar la prueba se desmuestra la unidad y se revisa a detalle toda la unidad de compartimiento para evaluar que no se haya modificado específicamente el componente que nosotros estamos cambiando en este proyecto (compresor y tubo capilar) y componentes estéticos, de esta manera descartamos la posibilidad de un posible fallo o descolocación de una pieza en el trayecto de nuestros productos.

La prueba de centro de gravedad consiste en colocar la unidad encima en un instrumento de medición como lo es un tubo de metal de aproximadamente 10 cm de diámetro y 70 cm de largo y evaluar su centro de gravedad, se evalúa el refrigerador en su posición original (vertical) y posición acostado (horizontal), se toman 3 mediciones y se determina el punto de gravedad, la finalidad de esta prueba es conocer a que distancia podemos encontrar nuestro punto de equilibrio de nuestro componente y de esa manera poder tener un balance en el acomodo de las pilas de refrigeradores que se almacenan y también nos ayuda a rediseñar en algunas ocasiones nuestros modelos para que estén balanceados y se logre evitar posibles daños de nuestros componentes.

**OE 3. Programar eventos en planta para mostrar los ensambles de los nuevos componentes en un producto con la finalidad de validar los resultados.**

En el departamento de refrigeración contamos con diferentes tipos de formatos que se realizan para llenar solicitudes de diferentes tipos uno de ellos es la Solicitud de Construcción, esta forma nos ayuda a llenar la información necesaria para que planta pueda programarnos eventos en línea y hacer el espacio en la producción actual y de esta manera no afectar nuestros procesos de producción.

En el formato que realizamos se deben agregar datos como lo son: nombre del proyecto, líder de proyecto, centros de costos, componentes a evaluar y cantidad de productos terminados que se realizaran, en la figura 14 se muestra a detalle como es cada uno de los puntos que se deben de llenar en el formato.

					
<b>SOLICITUD DE PRUEBA</b>					
<i>Solicitante de Prueba</i>					
Solicitante			Departamento		
Tipo de Evento	Tipo de Proyecto	Fecha de Emisión	Folio IAW	Nombre del Proyecto	Numero de Folio (Asignado por Res.)
F&F					
Descripción de la Prueba / Cambios Principales					Firma Autorización Gerente de
Objetivo de la Prueba					
Sku	Descripción	Línea	Mercado	Cant.	Numero de GPA
				Cargo de Scrap	
				Departamento	Cuenta



**MEJORA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO**

ÁREAS INVOLUCRADAS Y SU CONTRIBUCIÓN EN LA PRUEBA		Responsables ( A llenar por Res.)
PROCESOS MÁQUINA	Evaluar en base a:	No Requerido
	Notas Adicionales:	
PROCESOS ENSAMBLE	Evaluar en base a:	F-IN-006 Resultado de prueba de Manufactura
	Notas Adicionales:	
PRODUCCIÓN	Evaluar en base a:	F-IN-006 Resultado de prueba de Manufactura
	Notas Adicionales:	
CALIDAD	Evaluar en base a:	F-IN-006 Resultado de prueba de Manufactura
	Notas Adicionales:	
OBSERVACIONES ADICIONALES PARA LA PRUEBA:		
<i>Residencia</i>		<i>Coordinador de Prueba</i>
Coordinador de la Prueba		Fecha Estimada de Prueba
		Tiempo Requerido por Complejidad
		--
FIRMAS DE AUTORIZACIÓN		
Residencia Cetec	Gerencia de Calidad	Gerencia de Producción
Gerencia de Materiales	Gerencia de Manufactura	Ingeniería Residencia

**Figura 14. Forma de solicitud de prueba.**

**OE 4.** Mostrar gráficamente los ahorros de energía y de costo con nuestro cambio de compresor y tubo capilar para demostrar en base a las pruebas que se realizaron en laboratorio y en planta que el ahorro es considerable e implementar el nuevo modelo, los cuales se mostraran en el apartado de resultados.

**RESULTADOS**

Como ya se mencionó en la empresa Whirlpool, particularmente en el departamento de refrigeración CETEC (centro de tecnología), se atendió la problemática que se encontró, ya que hoy en día a nivel mundial es el daño a la capa de ozono del planeta debido a un alto uso de gases de efecto invernadero por el uso de combustibles fósiles y un porcentaje de este es debido al alto consumo de energía en los electrodomésticos, a continuación, presentamos los resultados de la metodología aplicada:

**Objetivo Específico 1.-** Identificación del problema mediante análisis de datos de costo de componentes y gráficos de funcionamiento de los productos para detectar la situación actual contra lo propuesto.

**Resultado:** Con base en la información anterior esta problemática fue considerada para la creación de este proyecto en el cual buscamos reducir el porcentaje de consumo energético en una unidad de refrigeración de uso doméstico mediante la mejora de un sistema de refrigeración por cambios



**MEJORA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO**

de componentes, en este proyecto utilizaremos la metodología científica para demostrar mediante experimentación de pruebas de laboratorios y en la planta el porcentaje de ahorro económico y de reducción de consumo eléctrico mediante datos cuantitativos.

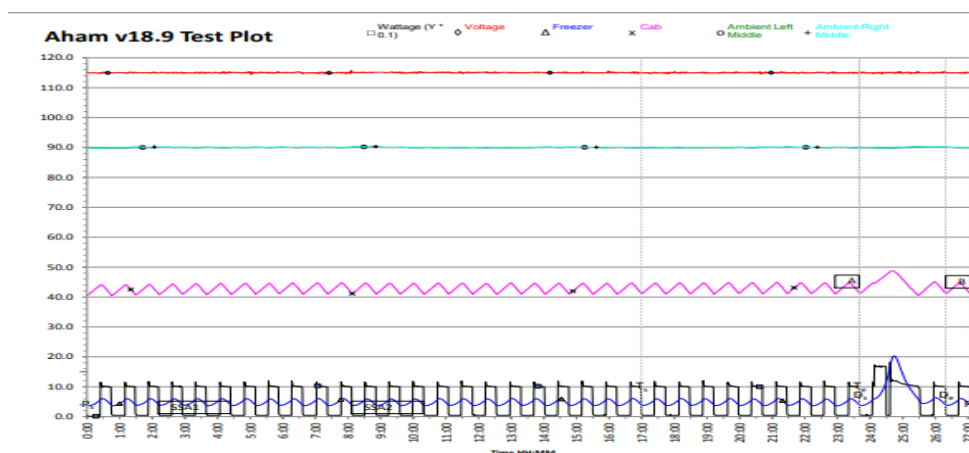
**Objetivo Específico 2.-** 1) Planeación de pruebas requeridas para validar el consumo energético, pruebas de control y seguridad para nuestros clientes. 2) Muestra grafica de los resultados obtenidos en distintas pruebas de laboratorio realizadas.

**Resultado 1):** Se puede observar a detalle en la Tesis “Mejora en eficiencia energética en un sistema de refrigeración doméstico”.

Architecture	Glis	Serial #	Model #	Lab	Compressor	Status	22-Aug Energy Baseline	5-Sep Energy	19-Sep Charge determin ation	3-Oct No load 90	17-Oct Pull down	31-Oct Packing test
FDBM	21U170130	VSA4697211	Refrigerador FDBM	Thermo	A	Defining	X					
FDBM	21U170131	VSA4697212	Refrigerador FDBM	Thermo	A	Defining	X					
FDBM	21U170132	VSA4697213	Refrigerador FDBM	Thermo	A	Defining	X					
FDBM	21U170133	VSA4697214	Refrigerador FDBM	Thermo	A	Defining	X					
FDBM	21U170134	VSA4697215	Refrigerador FDBM	Thermo	A	Defining		X				
FDBM	21U170135	VSA4697216	Refrigerador FDBM	Thermo	A	Defining		X				
FDBM	21U170136	VSA4697217	Refrigerador FDBM	Thermo	A	Defining		X				
FDBM	21U170137	VSA4697218	Refrigerador FDBM	Thermo	A	Defining		X				
FDBM	21U170138	VSA4697219	Refrigerador FDBM	Thermo	A	Defining			X			
FDBM	21U170139	VSA4697220	Refrigerador FDBM	Thermo	A	Defining			X			
FDBM	21U170140	VSA4697221	Refrigerador FDBM	Thermo	A	Defining			X			
FDBM	21U170141	VSA4697222	Refrigerador FDBM	Thermo	A	Defining			X			
FDBM	21U170142	VSA4697223	Refrigerador FDBM	NVH	B	Defining				X		
FDBM	21U170143	VSA4697224	Refrigerador FDBM	NVH	B	Defining				X		
FDBM	21U170144	VSA4697225	Refrigerador FDBM	NVH	B	Defining				X		
FDBM	21U170145	VSA4697226	Refrigerador FDBM	NVH	B	Defining				X		
FDBM	21U170146	VSA4697227	Refrigerador FDBM	PACK	B	Defining					X	
FDBM	21U170147	VSA4697228	Refrigerador FDBM	PACK	B	Defining					X	
FDBM	21U170148	VSA4697229	Refrigerador FDBM	Thermo	B	Defining					X	
FDBM	21U170149	VSA4697230	Refrigerador FDBM	Thermo	B	Defining					X	
FDBM	21U170150	VSA4697231	Refrigerador FDBM	Thermo	B	Defining						X
FDBM	21U170151	VSA4697232	Refrigerador FDBM	Thermo	B	Defining						X
FDBM	21U170152	VSA4697233	Refrigerador FDBM	Thermo	B	Defining						X
FDBM	21U170153	VSA4697234	Refrigerador FDBM	Thermo	B	Defining						X

**Tabla 1. Test plan prueba de empaque.**

**Resultado 2):** En este reporte de AHAM también nos mostró la gráfica de comportamiento de nuestra unidad en la cual pudimos ver gráficamente el comportamiento del Wattage, Temperatura de FC, RC y ambiente respecto al tiempo de prueba. Si vemos en el punto de la Hora 24:00 en el eje de las X vemos un pico en la gráfica el cual fue nuestro principal punto de enfoque para este reporte ya que ese pico nos indicó el descongelamiento, que es el momento en donde se enciende la resistencia para realizar el deshielo en el evaporador y es nuestro mayor punto de wattage que tenemos. En base a esta grafica nosotros leímos el reporte ya que nosotros indicamos desde que punto nos interesa analizar para que esos datos se arrojen en el reporte de la figura 17 mostrada anteriormente. Para este modelo decidimos elegir como datos de análisis 6 ciclos de trabajo de compresor y el pico del descongelamiento.



**Gráfico 2. Grafica de reporte de energía.**





## MEJORA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO

Una vez obtuvimos nuestros reportes de AHAM y entramos a analizar cada uno, pasamos a programar eventos en la planta. Se puede observar a detalle en la Tesis “Mejora en eficiencia energética en un sistema de refrigeración doméstico.

**Objetivo Específico 3.-** Programar eventos en planta para mostrar los ensambles de los nuevos componentes en un producto con la finalidad de validar los resultados obtenidos en las pruebas y en las construcciones para así brindar la validación de nuestros componentes y cumplir con los requerimientos necesarios para la implementación del proyecto.

**Resultado:** Los resultados de las pruebas que se corrieron en los laboratorios y las cámaras térmicas anteriormente revisadas era de suma importancia ya que necesitábamos que sean positivos y aceptados por los aprobadores de producto para poder pasar a la fase de los eventos en la planta. Una vez que analizamos los resultados de las pruebas pasamos a realizar el llenado de las solicitudes para las construcciones que se realizaron para este proyecto (figura 15) en la cual primero que nada lo que se hizo fue poner los datos del ingeniero responsable, departamento, tipo de evento y fecha de emisión. Se agregó el objetivo y la descripción de lo que se llevaría a cabo en este evento que fue realizar las pruebas piloto y pre-piloto las cuales fueron para 30 unidades (vendibles) y 15 unidades (para motivo de prueba) respectivamente.



### SOLICITUD DE PRUEBA

Solicitante de Prueba						
Solicitante				Departamento		
Adrian Eduardo Torres García				CETEC		
Tipo de Evento	Tipo de Proyecto	Fecha de Emisión	Folio IAW	Nombre del Proyecto	Numero de Folio (Asignado por Res.)	
PRE-PILOTO	TCP	10/10/2022	n/a	Cambio de compresor		
Descripción de la Prueba / Cambios Principales					Firma Autorización Gerente de	
Validar nuevo compresor modelo B						
Objetivo de la Prueba						
Realizar pruebas Pre-Piloto y Piloto para validar el ensamble del nuevo compresor con tubo capilar						
Sku	Descripción	Línea	Evento	Cant.	Cargo de Scrap	Numero de GPA
Modelo nuevo	Refrigerador FDBM	1	Piloto	30	Cetec	XXXX
Modelo nuevo	Refrigerador FDBM	1	Pre-piloto	15		Rebill
						XXXX
AREAS INVOLUCRADAS Y SU CONTRIBUCIÓN EN LA PRUEBA					Responsables ( A llenar por Res.)	
PROCESOS MÁQUINA	Evaluar en base a:		F-IN-006 Resultado de prueba de Manufactura		Jose A. Rmz.	
	Notas Adicionales: Buen funcionamiento de maquinas para realizar ensamble de compresor y tubo capilar.					
PROCESOS ENSAMBLE	Evaluar en base a:		F-IN-006 Resultado de prueba de Manufactura		Eliza Vallejo G.	
	Notas Adicionales: Ensamble correcto de compresor y tubo capilar.					
PRODUCCIÓN	Evaluar en base a:		F-IN-006 Resultado de prueba de Manufactura		Adriana Elizondo	
	Notas Adicionales: No hay tema con los cambios de componentes, adelante con el proyecto.					
CALIDAD	Evaluar en base a:		F-IN-006 Resultado de prueba de Manufactura		Martin Lopez	
	Notas Adicionales: Ningun detalle en tubería de tubo capilar, ningun detalle estetico en compresor nuevo.					



## MEJORA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO

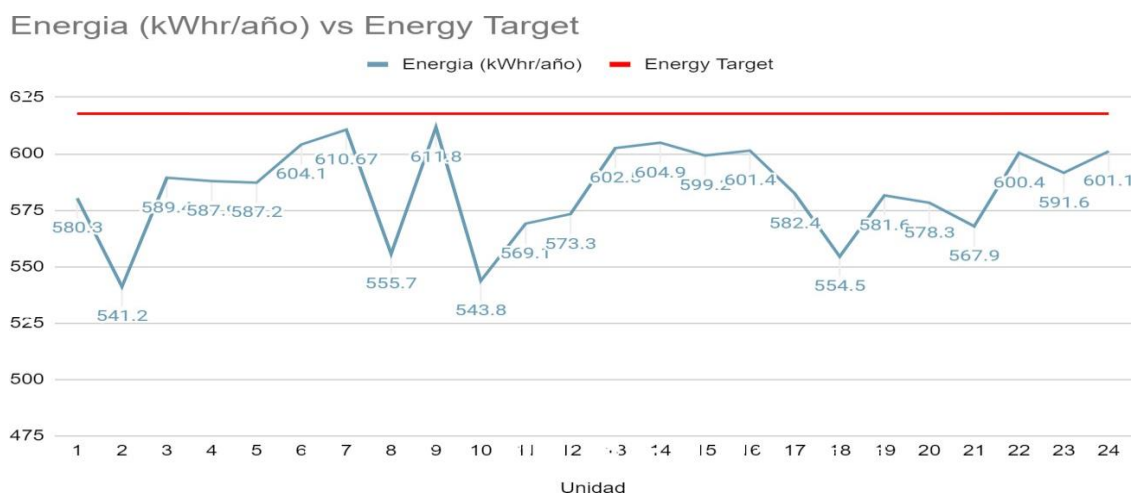
OBSERVACIONES ADICIONALES PARA LA PRUEBA:		
Aprobación de los subsistemas, ensambles correctos y no se detectó atrazo en línea con estos nuevos componentes, operador y maquina funcionaron correctamente.		
Residencia	Coordinador de Prueba	
Coordinador de la Prueba	Fecha Estimada de Prueba	Tiempo Requerido por Complejidad
Manuel Garcia	10-Oct-22	4 hrs.
FIRMAS DE AUTORIZACIÓN		
Jose Morales	Martin Lopez	Adriana Elizondo
Residencia Cetec	Gerencia de Calidad	Gerencia de Producción
Nancy Torres	Jose A. Rmz.	Eliza Vallejo G.
Gerencia de Materiales	Gerencia de Manufactura	Ingeniería Residencia

**Figura 15. Solicitud de pruebas completas.**

En las pruebas pre-piloto realizadas se obtuvieron buenos resultados y no hubo detalles con los ensambles del compresor y de las tuberías del compresor, todos los componentes funcionaron correctamente y el operador fue capaz de ensamblar cada uno sin dificultad y sin necesidad de tiempo extra para el ensamble y sin aplicar demasiada fuerza para poder realizar el ensamble correcto a comparación de los componentes actuales. Se puede observar a detalle en la Tesis “Mejora en eficiencia energética en un sistema de refrigeración doméstico”.

**Objetivo Específico 4.-** Mostrar gráficamente los ahorros de energía y de costo con nuestro cambio de compresor y tubo capilar para demostrar en base a las pruebas que se realizaron en laboratorio y en planta que el ahorro es considerable e implementar el nuevo modelo.

**Resultado:** Una vez terminamos con las pruebas en los laboratorios y realizamos la gráfica del porcentaje de energía que obtuvimos en 24 unidades de los pre-pilotos y pilotos obtuvimos la siguiente grafica (grafico 3) en la cual se demostró un consumo energético por debajo de los 617.74 kWh/año. Podemos concluir que se logró reducir la capacidad de consumo energético en un refrigerador domestico modelo FDBM. Se puede observar a detalle en la Tesis “Mejora en eficiencia energética en un sistema de refrigeración doméstico”.



**Gráfico 3. Consumo energético con mejora en eficiencia.**



## MEJORA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO



**Figura 16. Refrigerador domestico modelo FDBM.**

Todos y cada uno de los resultados obtenidos de la investigación han sido presentados en su contexto natural, así mismo las mediciones recaudadas a lo largo de la investigación han servido para identificar cuáles son las áreas de oportunidad y deficiencias que se encontraban en el refrigerador modelo FDBM. Por lo tanto, la hipótesis presentada de “¿Si se realiza la metodología de mejora del proceso de sistema de refrigeración con los cambios de componentes (compresor y tubo capilar), se mejorará el consumo energético, así como también se mejorará el funcionamiento del sistema de refrigeración llevándonos a un ahorro económico?” **SE ACEPTA.**

### CONCLUSIONES

La presente investigación nos permitió ver como con los cambios de componentes compresor y tubo capilar fue posible mejorar la eficiencia energética de un sistema de refrigeración doméstico y gracias a esto se logró reducir el consumo mediante los cambios realizados junto con los resultados cuantitativos, así como también, pruebas que se realizaron en la planta y de esta manera obtuvimos el análisis que nos permitió obtener resultados satisfactorios en cuanto a la eficiencia energética y los ensambles de los nuevos componentes para el modelo de refrigerador French Door Bottom Mount (FDBM).

En este proyecto nuestro ahorro en base al cambio de componentes fue de \$22.69 (costo antiguo) a \$21.26 dólares (costo nuevo). Logramos un ahorro anual del 7.6 por ciento que equivale a \$285k USD. El consumo energético se redujo a un total de 576.82 KWh/year, así como también mejoramos los porcentajes de trabajo de compresor de un 60% en línea base a un 43.25% obteniendo así más ahorro de consumo energético por el bajo porcentaje de funcionamiento del compresor dándonos un ahorro de 6.62% KWh/año.

### RECOMENDACIONES

Con el objetivo de complementar la solución presentada de la problemática en el departamento, se determinaron las siguientes recomendaciones:

- Continuar con el monitoreo de la eficiencia energética con estos nuevos componentes y mantenerse actualizado en las ofertas del mercado para la mejora de algún componente dentro del sistema de refrigeración.
- Desarrollar mejoras en las etiquetas de los compresores con la finalidad evitar posibles fallos de etiquetas quemadas y problemas de lectura para los compresores.
- Seguir con la metodología planteada en la investigación para la mejora de los procesos y las pruebas de validación para futuros proyectos de mejora de costo y calidad.

## MEJORA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO

### REFERENCIAS

- A., B. (1996). Minimización de generación de entropía. Londres: Prensa CRC.
- Al-Khoury. (2011). Modelo computacional de sistemas geotérmicos someros. Nueva York: CRC Prensa.
- Babarinde, A. (2019). Investigación experimental del refrigerante R600a. *Energía ambiental*, 6.
- Bansal. (2006). Simulación modelo de sistema de refrigeración de la temperatura doméstico. Nebraska: Investigación HVAC&R.
- Chakrayorty. (2009). Mejora de procesos. Milwaukee: El diario de Gestión de calidad.
- Chingulpitak, S. (2018). Tablas de dimensionamiento de tubos capilares helicoidales. *Ciencia y tecnología para el entorno construido*, 4-8.
- Davison, I. (2016). Experiencia en prácticas de análisis de fallas para estructura FMEA. Seguridad y confiabilidad 2,4 y 7.
- F., B. (1997). Uso de FMEA. India: Fiche Favi.
- Haehnlein, S. (2010). Situación jurídica internacional del uso de la energía geotérmica somera. Los Ángeles: Energía Sostenible.
- Hai, S. (2002). Evaluación de la calidad de la supervisión de proyectos. *Revista Internacional de Gestión de la Calidad*, 19.
- Hermes, C. (2010). Solución algebraica de flujos de tubos capilares. Australia: Ingeniería Térmica Aplicada.
- Jamshidi, N. (2019). Una evaluación para el intercambio de calor tierra-aire tipo bobina espiral en diferentes condiciones climáticas. India: Recuperación, utilización y efectos ambientales.
- Karatas, S. (2004). Investigación experimental de escarcha formación en aleta y tubo intercambiadores. Alabama: Internacional diario de refrigeración.
- Kaushik, D. (2013). Analisis de tubo de condensador. *Revista internacional de energía*, 13.
- Leary, W. (2015). Lecturas esenciales basado en el problema de aprendizaje. Indiana: Purdue University Press.
- Li., W. S. (2016). Investigación experimental sobre la bomba de calor de absorción asistida por compresión. China: Investigación internacional de refrigeración.
- Liu, J. (2018). Investigación sobre las características de vibración torsional de los compresores. *Mecánica de materiales y estructuras avanzadas*, 1-18.
- N., B. (2014). Mitigar la pérdida de conocimiento crítico. Ohio United State: Sociedad de seguridad y confiabilidad.
- NI, C. (2019). Investigación experimental de la diferencia temperatura-tiempo en metodo de control de deshielo. *Science and technology of the Build Environment*, 2-6.
- Oversluizen, G. (2020). Uso del método A3 por estudiantes de ingeniería. *Production planning and control*, 2, 4 y 6.



## MEJORA EN EFICIENCIA ENERGÉTICA EN UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO

- Pirompak, S. W. (2001). Características de flujo de refrigerante puros y mezclas de refrigerantes en tubos capilares adiabáticos. Australia: Ingeniería Térmica Aplicada.
- Rouag, A. (2016). Diseño térmico del condensador enfriado por aire de un refrigerador. Nueva Jersey: Ciencia y tecnología de ingeniería aplicada.
- Rouagab, A. (2020). Solución técnica para mal funcionamiento de los enfriadores de aire. Efectos ambientales, 3-4.
- Seixlack, A. (2009). Análisis numérico del flujo de refrigerante a lo largo de tubos capilares. Australia: Ingeniería Térmica Aplicada.
- Sobek, D. (2008). Comprender el pensamiento A3. Florida: Prensa de productividad.
- SOL, J.-Y. (1999). El desarrollo y mejora de la energía en refrigeradores. Chemical Engineering Communication, 3.
- Talpada, J. S. (2018). Una revisión sobre la mejora de rendimiento de un sistema de refrigeración por absorción mediante la modificación del ciclo básico. Ambient energy, 2-5.
- TAO, W.-H. (2010). Estudio de rendimiento de la eficiencia en refrigerador de vitrina. Chemical Engineering Communication, 18.
- Wang, J. (2018). Percepciones de los beneficios del planificador A3. accounting education, 2, 4 y 7.
- Wang, X. (2010). Un experimento estudiar de la correlación en la escarcha aplicando tecnología fotoeléctrica. China: Internacional diario de refrigeración.
- Wilson, W. (1956). Solución práctica de problemas de vibraciones torsionales. Nueva York: Jhon Wiley Inc.

