



TECNOLOGICO
NACIONAL DE MEXICO



Revista **Capital** Intelectual

Ciencia Tecnología Sociedad



La gestión de la calidad

una perspectiva desde la
Norma IATF-16949-2016.

38

Capital humano y
productividad,
un estudio de caso en la
industria aeronáutica.

24

Ensayo de tracción según Norma ISO 597-2

para probetas fabricadas
con ácido poliláctico

08

Impacto en la eficiencia de proyectos

Estudio de caso empresa
Robuspack

34



Directorio

Mtro. Manuel Quintero Quintero

Director General Tecnológico Nacional de México

MC. Manuel Chávez Sáenz

Director de Institutos Tecnológicos Descentralizados

Dra. Yesica Imelda Saavedra Benítez

Directora de Posgrado, Investigación e Innovación del Tecnológico Nacional de México

Ing. Joel Ramírez Díaz

Secretario de Educación del Gobierno del Estado de San Luis Potosí

Lic. José Antonio Bonales Rojas

Director de Educación Media Superior y Superior de la SEGE

Ing. Luis Alberto Frías Sánchez

Director General del ITSSLP,C

Consejo Editorial

M.C.E Karla Penélope Encinas Ramírez
Directora Académica

Dra. Lya Adlih Oros Méndez
Subdirectora Académica

MADI. Selene Yuridia Ramos Candia
Jefa de la División de Estudios de Posgrado e Investigación

M.I. Miguel Ángel Mota Velázquez
Jefe de División de Ingeniería en Mecatrónica

M.P.S. Adela Marisol Sierra Guerrero
Jefa de División de Ingeniería Industrial

Ing. Alejandro César Rico Martínez
Jefe de División de Ingeniería en Sistemas Computacionales

Lic. Norma Patricia Guerrero Varela
Encargada de la Subdirección de Vinculación

REVISTA CAPITAL INTELECTUAL, Año 5 No. 13; septiembre-diciembre 2018, es una publicación cuatrimestral editada por el Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital. Carretera 57 México - Piedras Negras Km. 189+100 Tramo Querétaro - San Luis Potosí No. 6501 Delegación Municipal de Villa de Pozos, San Luis Potosí, C.P. 78421 Tel. 01 444 804 12 20 www.tecsuperiorslp.edu.mx; revista.capital.intelectual@gmail.com; Editor responsable: M.A.D.I. Selene Yuridia Ramos Candia, Jefa de la División de Estudios de Posgrado e Investigación. Reservas de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2014-073119354200-102, ISSN: 2007-9893, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, Responsable de la última actualización de este número, Lic. Norma Patricia Guerrero Varela encargada de la Subdirección de Vinculación del Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital. Su objetivo principal es difundir el quehacer académico (investigación y docencia) del personal adscrito al ITSSLP, así como del personal del Tecnológico Nacional de México y otras Instituciones de Educación Superior Nacionales y Extranjeras. Las opiniones expresadas por los autores no necesariamente reflejan la postura del Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital. Todo artículo publicado es responsabilidad de los autores. Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización del Instituto Tecnológico Superior de San Luis Potosí, Capital.

EDITOR RESPONSABLE

MADI. Selene Yuridia Ramos Candia
Jefe de la División de Estudios de Posgrado e Investigación del ITSSLP

COLABORADORES ESPECIALES

M.D.O. Erika Lizeth Aguilar Castillo
Docente UASLP
Árbitros Externos

DISEÑO GRÁFICO

Pedro Antonio Rivas Zermeño
pedro.rivas@tecsuperiorslp.edu.mx

En portada: El lanzamiento del Morelos I se realizó el 17 de junio de 1985 en Cabo Cañaveral, Florida, a bordo del transbordador espacial Discovery de la NASA, la vida útil del Morelos I terminó a principios de los 90. A la fecha, México ha enviado al espacio más de 10 satélites, teniendo como resultado un notable progreso en la tecnología y la reducción de la brecha digital.

Fuente: <http://www.wikimexico.com>

Índice

Análisis de la situación actual de la metodología para proyectos de servicios tecnológicos a través de un instrumento de aplicación. Estudio de caso: CIATEQ AC

Raul Roberto Muñoz Chavez

05

“Ensayo de tracción según Norma ISO 597-2 para probetas fabricadas con ácido poliláctico mediante técnicas aditivas”

Christian Irving Enrique Rodríguez González, Gonzalo Gonzalez Rey, Fernando Alejandro Villa Martínez, Guadalupe Alejandra Herrera Pérez

08

Estudio de la absorción y densidad del Travertino tipo Puebla de la localidad de Moralillo, Tepexi de Rodríguez, Puebla, México

Adolfo Manuel Morales Tassinari, Tomás Flores Cid, María Esperanza Velasco Ordóñez

12

Análisis de capacidades de un modelo de gestión de innovación en una pequeña empresa del sector de Tecnología de la Información y Comunicación, en Querétaro, México.

Vázquez Vargas Martín, Ocampo Delgado Tomas,

18

Capital humano y productividad, un estudio de caso en la industria aeronáutica.

Moisés Gómez Salazar, Leoncio Baltazar Baltazar-Jiménez

24

Diseño y optimización de asa telescópica con herramienta PLM.

Fernando Alejandro Villa Martínez, Jean Jacques Billeres, Gonzalo González Rey

29

Impacto en la eficiencia de proyectos mediante la implementación de gestión del conocimiento. Estudio de caso empresa Robuspack

García Arzate Josue

34

La gestión de la calidad como estrategia de productividad, una perspectiva desde la Norma IATF-16949-2016.

Luis Vázquez Estrada, Leoncio Baltazar Baltazar-Jiménez

38

Propuesta para la Aplicación del Cuadro de Mando Integral como Instrumento de Gestión Estratégica que Ayude en el Aumento de la Productividad en las Mipymes del sector tortillero de Irapuato, Gto. A través del estudio de caso Tortillería Guanajuato. Primera etapa.

María Susana Infante Esquivel, Octaviano Jesús Gallardo Hernández, Lilia Trejo Romero,

42

Análisis de la situación actual de la metodología para proyectos de servicios tecnológicos a través de un instrumento de aplicación. Estudio de caso: CIATEQ AC

Raul Roberto Muñoz Chavez

CIATEQ AC, Centro de Tecnología Avanzada Posgrado

raul.munoz@ciateq.mx

Abstract

In this article you may see the analysis of the reliability of the results of a survey to evaluate the current methodology used on the projects of service. This survey was applied to the technical project leaders belonging to the Management of Automation Control and Electronic. To measure the reliability of this results was used the Cronbach's Alpha coefficient method.

Keywords: Likert-type Scale, Reliability, Cronbach's Alpha.

Resumen

En este artículo se presenta el análisis de la confiabilidad de los resultados de una encuesta para evaluar la metodología utilizada en la realización de proyectos de servicio. Esta encuesta fue aplicada a líderes de proyecto técnico pertenecientes a la gerencia de Control Automático y Electrónica, el método para medir la confiabilidad de los resultados fue el coeficiente de Alfa de Cronbach.

Palabras clave: Escala tipo Likert, Confiabilidad, Alfa de Cronbach.

Introducción

CIATEQ es un centro de tecnología dedicado a la investigación, diseño e innovación tecnológica en las áreas metalmeccánica, metalúrgica y electrónica. Sus actividades están encaminadas a solucionar problemas de la industria, proporcionándole a ésta el apoyo tecnológico que le brinde la ventaja competitiva en el mercado, respecto a calidad y precio. CIATEQ, consciente de que el mercado cada vez demanda mayores niveles de calidad y de confianza, ha decidido apoyarse en los esquemas de sistemas de aseguramiento de calidad de

las normas ISO serie 9000, como herramienta técnico-administrativa que le permita mantener y mejorar su presencia competitiva a través de la calidad consistente y demostrable de sus proyectos y servicios, tanto en el marco nacional como internacional, y tener una base cuantificable de sus actividades fundamentales para establecer los mecanismos de mejora continua.

En la gerencia de Control Automático, se observa la necesidad de analizar la metodología actual que se utiliza para los proyectos de servicios que se desarrollan está cumpliendo con los objetivos de la empresa, y dentro de las múltiples responsabilidades de los líderes técnicos de proyectos, se tiene la oportunidad de poder analizar la metodología en las tareas que desarrollan los líderes técnicos desarrollar los proyectos de servicios.

Metodología

Blaxter (2000) afirma que, dentro de las metodologías de investigación, existen familias, enfoques y técnicas de investigación. Las dos familias de investigación son: cuantitativa o cualitativa y trabajo de gabinete o trabajo de campo. Los enfoques se refieren a diseños básicos de investigación en las ciencias sociales son: la investigación-acción, los estudios de casos, los experimentos y las encuestas. También menciona que las técnicas de investigación abarcan: documentos, entrevistas, observaciones y cuestionarios.

La estrategia metodológica utilizada para este trabajo es cuantitativa y permite la observación de la unidad de análisis como un sistema cerrado considerando su problemática global y privilegiando las variables de estudio, así como su relación con el contexto Creswell (2003). CIATEQ se caracteriza por presentar una oferta integral que responde a las necesidades del sector productivo, ofreciendo su expertise desde el análisis de materiales hasta la mejora de servicios y procesos.

Al ser la investigación de tipo cuantitativa, se propone analizar la confiabilidad de la escala. Fue inicialmente propuesto un cuestionario tipo escala Likert (1932) con 10 factores para definir los diferentes constructos que pueden reflejar la percepción de los encuestados en cuanto a las concepciones de la organización y realización de proyectos de servicios.

La fundamentación teórica para la construcción de las proposiciones se basó en publicaciones sobre el tema de administración de proyectos (Harper-Smith y Derry, 2012). Para cada factor se elaboraron tres proposiciones conceptualmente aceptadas por las investigaciones del área (Tabla 1).



Tabla 1.
Algunas de las proposiciones de la escala para la medida de opinión sobre el plan de trabajo y cronograma.

Id	Categoría	Criterio de evaluación	Puntaje
P4	Plan de trabajo y cronograma		0-5
A	Definir las tareas y las prioridades.	Todos los proyectos de servicios contienen una lista de tareas definidas e identificadas, y la estructura del proyecto es clara.	
B	Identificar la ruta crítica.	Se calculó la ruta crítica y se conoce la fecha más temprana de terminación del proyecto de servicios.	
C	Consensuar los hitos.	Se fijaron los hitos apropiados para medir el avance.	

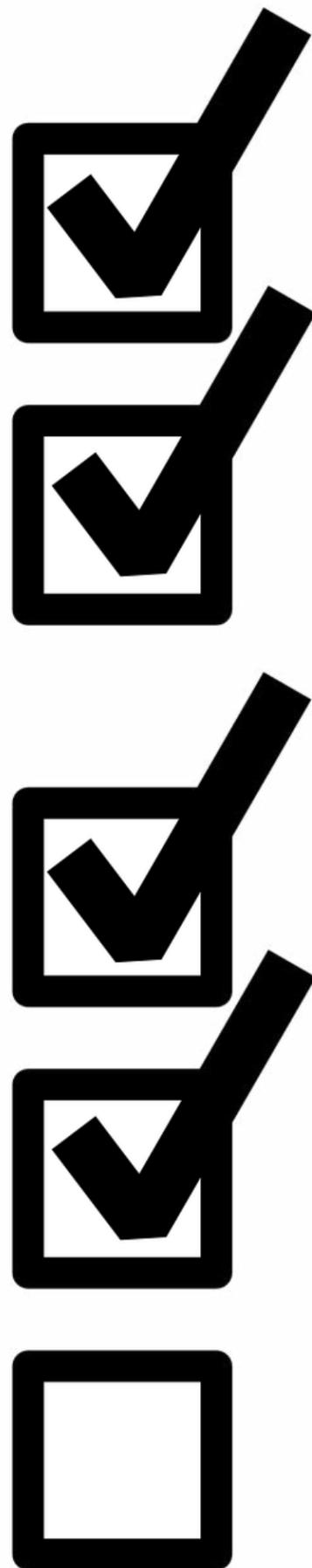
Para la elaboración de la escala, se consideró la modalidad en que la propiedad medida es representada por el posicionamiento acerca de las proposiciones sobre el tema en el cual el encuestado informa el grado de concordancia o discordancia (0 = No hecho o no definido en la empresa: desconocimiento de su importancia en la administración de proyectos. 1 = Conocimiento del área, pero con poco o nulo trabajo realizado en la empresa. 2 = Se reconoce como área importante y se efectúa poco trabajo en ella. 3 = Área claramente definida y se realizó trabajo en la administración de proyectos. 4 = Uso constante de las herramientas y técnicas de las prácticas óptimas en esta área de la empresa. 5 = Se reconoce que el área es "la mejor en su clase" y que podría considerarse área de la práctica óptima) (Harper-Smith & Derry, 2012).

Modelo documental

Se utilizó el alfa de Cronbach, que posibilita inferir el grado de confiabilidad de los datos obtenidos (Cronbach y Shavelson, 2004; Vieira, 2009), a través de la correlación entre las respuestas del cuestionario mediante los análisis individuales de las respuestas concedidas por los encuestados (Hora, Monteiro y Arica, 2010). El coeficiente α se mide a través de la fórmula representada en la figura 1.

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \frac{\sigma_t^2 - \sum_{i=1}^k \sigma_i^2}{\sigma_t^2}$$

Figura 1. Fórmula para determinación de alfa de Cronbach



De acuerdo con la figura 1, k es el número de ítems y σ^2 representa la varianza. En caso de consistencia en las respuestas, la varianza total (σ_t^2) será grande y α tenderá a 1. Por otro lado, si las respuestas son aleatorias, la varianza total (σ_t^2) sería comparable con la suma de las variancias individuales (σ_i^2), lo que llevaría a α cero (Leontitsis y Pagge, 2007).

Los valores de alfa de Cronbach mayores que 0,6 indican que el instrumento es confiable. Por otro lado, valores menores que 0,6 indican que el instrumento puede llevar a conclusiones equivocadas (Hair, 2005; Landis y Koch, 1997).

Para el estudio en específico, se utilizó el programa estadístico SPSS® (Statistical Software for Social Sciences). El alfa fue calculada para todo el instrumento y en la ausencia de cada uno de los factores.

Resultados

Después de la validación teórica, el cuestionario final se quedó con diez factores (Tabla 2). En esta fase se verificó la ausencia de ambigüedades, adecuación de los términos y conceptos utilizados en la encuesta.

Tabla 2.

Factores de escala para medir la opinión sobre la metodología para proyectos de servicios.

P1	Necesidades de la empresa
P2	Objetivo del proyecto de servicios
P3	Clientes
P4	Plan de trabajo y cronograma
P5	Problemas y riesgos
P6	El equipo de trabajo
P7	Decisiones trascendentes
P8	Recursos y presupuesto
P9	Liderazgo del proyecto de servicios
P10	Comunicación

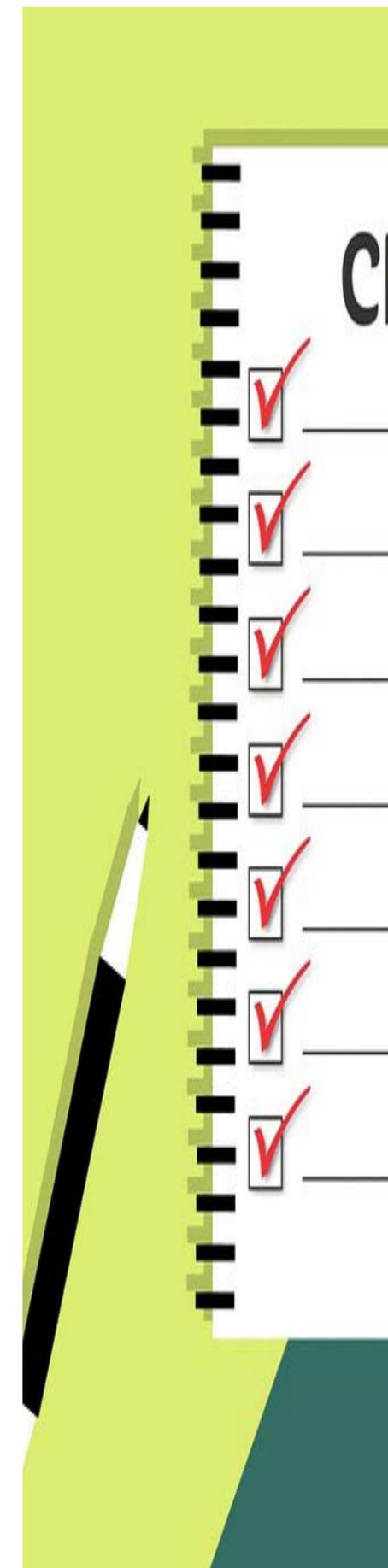
El valor para el alfa de Cronbach para todo el cuestionario fue de 0.951, denotando que el instrumento es confiable, tiene unas cuantificaciones estables y consistentes y, consecuentemente, ha logrado medir la concepción de la metodología para proyectos de servicios de los encuestados analizados.

Conclusiones

El trabajo tuvo por objetivo validar un cuestionario para la identificación de la concepción actual de la metodología para proyectos de servicios de la gerencia de Control Automático y Electrónica. La confiabilidad para todo el constructo fue de 0.951 denotando que el instrumento es confiable y posee mediciones estables y consistentes.

Referencias

- Blaxter, L., Hughes, C. y Tight, M. (2000). *Cómo se hace una investigación*. España: Editorial Gedisa.
- Creswell, J. (2003). *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches*. California, E.U.A.: Sage Publications.
- Cronbach, L. y Shavelson, R. (2004). *My current thoughts on coefficient alpha and successor procedures*. Educational and Psychological Measurement.
- Hair, A. (2005). *Análisis multivariada de datos (5a ed.)*. Porto Alegre: Bookman.
- Harper-Smith, P. y Derry, S. (2012). *fast Track To Success: Administración de proyectos*. México: Trillas.
- Hora, H., Monteiro, G. y Arica, J. (2010). *Confiabilidade em Questionários para Qualidade: Um estudo com o Coeficiente Alfa de Cronbach*. Produto & Produção.
- Landis, J. y Koch, G. (1997). *The measurement of observer agreement for categorical data*. Biometrics.
- Leontitsis, A. y Pagge, J. (2007). *A simulation approach on Cronbach's alpha statistical significance*.
- Likert, R. (1932). *A technique for the measurement of attitudes*. Archives of Psychology.
- Vieira, S. (2009). *Como elaborar questionários*. São Paulo: Atlas.





“Ensayo de tracción según Norma ISO 597-2 para probetas fabricadas con ácido poliláctico mediante técnicas aditivas”

Christian Irving Enrique Rodríguez González ¹, Gonzalo Gonzalez Rey ², Fernando Alejandro Villa Martínez ³, Guadalupe Alejandra Herrera Pérez ⁴

¹ Universidad Tecnológica de Aguascalientes, Aguascalientes, México. crodriguez@utags.edu.mx

² Universidad Tecnológica de Aguascalientes, Aguascalientes, México. gonzalo.gonzalez@utags.edu.mx

³ Universidad Tecnológica de Aguascalientes, Aguascalientes, México. villa@utags.edu.mx

⁴ Universidad Tecnológica de Aguascalientes, Aguascalientes, México. aherrera@utags.edu.mx

Resumen

El ácido poliláctico (PLA) es uno de los polímeros más usados en la tecnología impresión 3D, aplicándose en la industria textil, médica y mecánica, entre otros. El presente trabajo muestra un estudio de ensayo a tracción en probetas fabricadas con material PLA bajo la norma ISO 527-2, (ASTM D638). Como resultado del trabajo se comprueba que existe variación en el esfuerzo de resistencia límite al ser comparado con los valores de resistencia que ofrecen diferentes fichas técnicas del material, y se obtiene el comportamiento esfuerzo deformación del material con impresión en planos perpendiculares en sentido XZ y ZX.

Palabras Clave: Ácido poliláctico (PLA), Norma ISO 527-2, Esfuerzo límite de resistencia.

Abstract

Polylactic acid (PLA) is one of the most used polymers in 3D printing technology, being applied in the textile, medical and mechanical industries, among others. The present work shows a tensile test study in test pieces made with PLA material under ISO 527-2, (ASTM D638). As a result of the work it is verified that there is variation in the strength when is compared with the resistance values offered by different technical sheets of PLA polymer. Moreover, the stress deformation behavior of the material is obtained with printing in perpendicular planes in XZ and ZX direction.

Keywords: Polylactic acid (PLA), ISO 527-2 standard, Ultimate limit stress.

1. Introducción

El ácido poliláctico (PLA) existe comercialmente desde 1990. Ha sido estudiado para el uso de distintas aplicaciones médicas e industriales desde los años 80. (Fukuda, 2004). El PLA es uno de los materiales de mayor uso en los actuales equipos de impresión 3D, por su facilidad de fusionar en temperaturas más bajas que otros materiales como el acrilonitrilo butadieno estireno (ABS) (Herryman Munilla, 2005). El PLA necesita una temperatura de extrusión de entre 190 °C y 200 °C, las impresiones con este polímero sufren menos deformaciones y por lo tanto se pueden obtener detalles muchos más finos en la impresión 3D que con otros plásticos. Por ello se están produciendo elementos mecánicos variados con PLA por las ventajas que ofrece de versatilidad, gasto, costo y facilidad de impresión (Stratasys, Stratasys América Latina, 2018).

En las últimas décadas, CES EduPack ha sido un software que permite a los expertos en materiales y a los desarrolladores de productos, encontrar, explorar y aplicar datos sobre propiedades de materiales. (Granta, 2018). Este hecho ha permitido disponer de los valores de las propiedades mecánicas del PLA, así como también de diferentes fichas técnicas del material.

Considerando la diversidad de resultados reportados de los esfuerzos lí-

mites por resistencia del PLA en este trabajo fueron realizados ensayos de tracción a probetas bajo la norma ISO 527-2, (ASTM D638), para obtener valores experimentales de resistencia mecánica del PLA sometido a tracción cuando se imprime en equipos 3D.

2. Método y selección de material

Del CES EduPack se obtienen las propiedades mecánicas del PLA y de ellas será estudiada el límite de resistencia a tracción. Con este objetivo se elige el nivel tres para desplegar el universo de materiales que cuenta el software y se selecciona el apartado de Polímeros y Elastómeros, donde se dispone de una variedad de tipos de ácido poliláctico. En el estudio fue seleccionado el de propósito general debido a que es el más cercano al utilizado en las máquinas de impresión 3D. Ver Tabla 1.

Tabla 1.- Selección del tipo PLA

MaterialUniverse (11)	
<input type="checkbox"/>	PLA (Polylactide)
<input type="checkbox"/>	PLA (10% glass fiber)
<input type="checkbox"/>	PLA (30% glass fiber)
<input type="checkbox"/>	PLA (flame retarded)
<input type="checkbox"/>	PLA (high impact)
<input type="checkbox"/>	PLA (impact modified)
<input type="checkbox"/>	PLA (30% natural fiber)
<input checked="" type="checkbox"/>	PLA (general purpose)
<input type="checkbox"/>	PLA (10% mineral, impact-modified)
<input type="checkbox"/>	PLA (30% mineral, impact-modified)
<input type="checkbox"/>	TPS (Starch-based thermoplastics)

En la Figura 1, se visualiza el límite elástico como el mayor esfuerzo por resistencia que puede soportar el material PLA. Se obtiene un esfuerzo límite inferior de 55 MPa y como valor máximo 72 MPa.

Mechanical properties

Young's modulus	3.3	- 3.6	GPa
Yield strength (elastic limit)	55	- 72	MPa
Tensile strength	47	- 70	MPa
Elongation	2.5	- 6	% strain
Elongation at yield	2	- 3.5	% strain
Compressive modulus	* 3.3	- 3.6	GPa
Compressive strength	66	- 86.4	MPa
Flexural modulus	3.1	- 3.6	GPa
Flexural strength (modulus of rupture)	83	- 108	MPa
Shear modulus	* 1.2	- 1.29	GPa
Bulk modulus	* 5.7	- 6.3	GPa
Poisson's ratio	* 0.38	- 0.4	
Shape factor	7.2		
Hardness - Vickers	17	- 22	HV
Hardness - Rockwell M	* 50	- 54	
Hardness - Rockwell R	* 32	- 35	
Hardness - Shore D	79	- 83	
Fatigue strength at 10 ⁷ cycles	* 22.2	- 27.7	MPa
Mechanical loss coefficient (tan delta)	* 0.0747	- 0.0793	

Figura 1.- Propiedades mecánicas PLA.

Por otro lado en la Tabla 2, se muestran los valores declarados en las fichas técnicas de diferentes fabricantes de este polímero después de la impresión bajo la norma ISO 527-2, (ASTM D638) (Stratasys, 2018), (PolyMax, 2018), (Innofil, 2017), (Ultimaker, 2016).

	Sentido de impresión	
	XZ	ZX
Fabricante 1	45 MPa	26 MPa
Fabricante 2	ND	28 MPa
Fabricante 3	38 MPa	28 MPa
Fabricante 4	38 MPa	ND

3. Procedimiento de pruebas en base a la norma ISO 527-2 (ASTM D638)

Los ensayos de tensión para materiales plásticos obtenidos por extrusión y moldeo según ISO 527-2, con base en los principios generales brindados en ISO 527-1, son un método de ensayo popular y extremadamente importante. Varias propiedades de materiales pueden determinarse al medir la fuerza necesaria para traccionar una muestra del ensayo hasta llegar a su punto de ruptura. Estos datos hacen posible que tanto

los ingenieros de diseño de productos como los responsables de calidad puedan predecir con exactitud el rendimiento de sus productos en las aplicaciones finales. Esta información es crítica para el desarrollo de nuevos productos que garanticen el cumplimiento de las normas gubernamentales de la industria, mejoren la fabricación y reduzcan los costos de producción. (SAE, 2018).

Para realizar estos ensayos de tracción, se colocan las muestras de ensayo en las mordazas de una máquina de ensayo universal (UTM) y estarán sujetas a una fuerza de tracción controlada hasta que fallen. Las velocidades de ensayo

varían según el tipo de muestra para lograr un grado de deformación elástica longitudinal de 1%/min y se utiliza un extensómetro para medir los valores de elongación. Los datos resultantes del ensayo de tensión se utilizan para informar las propiedades del material, tales como, esfuerzos, deformación, módulo de elasticidad longitudinal y coeficiente de Poisson. Para la mayoría de los materiales, los resultados del ensayo según las dos normas serán similares. En el caso de los materiales plásticos que tienen poca o nada de región lineal, la variación entre ASTM e ISO puede ser importante (MTS, 2016).

Para el ensayo destructivo se fabricaron 8 probetas de PLA, 4 de ellas en sentido de impresión XZ y las otras 4 en impresión ZX, en la Tabla 3, se muestran los valores aplicados para su elaboración en base a la norma ISO 527-2 (ASTM D638). La Figura 2 muestra el diseño de la probeta de ensayo.

Descripción	Unidades
Temperatura de impresión	210 °C
Velocidad de extrusión	40 mm/s
Longitud total de probeta	150 mm
Espesor	4 mm
Ancho de soporte para mordaza	20 mm
Longitud para punto de ruptura	80 mm
Ancho para punto de ruptura	10 mm
Radio	25 mm

Tabla 3- Especificación de la probeta en PLA

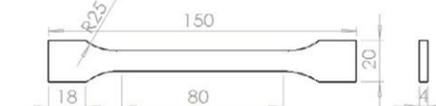


Figura 2.- Dibujo de probeta PLA

Antes del ensayo, fueron diseñadas las probetas con base a los valores de la Tabla 3 con el apoyo de un software de diseño para su posterior fabricación.

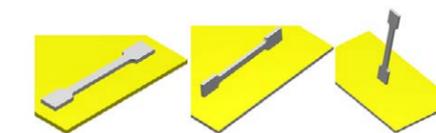
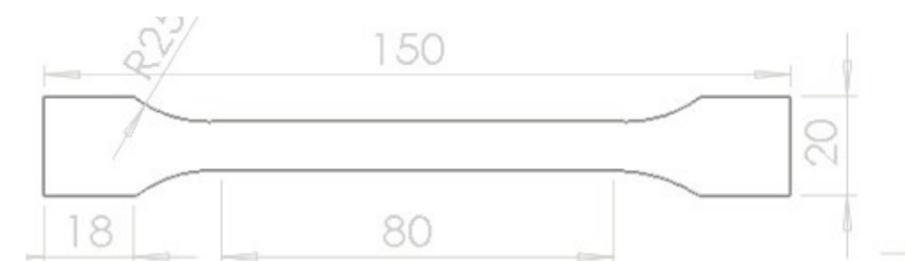


Figura 3.- Probeta en forma de halterio PLA

Las pruebas de tracción fueron realizadas en una máquina universal Shimadzu modelo AG-10TG con capacidad de 20 Tn (200 KN), con una velocidad de avance de 10 mm/min y mordazas de sujeción planas N° 0. (Shimadzu, 2018). Ver Figura 4.



Figura 4.- Máquina universal Shimadzu con probetas.



4. Resultados y análisis

Fueron realizadas las pruebas en las probetas con sentido de impresión XZ, en correspondencia con la norma ISO 527-2 (ASTM D638). En las Figuras 5 y 6 se observa la carga máxima soportada por la probeta antes de romper según se observa la Figura 7.



Figura 5.- Cargas soportadas en probetas 1-2



Figura 6.- Cargas soportadas en probetas 3-4



Figura 7.- Ruptura de probetas 1-4

En las Figuras 8 y 9 muestran los diagramas de fuerza y esfuerzo de tracción para cada probeta ensayada hasta rotura.

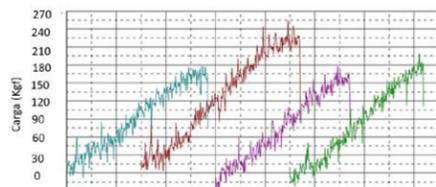


Figura 8.- Comportamiento de la fuerza de tracción hasta la rotura de las probetas ensayadas XZ

CRITERIOS DE RECHAZO DE MEDICIONES				
Sentido de impresión	XZ	unidad	ZX	unidad
Probeta 1	177	Kgf	218	Kgf
Probeta 2	254	Kgf	200	Kgf
Probeta 3	178	Kgf	146	Kgf
Probeta 4	199	Kgf	172	Kgf
Número de muestra n =	4		4	
Media X =	202	Kgf	184	Kgf
$\sum (x - \bar{x})^2$	3914		3000	
Desviación estándar (típica s) = s	36.12		31.62	
Criterio de Chauvenet				
(Para n = 4) Para $X+1.54*S$ =	257.63	Kgf	232.70	Kgf
(Para n = 4) Para $X-1.54*S$ =	146.37	Kgf	135.30	Kgf

Tabla 4.- Criterio de Chauvenet

Con los valores obtenidos en la impresión en sentido XZ revelan que el 50 % de las pruebas soporta cargas desde 177 hasta 188.5 Kg y el resto de 188.5 hasta 254 Kg, teniendo un promedio de carga soportada de 200 ± 36.1 Kg, es decir el 68 % de las pruebas toleran cargas de 165.9 a 238.1 Kg.

A su vez, el 50 % las probetas impresas en sentido ZX resisten cargas desde 146 hasta 186 Kg, el resto tolera fuerzas límite hasta 218 Kg, obteniendo una media de carga soportada de 186 ± 31.6 Kg. De igual manera el 68 % de los ensayos soportan cargas de 152 a 215 Kg.

Debido a que la muestra obtenida de los ensayos es pequeña no puede ser considerada una muestra poblacional con distribución normal. Por tal motivo, se requiere precisar un intervalo de confianza para la media muestral que coincida con la media poblacional con distribución normal.

v	t_{50}	t_{90}	t_{95}	t_{99}
1	1.000	6.314	12.706	63.657
2	0.816	2.920	4.303	9.925
3	0.765	2.353	3.182	5.841
4	0.741	2.132	2.770	4.604
5	0.727	2.015	2.571	4.032
6	0.718	1.943	2.447	3.707
7	0.711	1.895	2.365	3.499
8	0.706	1.860	2.306	3.355
9	0.703	1.833	2.262	3.250
10	0.700	1.812	2.228	3.169
11	0.697	1.796	2.201	3.106

Tabla 5.- Distribución t de Student

En análisis estadístico es aceptada la distribución t (de Student) para estimar la media de una población normalmente distribuida cuando el tamaño de la muestra es pequeño. Ver Tabla 5. En el análisis realizado a las probetas valoradas para estimar el esfuerzo de tracción límite, fue aplicado la distribución t (de Student) para obtener el intervalo de confianza de la media poblacional con la muestra de 4 probetas para cada estudio.

Distribución t de Student				
Sentido de impresión	XZ	unidad	ZX	unidad
Probeta 1	177	Kgf	218	Kgf
Probeta 2	254	Kgf	200	Kgf
Probeta 3	178	Kgf	146	Kgf
Probeta 4	199	Kgf	172	Kgf
N =	4		4	
Media X =	202		184	
$\sum (x - \bar{x})^2$	3914		3000	
Desviación estándar (típica s) = s	36.12		31.623	
Estadístico t Student t_{α}	2.77		2.77	
$X+t*S(n)^{0.5}$ =	259.47	Kgf	234.31	Kgf
$X-t*S(n)^{0.5}$ =	144.53	Kgf	133.69	Kgf

Tabla 6.- Resultados de distribución t de Student

Considerando los límites inferiores y superiores de la fuerza máxima fueron calculados los esfuerzos de ruptura por tracción, tomando en cuenta el área resistiva de las probetas impresas.

$$\sigma_{T_{max}} = \frac{F_{T_{max}}}{A_p} = \frac{(259.47 \text{ Kg}) (9.81 \frac{\text{Kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2})}{40 \text{ mm}^2} = 63.43 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{T_{min}} = \frac{F_{T_{min}}}{A_p} = \frac{(144.53 \text{ Kg}) (9.81 \frac{\text{Kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2})}{40 \text{ mm}^2} = 35.44 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{T_{max}} = \frac{F_{T_{max}}}{A_p} = \frac{(234.31 \text{ Kg}) (9.81 \frac{\text{Kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2})}{40 \text{ mm}^2} = 57.46 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{T_{min}} = \frac{F_{T_{min}}}{A_p} = \frac{(133.69 \text{ Kg}) (9.81 \frac{\text{Kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2})}{40 \text{ mm}^2} = 32.78 \text{ MPa}$$

Los resultados obtenidos en los ensayos correlacionados con los esfuerzos límites que proporciona la literatura especializada (Innofil, 2017) (PolyMax, 2018) (Stratasys, Stratasys América Latina, 2018) (Ultimaker, 2016) permite afirmar la dependencia del esfuerzo límite de tracción del ácido poliláctico de la temperatura y velocidad de extrusión. Las Figuras 15 y 16 muestran el comportamiento del límite de tracción de las probetas impresas en sentido XZ y ZX en función de la temperatura de deposición de material PLA. Un comportamiento semejante fue observado para la velocidad de extrusión.

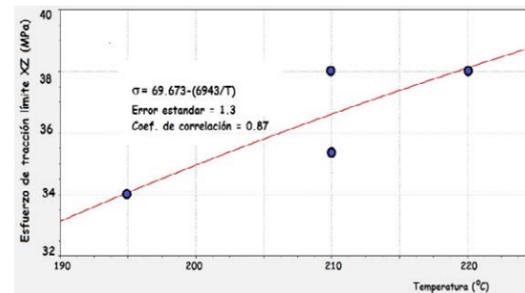


Figura 15.- Comportamiento del esfuerzo de tracción hasta la rotura de las probetas ensayadas XZ

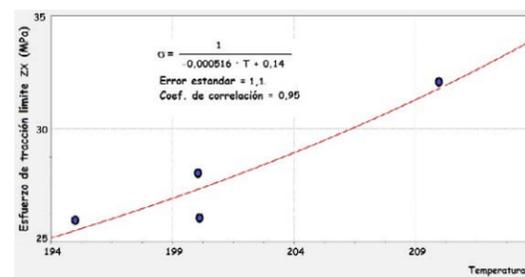


Figura 16.- Comportamiento del esfuerzo de tracción hasta la rotura de las probetas ensayadas ZX

5. Conclusiones

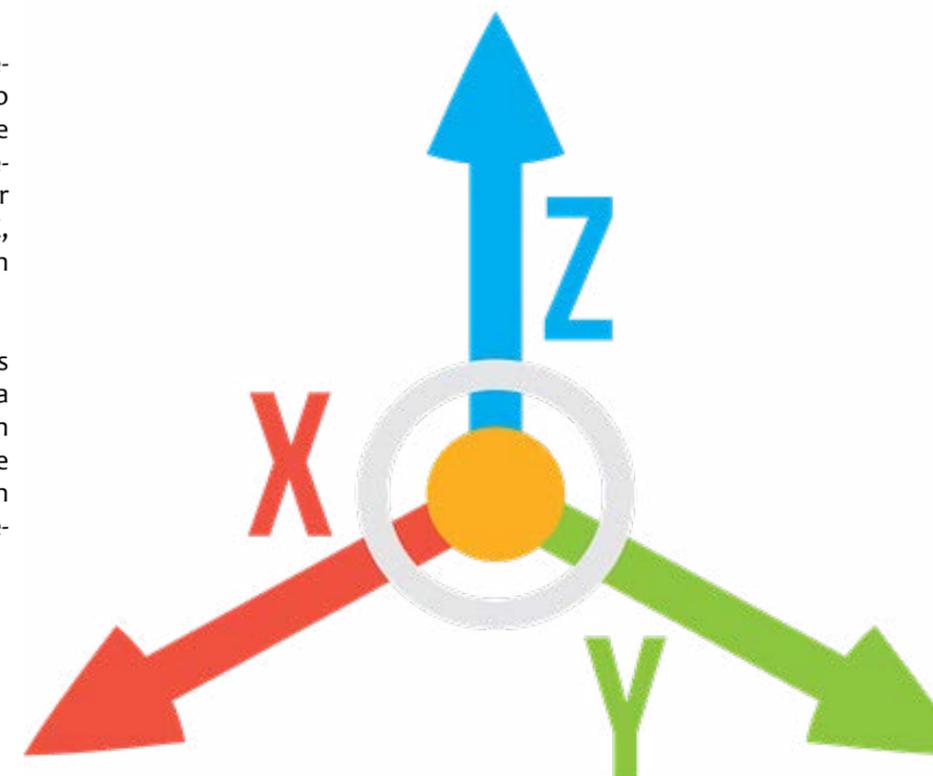
Fueron realizados ensayos de tracción a 8 probetas PLA considerando la norma ISO 527-2, (ASTM D638). Los valores de esfuerzo límite reportados muestran un límite inferior de 35.44 MPa y un límite superior de 63.43 MPa en sentido de impresión XZ, de igual manera se obtiene los resultados en ZX que van desde 32.78 a 57.46 MPa.

Estos resultados tienen un promedio de diferencia con los reportados en la Tabla 2 siendo estos 26 % y 29 % y 37 % y 49 % en sentido de impresión XZ y ZX respectivamente, esto debido a la diferencia de temperatura usada por cada fabricante que oscila entre 190 y 230 °C, así como velocidad de impresión teniendo un rango de operación de 40 a 80 mm/s.

Esto evidencia que la diferencia de esfuerzos límite reportados en la literatura especializada son considerables, por lo que se aconseja en casos de requerir precisión para diseños que contemplen cálculos de resistencia deberán obtenerse los esfuerzos límites del PLA mediante ensayos propios,

6. Referencias

- Fukuda, D. a. (2004). Biodegradable plastics and polymer. Elsevier, 627.
- Granta. (2018, 05 16). GRANTA material intelligence. Retrieved from <https://www.grantadesign.com/es/products/ces/>
- Groover, M. P. (1997). Fundamentos de manufactura moderna. México: Prentice Hall.
- Herryman Munilla, M. (2005). Ácido láctico y poliláctico: Situación actual y tendencias. Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar, 49-59.
- Innofil, 3. (2017, 07 10). Emmen, Países Bajos.
- Kenny, S., & Pegg, N. (2012). Finite element investigations on the dynamic plastic buckling of a slender beam subject to axial impact. International Journal of Impact Engineering, 179-195.
- MTS, S. d. (2016). Método de ensayo nota técnica Materiales Plásticos. MTS Sistemas do Brasil Ltda.
- PolyMax. (2018, 05 20). Technical Data Sheet. New York, Estados Unidos de Norteamérica.
- SAE, I. O. (2018, 05 19). International Organization for Standardization. Retrieved from <https://www.iso.org/home.html>
- Shimadzu. (2018, 05 22). Retrieved from Shimadzu: <https://www.shimadzu.com/an/test/universal/index.html>
- Standar, A. (1996). Aaual Book of Standars. Philadelphia.
- Stratasys. (2018, 05 20). Eden Prairie, Minessota, Estados Unidos de Norteamérica.
- Stratasys. (2018, 05 16). Stratasys América Latina. Retrieved from <http://www.stratasys.com/mx>
- Systemes, D. (2017, 05 10). Solidworks.com. Retrieved from SolidWorks: <https://www.solidworks.es/>
- Ultimaker. (2016, 10 19). Technical data sheet PLA. Estados Unidos de Norteamérica.



Estudio de la absorción y densidad del Travertino tipo Puebla de la localidad de Moralillo, Tepexi de Rodríguez, Puebla, México

Adolfo Manuel Morales Tassinari¹, Tomás Flores Cid², María Esperanza Velasco Ordóñez³

^{1,3}Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez.

²Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez.

¹tassinari.adolfo1973@gmail.com

²thomasflorescid@gmail.com

³maevo12@gmail.com

ABSTRACT.- This study has the purpose to determine the percentage of absorption and density in the travertine type Puebla from the quarry located in the town of Moralillo, Tepexi de Rodríguez, Puebla México. For the absorption and density tests, the ASTM C97/C97M-15 standard procedure was applied using 24 cubic specimens with a dimension of 50±0.5 mm on each face. The test consisted in the drying of the specimen at 60±2 °C for 48 hours, saturation in distilled water at an average room temperature of 22±2 °C for 48 hours and suspension in distilled water at an average room temperature of 22±2 °C. The results obtained in this study are that the travertine type Puebla extracted from the quarry has an absorption percentage of 1.58 % and a density of 2547 kg/m³. According to the results obtained, the travertine type Puebla from the town of Moralillo, Tepexi de Rodríguez, Puebla, Mexico, meets the specifications of the ASTM C1527/C1527M-11 standard; therefore, this material is recommended for indoor and outdoor use.

RESUMEN.- El presente estudio tiene como propósito determinar el porcentaje de absorción y la densidad en el travertino tipo Puebla procedente de la cantera ubicada en la localidad de Moralillo, Tepexi de Rodríguez, Puebla México. Para las pruebas de absorción y densidad se aplicó el procedimiento de la norma ASTM C97/C97M-15 utilizando 24 probetas cúbicas con dimensión de las 50±0.5 mm

en cada cara. La prueba consistió en el secado de las probetas a 60±2 °C durante 48 horas, saturación en agua destilada a temperatura ambiente promedio de 22±2 °C durante 48 horas y suspensión en agua destilada a temperatura ambiente promedio de 22±2 °C. Los resultados obtenidos en este estudio son que el travertino tipo Puebla extraído de la cantera tiene un porcentaje de absorción del 1.58 % y una densidad de 2547 kg/m³. De acuerdo con los resultados obtenidos, el travertino tipo Puebla de la localidad de Moralillo, Tepexi de Rodríguez, Puebla, México, cumple con las especificaciones de la norma ASTM C1527/C1527M-11; por lo que, este material es recomendado para usos tanto en interiores como en exteriores.

I. INTRODUCCIÓN

Las piedras son agregados naturales duros y compactos de partículas minerales con fuertes uniones cohesivas permanentes, que habitualmente se consideran un sistema continuo; por lo que, la proporción de diferentes minerales, la estructura granular, la textura y el origen de la roca sirven para su clasificación geológica [1]. En este sentido, el travertino es una roca de calcita parcialmente cristalina porosa o celularmente estratificada de origen químico, formada por la precipitación de calcita en soluciones de agua calientes o tibias en el fondo de estanques poco profundos [2]. Además, el travertino

es valioso en la industria de la piedra dimensional debido a su llamativo carácter textural muy poroso con una paleta diversa de tonos claros y suaves tonos tierra [3].

En la localidad de Moralillo, Tepexi de Rodríguez, Puebla, México, existe una cantera de travertino tipo Puebla, que es una roca de color blanca con vetas oscuras, que se utiliza para piso en interiores y/o exteriores en áreas de tránsito pesado, comercial o habitacional, en muros interiores o exteriores, cubiertas de baño, muebles de baño, peldaños de escaleras, etc. En la Fig. 1, se muestra una fotografía de la cantera de travertino tipo Puebla:

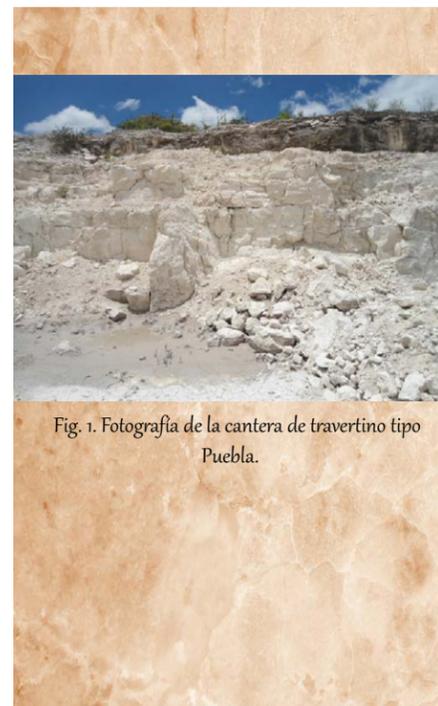


Fig. 1. Fotografía de la cantera de travertino tipo Puebla.

Una vez que el travertino tipo Puebla es extraído de la cantera, es transportado a la planta de procesamiento para su proceso de transformación donde se termina en diferentes formas, tamaños y acabados. En la Fig. 2, se muestra una fotografía de la superficie del travertino tipo Puebla:



Fig. 2. Fotografía de la superficie del travertino tipo Puebla.

La calidad de una piedra para su utilización depende de sus características intrínsecas, condiciones ambientales y de su posición relativa tras su puesta en obra; por lo tanto, la obtención de sus propiedades es la herramienta que permite tener datos objetivos para evaluar su idoneidad de uso [4]. En este sentido, las propiedades físicas de las rocas derivan de las características puramente petrográficas; de los minerales que las forman, de su tamaño y morfología; del volumen de poros, de su forma y de la naturaleza de los fluidos que rellenan estos poros [5].

Entre las propiedades físicas importantes en las rocas destacan: la absorción que es la capacidad de una roca de llenar sus poros con agua, y la densidad que es la cantidad de masa por unidad de volumen [6]. Para determinar la absorción se realiza el ensayo de inmersión total, en el cual la filtración de agua se produce por succión y bajo la presión de la columna de agua; de esta forma, el frente húmedo avanza desde la superficie lateral hacia el núcleo interior [7]. Mientras que para determinar la densidad se realiza el ensayo de pesada hidrostática, el cual está basado en el principio de Arquímedes y para que el resultado del ensayo sea correcto debe garantizarse una buena saturación de las muestras [8].

Existen diversas investigaciones sobre las propiedades de absorción y densidad en diversos tipos de rocas en diversos países, por ejemplo en la comarca de Macael, Almería, España, el mármol tipo Blanco Macael Rio tiene una absorción de 0.04 % y una densidad de 2.72 g/cm³ [9]. También, en la ciudad de Odukpani en el Calabar Flank, sudeste de Nigeria la dolorita intrusiva tiene un porcentaje de absorción de 0.38 % y una densidad de 3 g/cm³ [10]. Además, en Estância Túnel, Isla Grande de Tierra de Fuego, la hornblendita tiene un porcentaje de absorción de 0.46 % y una densidad de 3.23 g/cm³ [11].

En México también se han realizado investigaciones sobre estas propiedades físicas, tal es el caso en el estado de Yucatán la piedra caliza tiene un porcentaje de absorción de 7.11 % y una densidad de 2.11 g/cm³ [12]. También, en la Ciudad de Morelia, Michoacán, la roca del cerro El Colegio tiene un porcentaje de absorción de 0.88 % y una densidad de 2.62 g/cm³ [1]. Además, en la Ciudad de San Juan Ixcaquixtla, Puebla, el travertino tipo Dorado Tepexi tiene un porcentaje de absorción de 0.91 % y una densidad de 2624 kg/m³ [13].

Además, existen estudios en el Municipio de Tepexi de Rodríguez, Puebla, México, donde el travertino tipo Puebla ubicado en la localidad de El Ejido tiene un porcentaje de absorción de 0.84 % y una densidad de 2604 kg/m³ [14]; mientras que, el mármol tipo Café Tabaco ubicado en la localidad de Agua de la Luna tiene un porcentaje de absorción de 0.34 % y una densidad de 2773 kg/m³ [15].

El presente estudio tiene como finalidad determinar el porcentaje de absorción y la densidad del travertino tipo Puebla, que se extrae de la cantera ubicada en la localidad de Moralillo, Tepexi de Rodríguez, Puebla, México, aplicando el procedimiento de la norma ASTM C97/C97M-15 Standard Test Methods for Absorp-

tion and Bulk Specific Gravity of Dimension Stone. Este estudio, es importante debido a que el travertino tipo Puebla para considerarse como material de exportación debe cumplir con los parámetros establecidos por la norma ASTM C1527/C1527M-11 Standard Specification for Travertine Dimension Stone los cuales son: 2.5 % de absorción máxima y 2300 kg/m³ de densidad mínima [16].

De acuerdo con la ASTM C97/C97M-15 para la obtención del porcentaje de absorción, las probetas deben secarse a una temperatura de 60±2 °C durante 48 horas para obtener su peso seco (A), y después, se saturan con agua destilada a temperatura de 22±2 °C durante 48 horas para obtener su peso saturado (B) [17]; por lo que el porcentaje de absorción (AA) se obtiene mediante la ecuación (1):

$$A_A = \frac{B - A}{A} \times 100\% \dots\dots\dots(\text{Ec. 1})$$

Ahora bien, la misma norma menciona que para la obtención de la densidad, después de obtener el peso saturado se obtenga el peso suspendido (C) mediante el método de pesada hidrostática como se muestra en la Fig. 3:

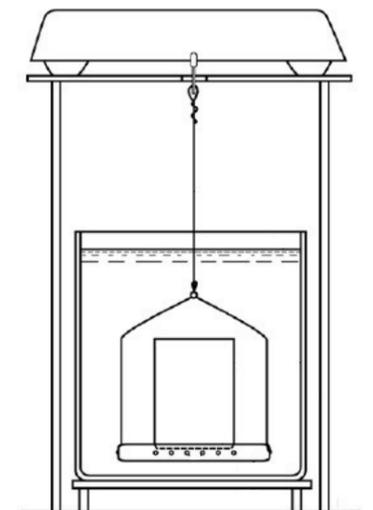


Fig. 3. Imagen de la pesada hidrostática de las probetas [16]

Por lo tanto, la densidad (ρ) se obtiene mediante la ecuación (2) [16]:

$$\rho = \frac{A}{B-C} \times 1000 \dots\dots\dots(\text{Ec. 2})$$

II. DESARROLLO DE CONTENIDOS

Las pruebas de absorción y densidad realizadas al travertino tipo Puebla de la cantera ubicada en la localidad de Moralillo, Tepexi de Rodríguez, Puebla, México, se realizaron en el Laboratorio de Pruebas de Materiales ubicado en el Centro de Competitividad y Tecnología para la Industria del Mármol perteneciente al Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez en la Ciudad de Tepexi de Rodríguez, Puebla, México.

Además, para las pruebas de absorción y densidad se utilizaron los siguientes equipos y materiales: pulidora marca MTI KJ GRUOP modelo UNIPOL-820, vernier analógico marca MITUTOYO, horno de secado marca MEMMERT modelo UP500, báscula digital marca METTLER TOLEDO modelo PB3002-S DeltaRange®, dos contenedores de plástico duro con capacidad de 16 litros, termómetro digital marca MATEST®, 20 litros de agua destilada marca HERCOTEC, lijas con tamaño de grano 240 y 400, y 24 probetas cúbicas con dimensión 50 ± 0.5 mm. De la Fig. 4a) a la Fig. 4h), se muestran las fotografías de los equipos y materiales utilizados:



Fig. 4. a) Pulidora marca MTI; b) Vernier analógico marca MITUTOYO; c) Horno de secado marca MEMMERT; d) Báscula digital marca METTLER TOLEDO; e) Contenedor de plástico duro de 16 litros; f) Termómetro digital marca MATEST®; g) Agua destilada marca HERCOTEC; h) Lijas con tamaño de grano 400.

A. Preparación de las Probetas

La empresa Industrias de Travertino S.A., procesó las probetas para las pruebas de absorción y densidad; por lo que, se seleccionaron 24 probetas de acuerdo al color característico y que cada cara tuviera una dimensión de 50 ± 0.5 mm. Las 24 probetas seleccionadas fueron lijadas y pulidas con una pulidora; esto se realizó, para eliminar el exceso de rugosidad superficial proveniente del proceso de corte. En la Fig. 5, se muestra una fotografía del proceso de lijado y pulido de una probeta:



Fig. 5. Fotografía de lijado y pulido de las probetas.

Después del lijado y pulido, se procedió a verificar que las 24 probetas tuvieran una dimensión de 50 ± 0.5 mm en cada una de sus caras; esto se realizó, para dar cumplimiento del tamaño de probeta recomendado por la norma ASTM C97/C97M-15.

Finalmente, a las 24 probetas se le asignó un número para identificarlas durante las pruebas de absorción y densidad; por lo que, se les asignaron la numeración de la PA01 a la PA24. En la Fig. 6, se muestra una fotografía de las 24 probetas preparadas y numeradas:



Fig. 6. Fotografía de las 24 probetas preparadas y numeradas.

B. Obtención del Peso Seco de las Probetas

Para el secado inicial de las probetas, se precalentó el horno a una temperatura de 60°C ; después se introdujeron las 24 probetas dentro del horno a una temperatura de $60 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 48 horas; en la Fig. 7, se muestra la fotografía del secado de las probetas:



Fig. 7. Fotografía del secado de las 24 probetas.

Para garantizar que las 24 probetas estuvieran secas, se pesaron con una báscula digital en la hora 46, 47 y 48; por lo tanto, como en estas tres horas consecutivas las 24 probetas no tuvieron cambio en su peso, se consideró que en la hora 48 las 24 probetas estaban totalmente secas. En la Figura 8, se muestra una fotografía del peso seco de la probeta PA01:



Fig. 8. Fotografía del peso seco de la probeta PA01

Cabe mencionar que, las 24 probetas fueron pesadas a una temperatura ambiental de $22 \pm 2^\circ\text{C}$.

C. Obtención del Peso Saturado de las Probetas

Después de obtener el peso seco de las 24 probetas, se sumergieron en agua destilada a temperatura ambiente promedio de $22 \pm 2^\circ\text{C}$ durante 48 horas para que se saturaran; en la Fig. 9, se muestra la fotografía de la saturación de las 24 probetas:



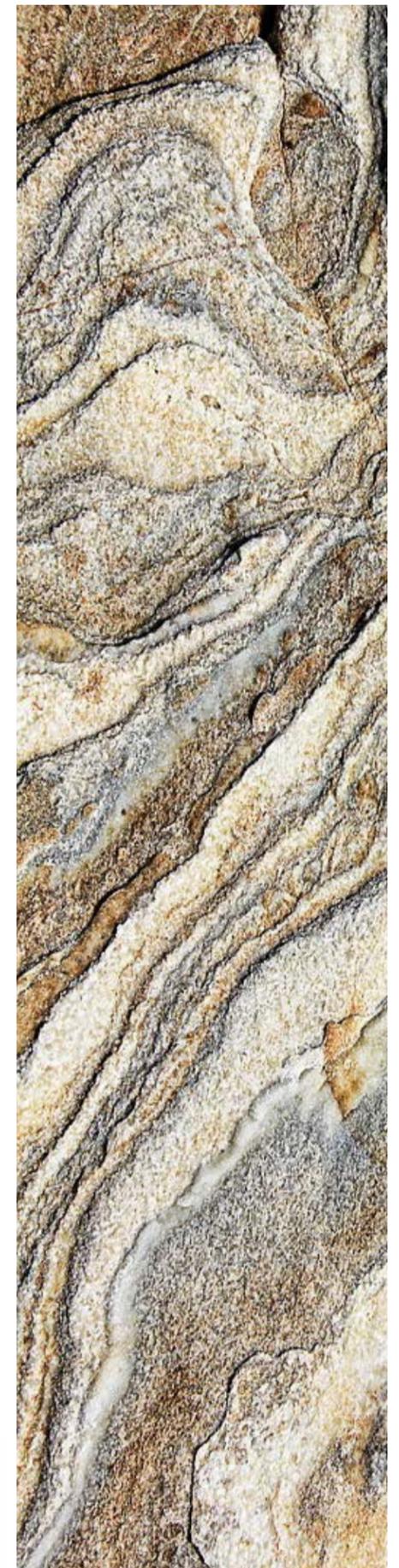
Fig. 9. Fotografía de las 24 probetas inmersas en agua destilada.

Para garantizar que los 24 especímenes estuvieran saturados, se pesaron con una báscula digital en la hora 46, 47 y 48; por lo tanto, como en estas tres horas consecutivas las 24 probetas no tuvieron cambio en su peso, se consideró que en la hora 48 las 24 muestras estaban totalmente saturadas. En la Figura 10, se muestra la fotografía del peso saturado de la probeta PA01:



Fig. 10. Fotografía del peso saturado de la probeta PA01

Cabe mencionar que, las 24 probetas fueron pesadas a una temperatura ambiental de $22 \pm 2^\circ\text{C}$.



D. Obtención del Peso Suspendido de las Probetas.

Para la obtención del peso suspendido, las probetas saturadas se colocaron en una canastilla previamente conectada a la báscula digital; en la Fig. 11, se muestra la fotografía del peso suspendido de la probeta PA01:



Fig. 11. Fotografía del peso suspendido de la probeta PA01

Cabe mencionar que, las 24 probetas fueron pesadas a una temperatura ambiental de 22 ± 2 °C.

III. RESULTADOS

De acuerdo con la norma ASTM C97/C97M-15, a partir del peso seco (A) y del peso saturado (B) se obtiene el porcentaje de absorción (AA) de cada probeta individual aplicando la Ecuación 1 [17]:

$$A_a = \frac{B - A}{A} \times 100\% \dots\dots\dots(\text{Ec. 1})$$

Además, la misma norma menciona que a partir del peso seco (A), del peso saturado (B) y del peso suspendido (C) se obtiene la densidad (ρ) de cada probeta individual aplicando la Ecuación 2 [17]:

$$\rho = \frac{A}{B - C} \times 1000 \dots\dots\dots(\text{Ec. 2})$$

En la Tabla I, se muestran los resultados del porcentaje de absorción y la densidad del travertino tipo Puebla:

Tabla I.
Resultados del porcentaje de absorción y la densidad

Número de Probeta	Peso Seco A (g)	Peso Saturado B (g)	Peso Suspendido C (g)	Porcentaje de Absorción A_a (%)	Densidad ρ (kg/m ³)
PA01	325.87	328.34	203.18	0.76	2604
PA02	311.32	318.96	193.32	2.45	2478
PA03	322.80	326.56	201.33	1.16	2578
PA04	328.14	330.79	205.48	0.81	2619
PA05	327.69	329.24	205.24	0.47	2643
PA06	307.48	315.70	191.05	2.67	2467
PA07	328.61	330.39	205.89	0.54	2639
PA08	317.37	322.96	197.50	1.76	2530
PA09	317.77	324.10	197.82	1.99	2516
PA10	319.93	323.39	199.07	1.08	2573
PA11	312.40	319.59	194.31	2.30	2494
PA12	324.15	327.23	202.39	0.95	2597
PA13	314.72	320.59	196.52	1.87	2537
PA14	310.51	318.51	193.09	2.58	2476
PA15	316.53	321.42	197.78	1.54	2560
PA16	326.38	328.50	203.96	0.65	2621
PA17	314.26	320.62	195.28	2.02	2507
PA18	313.09	320.15	194.82	2.25	2498
PA19	312.69	319.61	194.55	2.21	2500
PA20	313.72	318.80	194.48	1.62	2523
PA21	331.15	332.12	207.57	0.29	2659
PA22	315.47	320.01	195.00	1.44	2524
PA23	311.14	318.05	193.22	2.22	2493
PA24	310.38	317.58	192.73	2.32	2486
Promedio				1.58	2547
Desviación Estándar				0.74	60

En la Tabla I se observa que, el travertino tipo Puebla de la cantera estudiada tiene un porcentaje de absorción del 1.58 % con una desviación estándar del 0.74 %; mientras que, su densidad es de 2547 kg/m³ con una desviación estándar de 60 kg/m³. En la Fig. 12, se muestra el diagrama de caja-bigote del porcentaje de absorción; mientras que en la Fig. 13, se muestra el diagrama de caja-bigote de la densidad:

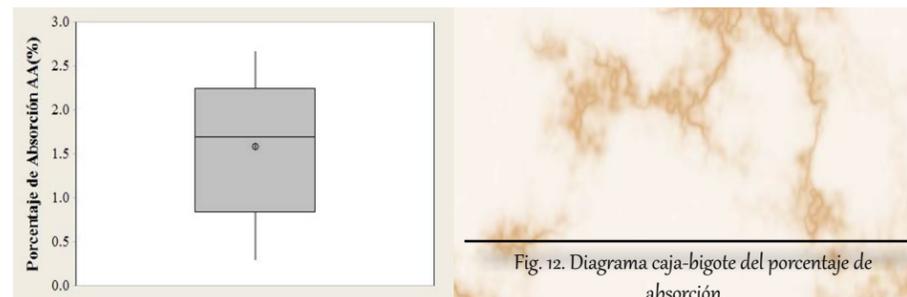


Fig. 12. Diagrama caja-bigote del porcentaje de absorción.

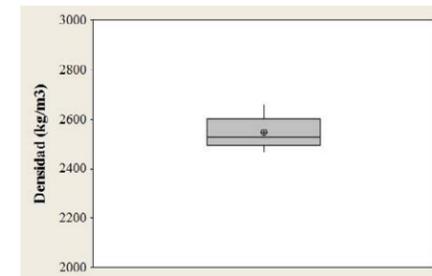


Fig. 13. Diagrama caja-bigote de la densidad

Es importante mencionar que, la norma ASTM C1527/C1527M-11 Standard Specification for Travertine Dimension Stone cubre las características, requisitos físicos y muestreo apropiados para la selección del travertino para fines generales de construcción y estructurales [16]. Por lo que, en la Tabla II, se muestra la comparación de los resultados obtenidos en las pruebas de absorción y densidad con respecto a los establecidos por la norma ASTM C1527/C1527M-11:

Tabla II. Comparación de resultados		
Propiedad	Parámetros establecidos por la norma ASTM C1527/C1527M-11	Resultados obtenidos en las pruebas
Absorción (%)	2.5 (máximo)	1.58
Densidad (kg/m ³)	2300 (mínimo)	2547

Como se muestra en la Tabla II, el porcentaje de absorción obtenido de 1.58 % está por debajo del valor máximo de 2.5 %; mientras que, la densidad obtenida de 2547 kg/m³ está por arriba del valor mínimo de 2300 kg/m³. Por lo tanto, el travertino tipo Puebla cumple satisfactoriamente con las especificaciones de la norma ASTM C1527/C1527M-11.

IV. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en las pruebas de absorción y densidad, se concluye que el travertino tipo Puebla de la cantera localizada en Moralillo, Tepexi de Rodríguez, Puebla, México, tiene un porcentaje de absorción del 1.58 % y

una densidad de 2547 kg/m³. Además, con base en las especificaciones de la norma ASTM C1527/C1527M-11, este material cumple con las especificaciones dadas por esta norma; por lo tanto, este material se recomienda para fines de exportación en usos de pisos para baño, lavabos, mesas, peldaños de escaleras y revestimientos tanto en interiores como en exteriores.

Aunque el porcentaje de absorción obtenido no rebasa el valor máximo de la norma ASTM C1527/C1527M-11, es recomendable utilizar hidrofugantes, que son productos que una vez aplicados sobre la superficie de la roca impiden la entrada de agua líquida en los poros de la roca, permitiendo la transpiración de la roca en forma de vapor de agua [18]. Así, con este tipo de protección se mitigan posibles problemas estéticos futuros; por lo que, el material puede mantener su brillo y coloración por más tiempo, permitiendo con esto una durabilidad por un mayor tiempo.

RECONOCIMIENTOS

Los autores agradecen a la empresa Industrias del Travertino S.A., por las facilidades brindadas para la recolección de las muestras; además por haber procesado las probetas. De igual manera, agradecen al Instituto Tecnológico Superior de Tepexi de Rodríguez por prestar sus instalaciones y equipos para la realización de las pruebas de absorción y densidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] M. Navarrete, W. Martínez, E. Alonso, C. Lara, A. Bedolla, H. Chávez, D. Delgado y J. Arteaga. "Caracterización de propiedades físico-mecánicas de rocas ígneas utilizadas en obras de infraestructura". ALCONPAT. vol. 3, no. 2, pp. 113-114, 2013.
 [2] Standard terminology relating to dimension stone, ASTM Standard C19-16, 2016.
 [3] Dimension Stone Design Manual Version VIII: Travertine. USA: Marble Institute of America, 2016.
 [4] O. Buj y J. Gisbert. "Caracterización tecnológica y adecuación de uso de dos litoarenitas explotadas en el pirineo aragonés (España)", en Memorias del Global Stone Congress, 2010.
 [5] D. Benavente, A. Bernabéu y J. Cañaveras, "Estudio de propiedades físicas de las rocas", Enseñanzas de las Ciencias de la Tierra, vol. 12, no. 1, pp. 62-68, 2004.

[6] R. Sastre y F. Muñoz. Propiedad de los Materiales y Elementos de Construcción. España: Universitat Politècnica de Catalunya, 2010.

[7] C. Vielba y F. Hernández. "Ensayos de caracterización del comportamiento frente al agua de la piedra natural", Materiales de Construcción, vol. 52, no. 267, pp. 43-54, 2002.

[8] F. Alonso, Durabilidad de materiales rocosos. Oviedo, España: Universidad de Oviedo, 2013.

[9] R. Navarro, A. Cruz, L. Arriaga y J. Baltuille. "Caracterización de los principales tipos de mármol extraídos en la comarca de Macael (Almería, sureste de España) y su importancia a lo largo de la historia", Boletín Geológico y Minero, vol. 128, no. 2, pp. 345-361, 2017.

[10] M. Oden y E. Udinmwen. "Physical and mechanical properties of Odukpiani dolerites, southeastern Nigeria", Int. Journal of Applied Sciences and Engineering Research, vol. 3, no 5, pp. 1005-1011, 2014.

[11] R. Acevedo y M. González-Guillot. "Primeros ensayos petrográficos sobre la roca dimensional de Tierra de Fuego", Revista de la Asociación Geológica Argentina, vol. 68, no. pp. 233-245, 2011.

[12] L. Alonso y L. Espinosa. "Estudio de las propiedades de la roca caliza de Yucatán", Ingeniería, vol. 7, no. 1, pp. 27-36, 2003.

[13] A. Morales, S. Flores y J. Hernández, "Determinación de las propiedades de absorción y densidad de la roca caliza travertino tipo dorado tepexi", Ingeniantes, vol. 1, no. 1, pp. 08-14, 2015.

[14] A. M. Morales Tassinari. "Determinación de las propiedades de absorción de agua, gravedad específica, densidad y resistencia a la compresión del mármol travertino", Tesis de Maestría, Instituto Tecnológico de Veracruz, Veracruz, Veracruz, México, 2015.

[15] A. Morales, M. Velasco, P. Cruz y C. Chametla. "Estudio de absorción y densidad en el mármol tipo Café Tabaco procedente de Agua de Luna, Tepexi de Rodríguez, Puebla, México", en Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals CICS Tuxpan 2017, vol. 9, no. 4, pp. 1366-1371, 2017.

[16] Standard Specification for Travertine Dimension Stone, ASTM Standard C1527/C1527M-11, 2011.

[17] Standard Test Methods for Absorption and Bulk Specific Gravity of Dimension Stone, ASTM Standard C97/C97-15, 2015.

[18] I. De Rosario y J. Feijoo, Alteración de las rocas y otros materiales de construcción en los monumentos: Técnicas de Conservación. Vigo, España: Servicio de Publicaciones da Universidade de Vigo, 2016.

Análisis de capacidades de un modelo de gestión de innovación en una pequeña empresa del sector de Tecnología de la Información y Comunicación, en Querétaro, México.

Vázquez_Vargas Martín, Ocampo_Delgado Tomas,
 Universidad Autónoma del estado de Morelos
 Querétaro, México
 Martin_vaz@hotmail.com
 ecdpandcv@hotmail.com

Abstract— An analysis of the capabilities of an innovation management model for a small company that belongs to the ICT services sector (information and communication technology) aims to show how a company of this size without having the economic resources, technological and human, can carry out such management and divide the functions that should be part of a single department in several departments to increase their competitiveness, this analysis is formulated from the theory of organizations and is done by: a study of their management of quality, an internal review, a survey, demonstrating that innovation management does not only belong to a specific area or to a person but the whole company must be involved to be successful.

Keywords: Analysis of the capabilities, ICT, increase of competitiveness

Resumen- Un análisis de capacidades de un modelo de gestión de la innovación a una empresa pequeña la cual pertenece al sector de servicios TIC's(tecnología de la información y comunicación) pretende mostrar como una pequeña empresa sin contar con los recursos económicos, tecnológicos y humanos, puede llevar a cabo tal gestión y dividir las funciones que deben formar parte de un solo departamento en varios departamentos para incrementar su competitividad, este análisis se formula partiendo de la teoría de las organizaciones y se realiza mediante: un estudio de su gestión de calidad,

una revisión interna, una encuesta, demostrando que la gestión de la innovación no solo pertenece a una área en específico ni a una persona sino debe estar involucrada toda la empresa para tener éxito.

Palabra clave: Análisis de capacidades, TIC's, incremento de competitividad.

I. INTRODUCCIÓN

La Ciudad de Querétaro pertenece a uno de los estados con mayor crecimiento y desarrollo industrial (secretaría de economía, 2018) en donde se observa que la globalización ha generado una situación compleja, uno de los aspectos que destaca en este escenario es la coexistencia de empresas nacionales y extranjeras, las cuales tienen grandes diferencias operativas, causadas principalmente por la diferencia que existe en el desarrollo económico, industrial, tecnológico, de investigación y desarrollo (I+D) entre el país de origen y el nacional.

Por lo tanto, podemos decir que un Sistema Innovador es el conjunto de partes actuando las unas sobre las otras e interdependientes, con una interrelación unitaria y compleja que busca la creación o el desarrollo de nuevos productos o procesos. Este sistema puede ser integrado en una empresa, una organización, un país, etc. Los sistemas innovadores pueden ser definidos en una gran variedad de formas. Ellos están caracterizados por la creación, la difusión y el uso del conocimiento (Carlsson Bo, 2002).

Es importante señalar que se debe tener cuidado al utilizar el nombre de Sistema Innovador ó Sistema de Innovación, ya que es frecuente utilizar la denominación de Sistema de Innovación para nombrar los Sistemas Nacionales de Innovación.

Se analizará una empresa del sector de servicios orientada a TIC (Tecnologías de la información y comunicación) Que ofrece soluciones personalizadas dirigidas al diseño, construcción, puesta en operación y mantenimiento de sitios críticos (conocidos como SITE's) tanto de procesos de cómputo así como telecomunicaciones de alto desempeño, en su modelo de gestión de la innovación el cual es distribuido en los diferentes departamentos de operación ya que es una empresa dedicada al servicio.

II. METODOLOGÍA DE DIAGNOSTICO DE CAPACIDAD

Se realizara un análisis de capacidades para la implementación de un modelo de gestión de la innovación de una empresa pequeña enfocada a servicios, el análisis se formula desde la teoría de las organizaciones la cual contempla cinco elementos importantes: propósito, recursos económicos, infraestructura, tecnología y capital humano. Lo anterior se justifica debido a que los mercados se caracterizan por los altos niveles de competitividad la escasa generación de patentes en el país y empresas que desarrollen productos enfocados al sector TIC.

Cada uno de los elementos se analizará de la siguiente manera:

A.Propósito

Se citara del sistema de gestión de calidad su misión, visión y valores, la misión refleja como desea ser la organización en un corto plazo, la visión es como pretende la empresa que se vea a largo plazo, los valores son los que deben portar todos y cada uno de los trabajadores. Se analizará de manera subjetiva lo citado en cada una de ellas.

B.Recursos económicos

Se llevara a cabo un análisis interno de las ventas realizadas de años anteriores y actuales, los gastos fijos de la empresa, así como el capital invertido en la empresa durante los últimos años.

C.Infraestructura, tecnología y capital humano

Se realizara una encuesta a personal de la empresa de diferentes áreas quienes tienen mayor experiencia laboral así como algunos clientes que durante años han trabajado con la empresa y tienen un conocimiento de la misma, con esto obtendríamos un análisis externo e interno de la gestión de la innovación.

III. DESARROLLO

B.Análisis de Propósito de la empresa:

Del sistema de gestión de calidad se cita lo siguiente:

“En empresa Grupo A(se omitirá el nombre de la empresa), a través del desarrollo de los colaboradores, el cumplimiento de los objetivos y la mejora continua de los procesos, estamos comprometidos con la calidad de los servicios que proporcionamos a nuestros clientes, mediante la propuesta de soluciones acordes a sus necesidades y la satisfacción a sus requerimientos y expectativas”.

Misión: Damos a nuestros clientes la confianza de que sus procesos críticos trabajarán de forma continua

gracias a nuestras soluciones en monitoreo, protección eléctrica y climatización.

Visión: Ser líderes en la innovación de los servicios ofrecidos a sitios de misión crítica

Valores: En empresa Grupo A nos esforzamos día con día para mejorar la calidad y confiabilidad de los servicios que ofrecemos a nuestros clientes, desarrollando los siguientes valores:

Relaciones a largo plazo: Es el compromiso de establecer relaciones sólidas y duraderas con nuestros clientes, colaboradores y proveedores.

Vocación de servicio: Estar siempre dispuestos para atender con dedicación y calidad a nuestros clientes.

Trabajo en equipo: Es la capacidad de alcanzar nuestros objetivos mediante la suma del esfuerzo individual de cada uno de nosotros.

Innovación: Es el desarrollo permanente de soluciones y servicios que nos hacen diferentes.

Calidad: Es la mejora continua de nuestros procesos.

Con fundamento en nuestros valores, el personal que laboramos en Grupo A tenemos la obligación y responsabilidad de:

Demostrar en todo tiempo y lugar una actitud positiva, emprendedora y optimista en y sobre nuestro trabajo, buscando sistemáticamente los “como si”, a las soluciones y a las decisiones en lugar de los “como no”, de los problemas y de las inde-

cisiones, dentro del abanico de alternativas que presentan nuestros proyectos y tareas para su exitosa realización, sumándose a la Misión que tenemos como empresa.

Realizar con la máxima dedicación, talento y creatividad, los procedimientos que se establecen en la normativa de nuestras funciones específicas de trabajo, de tal suerte, que nuestro sello personal incremente y fortalezca la cadena de valor de los procesos operativos, administrativos y comerciales.

La innovación la hemos definido como la creatividad en acciones lo que nos obliga a definir la creatividad, decimos que es la capacidad humana de lograr generar una idea útil y original para luego llevarla a la realidad y evaluarla. Podemos afirmar que la innovación es el arte de convertir las ideas y el conocimiento en productos, procesos o servicios nuevos o mejorados que el mercado reconozca y valore a partir de sus reales significados (París, 2014).

Grupo A, lo realiza con campañas de difusión de valores, generación de programas de incentivos (funciones de cine, cena, etc) Fig. 1, cuenta con un formato de acciones preventivas y propuesta de mejora para incentivar la innovación en la empresa Fig 2. Entre otras actividades como son viernes social, “Home office” que promueven la participación de los empleados.



Fig. 1 Comunicación interna de la empresa, tomada de su portal interno

¡PARTICIPA!

Envía a **PEMEX** tu propuesta de mejora y cuéntanos que ideas tienes para mejorar la satisfacción de nuestros clientes

No olvides hacer llegar tus propuestas mediante el formato "4-CA-05 Acción Preventiva o Propuesta de Mejora"

¡Gana 50 puntos por tu propuesta de mejora, tienes hasta el 13 de Julio para mandarla!

Fig. 2 Propuesta de mejora continua en empresa, tomada de portal interno.

Los reportes internos de la empresa fig. 5 muestran que los últimos años se han vendido más de 55 MDP consecutivamente, consecuencia de las mejoras en la empresa



Fig. 5 Ventas Totales Grupo A sin principal cliente, reporte interno.

Actualmente nuestra nómina representa un 19.84% de la venta y nuestros gastos fijos representan un 34% de la venta Fig. 6. Para la dirección de la empresa lo ideal es que no pase de 25%.

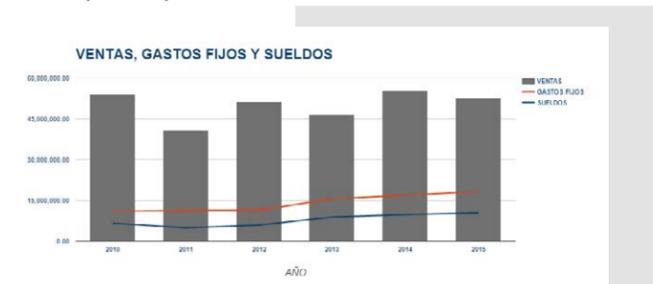


Fig. 6 Ventas contra gastos fijos Grupo A, reporte interno.

El promedio más alto de Personal dedicado exclusivamente a las ventas respecto a las Ventas se dio en el 2010, donde por persona de ventas se vendió un promedio de 7.7 MDP, el ratio del 2017 quedará aproximadamente en 5.2 MDP por persona del Área comercial



Fig. 7 Ventas Grupo A 2015

Los Costos de Calidad del 2017 se estiman en 200,000 Pesos.

Los gastos en subcontratistas, sin considerar los gastos asociados al su mejor cliente (PEMEX), en este 2017 quedarán en más de 1 MDP (Millón De Pesos).

Se invirtió en un cuarto demo con un costo superior a las 2 MDP para promover nuestras líneas de productos.

Se desarrolló un software CRM (por sus siglas en in-

glés Customer Relationship Management) con un costo de \$ 200,000.00 MN.

C. Análisis de Infraestructura, Tecnología, Capital humano

Para adaptar, modificar o cambiar la estructura de una organización en materia de innovación, es necesario contar con una estrategia que indique las acciones a emprender, cuándo y cómo asignar los recursos a las innovaciones (Afuah, 1999). Nuestra propuesta es a través de un modelo desarrollado por Boly (Boly, 2004), el cual consiste en una serie de elementos que describen la innovación en las organizaciones. Caracterizar un modelo en una pequeña empresa la cual tiene necesidades diferentes a la las grandes empresas así como diferentes recursos es lo que esta empresa ha logrado conjuntar en sus diferentes áreas ya que cuenta con personal menor a 50 empleados.

Las Prácticas Fundamentales del Pilotaje de la Innovación en la Empresa del Modelo de Boly son las propiedades o cualidades de la innovación, las cuales son observables pero no se pueden medir (Corona Armenta, 2005). En la metodología que utilizó para medir el potencial innovador de una empresa, se empleó un cuestionario como instrumento de medición, el cual tomó como fundamento las Prácticas de la Innovación del Modelo de Boly.

Tiene su origen debido al psicólogo Rensis Likert. Likert distinguió entre una escala apropiada, la cual emerge de las respuestas colectivas a un grupo de ítems, y el formato en el cual las respuestas son puntuadas en un rango de valores.

Para este caso utilizaremos la siguiente valoración:

- 1) Totalmente en desacuerdo
- 2) Moderadamente en desacuerdo
- 3) Ligeramente en desacuerdo
- 4) Ni de acuerdo ni en desacuerdo
- 5) Ligeramente de acuerdo
- 6) Moderadamente de acuerdo
- 7) Totalmente de acuerdo

Lo anterior resume:

- El valor que pretende medir que en algunos casos va acompañada de una cierta explicación detallada entre paréntesis de la pregunta cuando se consideró que podía ayudar al entrevistador a recordar exactamente a qué nos estamos refiriendo con dicha pregunta.

- La escala utilizada, si se hace referencia a Escala Likert se refiere a la que aparece en el texto anterior.

- Las aportaciones de la literatura utilizadas para evaluar este indicador o realizar esta pregunta de carácter específico, obviando aquellas de más amplio espectro como el mismo Manual de Oslo y destacando aquellas que se han considerado o bien más similares a las de la encuesta utilizada, a las especificidades de la innovación de servicios y al presente trabajo de investigación o las que son más reconocidas (oslo, 2009).

IV. RESULTADOS

Grupo A registra en su reporte interno este año tiene el tercer lugar en ventas sin considerar su cliente PEMEX desde el 2016.

Las Ventas Promedio del 2013 al 2015 han sido de 46 MDP, el promedio de venta entre 2016 y 2017 es de 54 MDP lo que representa un incremento respecto del 17% con referencia a los años anteriores cuando no se contaba con un sistema de gestión de calidad.

Se observa una clara orientación de la empresa a competir con las empresas dedicadas al mismo sector, invirtiendo en innovación desarrollando un sistema de gestión de calidad orientando sus procesos a la innovación involucrándolo desde la visión así como los valores de sus trabajadores. Promoviendo de manera activa la participación del personal.

A. Resultados de la encuesta



Fig. 8 Innovación de la Organización.

Fig. 8, La mediana de la evaluación de innovación en la organización es 4.5 en la escala de Likert, realizando un análisis de los resultados obtenidos de la encuesta podemos ver que la pregunta con mayor puntuación son la que indican que la empresa promueve la innovación, pero no permite ver una estrategia o planeación de la misma en su estrategia, este resultado puede ser causa que no se ha difundido de manera correcta.

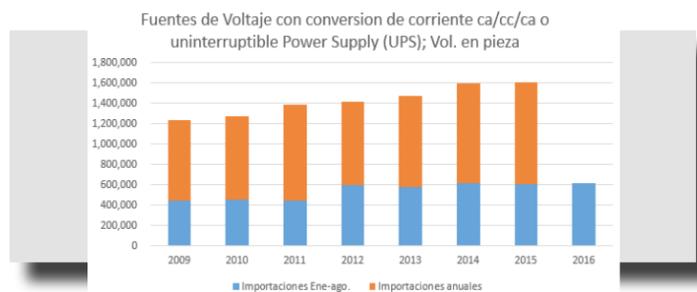


Fig. 3 Importación de 85044010 Fuentes de voltaje con conversión de corriente alterna a continua y regulación de voltaje.

El total de Ventas del 2017 de las empresas Investigadas es de 1,172 MDP, en el sector de servicios a TIC's.

Grupo A Aporta el 4.74% de ese monto (sin considerar 1 y 2, ya que son empresas grandes en el sector), es la segunda empresa con menor venta en su mercado.

La venta promedio es de 97.5 MDP fig. 4 y la de Grupo A es de 55 MDP casi la mitad de la media.



Fig. 4 Ventas Grupo A 2017, reporte interno.



Fig. 9 Proceso de la innovación.

La mediana de la evaluación de proceso de innovación fig. 9 es 2.1 en la escala de Likert, muy bajo, confirma la sección anterior que no existe un sistema de gestión de la innovación aunque se promueve mediante los valores y misión así como de manera interna, el cliente interno no lo percibe así, la encuesta fue realizada en diferentes niveles y la gerencia tiene poco claro el cómo se realiza la gestión de innovación.

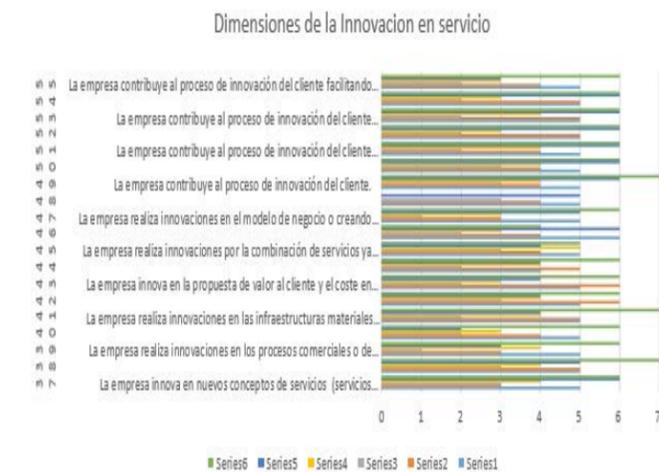


Fig. 10 Dimensiones de la innovación en servicio.

La mediana de la evaluación de innovación en el servicio fig. 10, es de 4.47, una empresa dedicada a servicio se ha enfocado en trabajar en aumentar la innovación en su sector y el mejor ejemplo es la adquisición de tabletas para llenar las ordenes de servicio en tiempo real, desarrollar un CRM (por sus siglas en inglés “customer relationship management”) para tener una retroalimentación por parte del cliente y poder atenderlo de manera oportuna, herramientas que van acorde a las tendencia de IoT (por sus siglas en ingles Internet de las cosas), Monitoreo, movilidad, entre otras



Fig. 11 Estrategia, cultura y sistema de innovación.

La mediana de la estrategia y cultura de innovación Fig. 11 es 3.25, es evidente que se ha promovido la innovación mediante una estrategia empresarial pero no se tiene claro el rumbo y las actividades de cada uno las áreas, se menciona que si tiene mecanismos para recompensa, pero los reconocimientos no aportan valor a los empleados, o así se denota ya que los encuestados lo mencionan.

V. CONCLUSIONES.

Podemos ver que se ha incrementado las ventas una vez implementado el sistema de gestión de calidad pero los resultados de la encuesta de la gestión de la innovación en la organización no son favorables, hacen mención a que no se cuenta con un departamento responsable de I+D, el esfuerzo de dirección y recursos humanos no ha sido suficiente porque el cliente interno lo valore, la estructura de la empresa no ha permitido tener responsables de la gestión de la innovación de manera directa, podemos ver que este proceso de gestión no es del todo eficiente ya que aunque cuenta con un sistema de gestión de calidad la cual le permite que la estrategia tecnológica de Grupo A, se permee en la empresa la implementación que propone es tradicional y es poco eficiente ya que la innovación de servicio que proponen son generadas fuera de la organización, es decir al ser una empresa de servicio, la innovación reside en la capacitación del personal, en la venta, instalación, implementación, servicio y mantenimiento. Se implementaron modelos probados por medio de certificaciones como ISO 9001:2015, sin embargo de manera interna no hay un espiral de conocimiento que permita incrementar la innovación.

Grupo A debe tomar la decisión de un cambio en su cultura, tomando como base la innovación, permeando a su gente para tener un desarrollo tecnológico que aumente la competitividad.

Para el crecimiento potencial que Grupo A tiene, es indispensable apostar a ampliar el abanico en la innovación de marketing, procesos tecnológicos, desarrollo de nuevas tecnologías, y ver la innovación de manera interna. Ya sea mediante un encargado enfocado a la gestión de innovación (no necesariamente un departamento) que lo promueva en la empresa y haga participe a los trabajadores mediante estímulos eficientes que obtengan resultados tangibles y documentar de la gestión de la innovación para generar conocimiento en el área.

VI. RECOMENDACIONES

En algunos países desarrollados las PYMES han cobrado gran relevancia por su aportación a la creación de empleos a los avances tecnológicos al incremento de la competitividad y al crecimiento del país.

Es por eso que se recomienda:

- Conocer el impacto que tiene la tecnología en las variables que determinan la competitividad de sus servicios.
- Conocer las ventajas que proporcionan el uso de la tecnología y el impacto que tienen.
- Reconocer si existe un límite para las tecnologías utilizadas.
- Generar un procedimiento de gestión de la innovación.
- Asignar un responsable de la innovación, no para realizarla sino para

promoverla en la empresa.

Referencias

- Afuah, A. (1999). La dinamica de la innovacion organizacional. En A. Afuah, La dinamica de la innovacion organizacional (pág. 127). Mexico: oxford University Press.
- Boly, V. (2004). Ingénierie de l'innovation organisation et méthodologies des entreprises innovantes. En V. Boly, Ingénierie de l'innovation organisation et méthodologies des entreprises innovantes. Lavoisier, Paris: Hermes Science Publications.
- Carlsson Bo, s.J. (2002). Innovation Systems: analytical and metodological issues. NH ELSEVIER, 233-245.
- Christopher Lovelock, J. w. (2017). Marketing de servicios. En J. w. Chistopher Lovelock, Marketing de servicios (pág. 5). Los Angeles: Pearson Educacion.
- Corona Armenta, J. R. (2005). Innovation et Metrologie : une approche en terme d'indice d'innovation potentielle. Nancy, Francia: Institut Nationale Polytechnique de Lorraine.
- INEGI. (2014). resultados oportunos imagenes economicas . Mexico.
- oslo. (2009). Manual de Oslo. oslo: universidad.
- París, J. A. (2014). Marketing esencial, un enfoque latinoamericano. En J. A. París, Marketing esencial, un enfoque latinoamericano (pág. 235). buenos aires: Errepar.
- schwab, K. (2016). The Fourth industrial revolution. En K. schwab, The Fourth industrial revolution (pág. 11). Switzerland: World Economic Forum.
- secretaria de economia. (2018). Queretaro 2018. Queretaro , 4.
- Siicex. (2016). importaciones. Obtenido de Caaarem: <http://www.siicex-caaarem.org.mx/Bases/TIGIE2002.nsf/d58945443a3d19d886256bab00510b2e/19ebd6e-047ea382106256b560054fce9?OpenDocument>





Capital humano y productividad, un estudio de caso en la industria aeronáutica.

Moisés Gómez Salazar¹, Leoncio Baltazar Baltazar-Jiménez²
 CIATEQ, Posgrado, Querétaro, México
 aeronauticogomez@hotmail.com
 lbaltazar@uteq.edu.mx

Resumen: El objetivo central de esta investigación es analizar la relación entre el capital humano y la productividad en una empresa del sector aeronáutico en Querétaro, México. La estrategia metodológica es cuantitativa y está basada en un estudio de caso; para ello se seleccionó una de las siete empresas de servicios de mantenimiento aéreo MRO (Maintenance Repair and Overhaul) que operan en la entidad. El instrumento de recolección fue un cuestionario compuesto por 17 ítems valorado bajo la Escala Likert con cinco opciones de respuesta. El estudio del capital humano se realizó desde las categorías conocimiento, competencias y habilidades. La productividad se analizó a partir de la categoría de eficiencia con enfoque al cumplimiento de objetivos y el uso de recursos. Los hallazgos corroboran una relación moderada entre la formación de competencias técnicas del capital humano y la productividad de la empresa, se infieren limitaciones en los procesos de gestión de competencias con motivo de la figura corporativa de la empresa y por las restricciones que ofrece la normativa en materia de aviación civil nacional e internacional.

Palabras clave: Capital humano, productividad, industria aeronáutica, competencias técnicas.

Abstrac: The main objective of this research is to analyze the relationship between human capital and productivity in a company about the aeronautical sector in Queretaro, Mexico. The methodological strate-

gy is quantitative and it is based on a case study, for this, it was selected one of seven service companies of MRO (Maintenance Repair and Overhaul) operating in the State. Collection instrument was a questionnaire consisting of 17 items valued under the Likert scale with five response options. The study of human capital was from the categories knowledge, competencies and skills. Productivity was analyzed from the category of efficiency with focus on the achievement of objectives and the use of resources. The findings corroborate a relationship moderate between the formation of human capital skills and the productivity of the company, are inferred limitations in the management processes of competencies by the corporate structure of the company and for the restrictions offered by the national and international civil aviation regulations.

Keywords: Human capital, productivity, aeronautical industry, technical skills.

I. INTRODUCCIÓN

La industria aeronáutica es un sector con fuertes implicaciones económicas y sociales en México, se trata de una industria con exportaciones anuales superiores a los siete mil millones de dólares, en Querétaro se caracteriza por ser responsable de la generación de diez mil puestos de trabajo, lo que equivale al 20% del empleo nacional del sector (PROMEXICO, 2017). Sin embargo, a pesar del dinamismo que muestra esta industria, también exhibe grandes retos y desafíos, así lo demues-

tra el reporte –Perspectivas globales del sector Aeroespacial y de Defensa 2015- (KPMG, 2017), el cual establece que el reto más acuciante de la industria aeronáutica es mantener un negocio competitivo y rentable.

Estas condiciones han obligado a empresas, investigadores, y empresarios a vislumbrar al capital humano como fuente de innovación con amplias posibilidades para impulsar la productividad y competitividad de las empresas. Desde la literatura económica se reconoce que el capital humano formado mediante las bases y esquemas de la educación formal (capacitación y entrenamiento) está asociado con mejores ingresos de los trabajadores y con un impacto en el nivel de productividad y rentabilidad en las empresas.

En este sentido, un estudio realizado por Mungaray y Ramírez (2007) a 89 microempresas de Nayarit y Baja California, México, aportó evidencia sobre el valor económico que adquieren los aspectos relacionados con el factor humano al desarrollar en éste capacidades, habilidades y conocimientos mediante la gestión de competencias laborales. Para Sen (1966) y Bartel (1989) la formación del capital humano mediante el proceso de capacitación guarda relación directa con la edad y nivel de escolaridad, así lo demuestra un estudio realizado en la industria manufacturera, en éste se pudo observar un crecimiento gradual en la productividad empresarial con cada capacitación y entrenamiento ejercido en el personal.

En esta tesitura, el objetivo de esta investigación es analizar el impacto que tiene la gestión de competencias técnicas del capital humano en la productividad empresarial en un sector industrial con amplias perspectivas de crecimiento económico en México, pero con grandes desafíos en el plano competitivo. ¿En qué grado impacta la formación de competencias del capital humano en la productividad de las empresas del sector aeronáutico? y ¿cómo sucede este proceso en esta industria? son las preguntas que guían el trabajo de investigación.

II. DISEÑO Y PROCESO METODOLÓGICO

La investigación tiene un diseño correlacional y transversal, la cual, mediante una estrategia metodológica cuantitativa, estudia el papel que tiene la formación de competencias técnicas en el capital humano y sus efectos en el nivel de productividad en la industria aeronáutica. El horizonte temporal de esta investigación fue durante 2018.

El trabajo se desarrolla a partir de un estudio de caso, bajo este se aspira a la observación de la unidad de análisis como un sistema cerrado, considerando su problemática global y privilegiando las variables de estudio, así como su relación con el contexto (Creswell, 1994). La unidad de estudio se caracteriza por ser una de las siete unidades económicas que operan en Querétaro (DENU, INEGI, 2018); además se caracteriza por ser una empresa representativa de los servicios de mantenimiento aéreo MRO (Maintenance Repair and Overhaul), la cual opera a nivel nacional con un número cercano a los 1900 empleados, lo que la posiciona como una de las empresas más significativas de América Latina en lo que refiere al mantenimiento aéreo. A petición de la empresa y por cuestiones de confidencialidad se omite su denominación y razón social.

Se estudia a la industria aeronáutica y en especial a las empresas de mantenimiento aéreo por ser parte de uno de los sectores con mayor crecimiento y desarrollo económico a nivel nacional, de acuerdo con el reporte Pro Aéreo 2.0 emitido por la Secretaría de Economía (2017) Querétaro es uno de los cinco estados con mayor participación en la industria aeronáutica.

Para esta investigación, el capital humano se conceptualiza como la acumulación y desarrollo de conocimientos, competencias y habilidades de cada individuo. Éstas se operacionalizan conforme al Manual General de Mantenimiento y Procedimientos del Taller Aeronáutico (MGM y PTA), el cual se rige bajo estándares internacionales y tiene un carácter obligatorio para todas las empresas prestadoras de servicios de transporte aéreo por parte de las autoridades aeronáuticas de cada país miembro de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI), de conformidad con las normas (NOM-008-SCT3-2002, NOM-007-SCT3-1994 y NOM-006-SCT3-2012)³.

Por su parte, la productividad se define como, la relación eficiente entre el uso de recursos materiales y humanos para la creación de valor económico a una organización. La operacionalización de esta variable se realiza conforme al Modelo de Productividad Total (MPT) (Sumanth, 1990). En la Tabla 1 se esquematiza la operacionalización de ambas variables.

TABLA 1.
 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES CAPITAL HUMANO Y PRODUCTIVIDAD.

Variable	Categoría	Indicador
Capital Humano	Competencias técnicas	Interpretación
		Comunicación
		Compromiso
		Planificación
		Liderazgo
		Responsabilidad
		Resolución de problemas
		Toma de decisiones
		Proactividad
		Mecánicas
Productividad	Eficiencia	Cumplimientos de objetivos
		Uso de recursos

Fuente: Elaboración propia con base en el (MGM Y PTA) y modelo de Sumanth.

La hipótesis de la investigación establece que el capital humano formado en las competencias técnicas de Mantenimiento y Procedimientos del Taller Aeronáutico incide en la productividad de las empresas del sector.

Para la recolección de datos se recurrió a un instrumento tipo encuesta compuesto por 17 ítems medidos todos bajo la Escala Likert con cinco puntos de respuesta (donde 1 es totalmente de acuerdo y 5 es totalmente en desacuerdo, en todos los casos). Las unidades de análisis quedaron conformadas por

³ Grupo de Normas Oficiales Mexicanas que rigen de manera obligatoria la existencia del Manual General de Mantenimiento y Procedimientos de Taller Aeronáutico, así como el contenido mínimo requerido por la Dirección General de Aeronáutica Civil.

dos rubros, el primero corresponde al personal del área de control de producción, este grupo se caracteriza por tratarse de personal vinculado a la toma de decisiones en la empresa. El segundo rubro quedó representado por personal del área técnica (motores, estructuras, aviónica y apariencia), éste rubro se caracteriza por realizar funciones vinculadas a la operación de procesos.

El tamaño de la muestra se calculó mediante la ecuación para muestreo probabilístico estratificado de Neyman. A un nivel de confianza del 95%, la muestra⁴ aleatoria quedó conformada por 79 encuestas. La prueba utilizada para validar el instrumento de medición fue Alpha de Cronbach; el resultado general fue de $\alpha = 0.73$. Este resultado permite garantizar la confiabilidad del instrumento. Para éste y los demás cálculos realizados en el trabajo se utilizó el Software Minitab⁵ 17.0

III. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados encontrados dan cuenta de una relación moderada entre el capital humano y la productividad empresarial. Un análisis a nivel de estadística descriptiva reveló que sólo 45.6% del personal reconoce contar con las competencias profesionales para el desempeño eficiente las funciones técnicas, un 39.2% afirma que contar con competencias técnicas mejora el desempeño laboral. En la tabla 2, se hace una compilación del resto de las proporciones para cada ítem.

⁴El cálculo fueron: $\delta = 0.5$, $Z = 1.96$, $e = 0.05$, $DEFT = 1$, $N = 100$.

⁵Minitab® es una marca registrada de Minitab Inc. Es un programa de cómputo especializado en funciones estadísticas básicas y avanzadas que se utilizó en todos los cálculos de este trabajo.

TABLA II.
DESCRIPCIÓN DE PROPORCIONES POR ÍTEM

Variable	Ítem	Proporciones
Productividad	P-1	67.1% reconoce la importancia de las competencias laborales para el cumplimiento de los objetivos.
	P-2	50.6% reconoce la importancia de los equipos de trabajo en el desempeño organizacional.
	P-3	62% afirma que el trabajo en equipo incide en la mejora del nivel de efectividad de la empresa.
	P-4	38% reconoce que el uso de recursos se ve influenciado por el nivel de compromiso de los colaboradores.
	P-5	39.2% indica que contar con competencias técnicas mejora el desempeño laboral.
Capital humano	C-1	51.9% expresa que internalizar la filosofía empresarial en las conductas laborales incrementa el nivel de compromiso.
	C-2	45.6% indica que la planificación gerencial favorece al cumplimiento de metas y objetivos.
	C-3	32.9% reconoce problemas de interpretación de idiomas lo cual implica desperdicio de recursos.
	C-4	55.7% considera que un bajo nivel de responsabilidad afecta al cumplimiento organizacional.
	C-5	35.4% expresa que su nivel de proactividad incide en el incremento de la eficiencia terminal
	C-6	46.8% expresa barreras en la comunicación, que afectan el cumplimiento de objetivos.
	C-7	60.8% afirma contar con el liderazgo adecuado para aportar al desarrollo profesional y competitivo de sus colaboradores
	C-8	49.4% expresa empatía por sus colaboradores acrecentando el vínculo laboral necesario para el trabajo en equipo
	C-9	62% considera que las capacidades de resolución de problemas mejoran la eficiencia del proceso productivo.
	C-10	57% expresan que el análisis en la toma de decisiones implica una mejora en la efectividad selectiva de las mismas.
	C-11	55.7% reconoce hacer uso de la gestión del riesgo para incrementar la calidad de los procesos.
	C-12	45.6% reconoce contar con las capacidades mecánicas necesarias para aportar en la mejora de la eficiencia empresarial.

Fuente: Elaboración propia.

La empresa analizada se caracteriza por ser parte de un grupo corporativo líder a nivel internacional en el mantenimiento aéreo, en su política de negocio distingue una fuerte orientación a la calidad de sus procesos, toda vez que, la actividad y procesos que desarrolla la empresa obedecen a un estricto control de calidad, así como al cumplimiento estricto de normas internacionales en materia de aviación, tales como la Dirección General de Aeronáutica Civil, la Agencia del Transporte de Estados Unidos y la Norma Internacional AS9100⁶.

En Querétaro la empresa se caracteriza por tener una participación activa en el clúster aeronáutico conformado por empresas, proveedores, instituciones de educación superior, centros de investigación y gobierno.

Un análisis in situ de la estructura organizacional y esquemas de operación de la empresa permitió observar que, derivado del esquema corporativo de operación la estructura orgánica corresponde al tipo jerárquico, geográfica y matricial, se aduce que este tipo de estructura orgánica constituye un mecanismo de control sobre la propiedad intelectual y garantiza el cumplimiento estricto de las normas internacionales en materia de calidad y aviación internacional.

⁶ La industria aeronáutica se rige por la Administración Federal de Aviación (por sus siglas en inglés FAA), la cual es una Agencia del Departamento del Transporte de Estados Unidos con autoridad para regular y supervisar todos los aspectos de la aviación civil, así como por la Norma Internacional AS9100 en materia de gestión de calidad y riesgo en la industria aeroespacial.

Si bien, los resultados permiten observar la existencia de una relación entre el capital humano y la productividad empresarial, también permiten inferir que las políticas de control como parte de la estructura orgánica ofrecen limitaciones en cuanto a la gestión de competencias en su personal. En este aspecto, se aduce que el carácter matricial de la estructura organizacional y la desvinculación física que presentan los esquemas de operación ofrecen limitaciones en la formación eficiente de competencias en el personal.

Un análisis de los procedimientos de formación de competencias técnicas del personal, permitió reconocer que la empresa dispone de programas de capacitación continua como parte del proceso de socialización del conocimiento, en esta función se pudo constatar que se trata de una función compartida con aliados estratégicos como la Universidad Aeronáutica en Querétaro⁷, la cual además de contar con programas de entrenamiento simulado, posee conocimientos técnicos, personal calificado y un amplio despliegue de infraestructura y equipo técnico.

Como parte de cuantificar el impacto que ejerce la gestión de competencias técnicas del capital humano en la productividad de la empresa, se procedió a realizar la prueba de correlación, para ello se recurrió a la prueba de correlación de Pearson como herramienta estadística inferencial. En la tabla 3 se muestran los resultados de dicha prueba para cada una de las categorías en cuestión.

TABLA III.
PRUEBA DE CORRELACIÓN CAPITAL HUMANO VS PRODUCTIVIDAD.

	Productividad	
	Cumplimientos de objetivos	Uso de recursos
Interpretación	0.001	0.321
	p-value 0.995	p-value 0.004
Comunicación	0.044	0.259
	p-value 0.699	p-value 0.021
Compromiso	0.328	0.185
	p-value 0.003	p-value 0.103
Planificación	0.312	0.199
	p-value 0.005	p-value 0.078
Liderazgo	0.347	0.336
	p-value 0.002	p-value 0.002
Resolución de problemas	0.453	0.413
	p-value 0.000	p-value 0.000
Toma de decisiones	0.324	0.335
	p-value 0.004	p-value 0.003
Mecánicas	0.236	0.252
	p-value 0.037	p-value 0.025

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados permiten observar una relación moderada entre los procesos de gestión de competencias del capital humano y la productividad de la empresa. Se destacan como relaciones endebles las correspondientes a las categorías de interpretación y cumplimiento de objetivos, comunicación y cumplimiento de objetivos, compromiso y uso de recursos, así como planificación y uso de recursos.

Estos resultados sugieren que aún cuando la normatividad en materia de aeronáutica y aviación civil imponen a las empresas del sector de mantenimiento aéreo el cumplimiento mínimo de requisitos en la formación, capacitación y adiestramiento para el personal técnico aeronáutico⁸, éstas privilegian los aspectos relacionados con la calidad en los procesos, lo que significa que algunas competencias tales como, comunicación, interpretación y compromiso, no sean valoradas ni reconocidas en la formación de competencias en el personal técnico de servicio.

IV. CONCLUSIONES

1. Se encontró evidencia suficiente para afirmar que los procesos de gestión de competencias técnicas en el personal inciden de manera favorable en la productividad de la empresa, se aduce que dicha relación se encuentra influida por el tipo de estructura organizacional, así como por los procesos de alta tecnología que desarrolla la empresa y la normatividad nacional e internacional en materia de aviación civil.

2. Los resultados sugieren que la figura corporativa bajo la que opera la empresa, así como los mecanismos de control que ejercita en favor del cumplimiento normativo por parte de las agencias y autoridades de aviación civil contribuyen a que se privilegie sólo algunas de las competencias técnicas que exige tanto la Dirección General de Aeronáutica Civil y la Agencia del Transporte de Estados Unidos, condición que limita la formación del personal en competencias relativas a la comunicación, planificación y compromiso.

⁷La Universidad Aeronáutica en Querétaro es una universidad pública del estado de Querétaro con 10 años de antigüedad, su misión es la de formar profesionales e investigadores en el sector aeronáutico, actualmente forma parte del Aeroclúster en Querétaro.

⁸ Contenido mínimo de planes y programas de estudio para la formación y lineamientos generales sobre la capacitación y adiestramiento para el personal técnico aeronáutico (Dirección General de Aeronáutica Civil, SCT, México, 2009).

3. Los resultados del trabajo permiten reconocer que la industria aeronáutica en Querétaro es competitiva, se distinguen como impulsores de este proceso las alianzas estratégicas que las empresas del sector realizan con instituciones de educación superior, centros de investigación, así como una extensa red de proveeduría como parte del Aero clúster que opera en Querétaro.

4. Se confirma que el capital humano formado en las competencias técnicas del mantenimiento y procedimientos del taller aeronáutico reporta un nivel de incidencia moderado en la productividad de la empresa, se aduce que la capacitación y adiestramiento del personal en las áreas técnicas y de control, desarrolla competencias enfocadas fuertemente a la calidad, lo que va en detrimento de la formación de competencias ligadas al desarrollo humano.

Si bien, los resultados dan cuenta de una relación entre el capital humano y la productividad empresarial, también permiten reconocer limitaciones en cuanto al desarrollo de las competencias que favorecen el incremento de la productividad empresarial. Por tal motivo, se plantean nuevos cuestionamientos que sientan las bases para la continuidad de la investigación sobre las siguientes líneas:

-sobre las empresas del sector de mantenimiento aéreo, para incrementar las competencias tendentes a fomentar comportamientos que generen un desempeño exitoso en el incremento de la productividad.

-sobre las regulaciones internacionales de los procesos productivos de las empresas de mantenimiento aéreo y su relación con la competitividad empresarial.

REFERENCIAS

Bartel, A. (1989). *Formal Employee Training Programs and Their Impact on Labor Productivity: Evidence from a Human Resource Survey*, National Bureau of Economic Research, Cambridge, MA., Working Paper no. 3026.

Creswell, John (2003), *Research Design: Qualitative, Quantitative and Mixed Methods Approaches*, Sage Publications, California, E.U.A.

KPMG (2000). *Knowledge Management Research Report 2000*. Recuperado de http://www.providersedge.com/docs/km_articles/KPMG_KM_Research_Report_2000.pdf

Littlewood, Zimmerman y Herman, Frank. (2004). *Análisis factorial confirmatorio y modelamiento de ecuación estructural de variables afectivas y cognitivas asociadas a la rotación de personal*. Revista interamericana de psicología ocupacional. Vol. 23.

Minitab 2014. *Statistical Software*. Minitab 17.0. Minitab In Company. State Collegue (Pensilvania), Disponible en: <http://www.minitab.com>

Mungaray Lagarda, A., & Ramírez Urquidy, M. (2007). *Capital humano y productividad en microempresas*. Investigación Económica, LXVI (260), 81-115.

NOM-008-SCT3-2002. Norma Oficial Mexicana. Establece los requisitos técnicos a cumplir por los concesionarios y permisionarios del servicio al público de transporte aéreo, para la obtención del certificado de explotador de servicios aéreos, así como los requisitos técnicos a cumplir por los permisionarios del servicio de transporte aéreo priva-

do comercial. Diario Oficial de la Federación, 14 de mayo de 2003.

NOM-007-SCT3-1994. Norma Oficial Mexicana. Establece el contenido mínimo del Manual de Procedimientos de Taller Aeronáutico y de las revisiones que se le efectúen al mismo. Diario Oficial de la Federación, 29 de Noviembre de 1995.

NOM-006-SCT3-2012. Norma Oficial Mexicana. Establece el contenido del Manual General de Mantenimiento. Diario Oficial de la Federación, 14 de septiembre de 2015.

Sumanth, D., (1990). *Ingeniería y Administración de la Productividad*, México DF, México: Mc Graw Hill.

Penrose, Edith (1958), *The Theory of Growth of the Firm*. Oxford.

Programa Estratégico de la Industria Aeroespacial [en línea] [fecha de consulta: 18 octubre 2018]. Disponible en: <https://docs.google.com/viewer?url=http://femia.com.mx/themes/femia/ppt/proaereo.esp.pdf>.

PROMÉXICO (2017). *Mexican Aerospace industry: Flying to New Heights*. Recuperado de <http://www.promexico.gob.mx/documentos/revista-negocios/pdf/mar-abr-2017.pdf>

Sen, A.K. (1966). "Education, Vintage and Learning by Doing", *The Journal of Human Resources*, 1 (2), 3-21.

Wernerfelt, Birger. (1984). *A Resource-based View of the Firm*. *Strategic Management Journal*, 5(2), 171-180



Diseño y optimización de asa telescópica con herramienta PLM.

Fernando Alejandro Villa Martínez¹, Jean Jacques Billeres², Gonzalo González Rey³

¹Universidad Tecnológica de Aguascalientes, Aguascalientes, México

²Lycée Polyvalent Gaston Crampe. Francia

¹e-mail: villa@utags.edu.mx

²e-mail:jjbilleres@gmail.com

³e-mail:gonzalo.gonzalez@utags.edu.mx

RESUMEN

En esta investigación se realiza el estudio y evaluación del mecanismo de asa telescópica para un sujetador de maleta viajera con el objetivo de aumentar la vida útil del producto a través del análisis de elementos finitos (FEA), utilizando como herramienta de diseño y análisis la plataforma CATIA V5 y la fabricación por ingeniería aditiva mediante tecnologías de impresión 3D que permitieron generar los modelos físicos con una caracterización de los ángulos, superficies y geometría general utilizando ABS como material de prueba. Además son mostrados resultados de ensayo y pruebas destructivas para medir la resistencia del material en el nuevo prototipo y cotejar el logro del nuevo modelo, validando el ciclo de vida del producto con metodología (Product Life cycle Management, PLM).

PALABRAS CLAVES: Prototipo, FEA, PLM, asa, mecanismo pulsador.

OPTIMIZATION AND DESIGN OF TELESCOPING HANDLE WITH PLM TOOLS.

ABSTRACT

An study and evaluation of telescopic handle for usual travelling suitcase is presented in this research to improve the lifecycle of this product by finite element analysis (FEA); using CATIA V5 as tool design and by additive manufacturing engineering with 3D printing technologies that allow

physical models to generate a characterization of angles, surfaces and general geometry made with ABS as test material. They are also shown results and destructive tests to measure the strength of the material in the new prototype and collating the achievement of the new model, validating the product life-cycle management with PLM methodology.

KEY WORDS: Prototype, FEA, PLM, handle, push button mechanism

INTRODUCCIÓN

Una maleta viajera comprende un cuerpo con compartimentos interiores, y para su desplazamiento un asa telescópica extensible. En este tipo de maleta de un particular modelo producido por un reconocido fabricante se presentó un problema asociado con la fabricación de mecanismo que libera el extensible telescópico. Las fracturas de las asas telescópicas en sujetadores de maletas ocurren con relativa frecuencia y es causa de molestia a los viajeros (Skyscanner, 2014). En ocasiones se considera el fallo por fractura de las asas telescópicas como perfectamente posible y admisible (Chill-N-Go, 2016) por lo que existen orientación de los fabricantes de maletas de equipaje para reemplazar este aditamento. Por otro lado con el objetivo de mejorar la calidad de las maletas de viajero son establecidas algunas características que deben ser normalizadas; sobre todo del cuerpo de la maleta

y sus agarraderas (Home Shopping Network, 2015). Incluso se conocen patentes (EE.UU., Patente No. 7, 987, 955, B2, 2011 y EE.UU., Patente No, 2005/0098402, 2005) orientadas a mejorar la resistencia de asas telescópicas de las maletas de viajero.

A pesar de todos los esfuerzos y mejoras introducidos en los sistemas del sujetador de la maleta de viajero, la realidad muestra que la fractura de las asas telescópicas continúa siendo un problema que ocasiona malestar a los viajeros.

El análisis estático de un prototipo por medio de FEA permite valorar un efecto físico muy parecido a una prueba de ensayo de tensión para conocer la resistencia que presentan las piezas cuando son sometidas a cargas externas, por otro lado las tecnologías de prototipado rápido permiten un análisis casi inmediato de la funcionalidad de un diseño. El uso conjunto de técnicas de FEA y prototipo en 3D son identificados como útiles herramientas de análisis (Knight, 2002). En este trabajo el análisis del fallo y la introducción de mejoras en el producto fueron realizados mediante un modelo por elementos finitos con la plataforma CATIA V5 para evaluar los esfuerzos y establecer una geometría racional del asa telescópica de la referida maleta.

MÉTODO

Un ejemplo de sustentabilidad PLM es el closed loop lifecycle management (CL2M) (Kiritsis, 2010) basado en la habilidad de conectar productos inteligentes y la información del sistema, con el diseño del objeto de estudio. En este caso, el estudio fue realizado a un asa telescópica de maleta viajera, con el objetivo de determinar las causas de la fatiga del mecanismo pulsador visualizando la zona de ruptura, reducir el volumen de material y ampliar su vida útil (PLM). En la Figura 1 se observa como la fractura del elemento ocurre solo en uno de sus extremos y el mecanismo es de apoyo simple. Adicionalmente, puede ser inferido que el esfuerzo máximo parece actuar en la entalladura donde ocurre la rotura que además no tiene una geometría capaz de disminuir las tensiones.



Fig. 1 Componentes de maleta viajera.

La figura 2 muestra la fractura que presentó el mecanismo pulsador de la maleta de viajero. Considerando el área donde la concentración de esfuerzos se presentó, se procede a generar un diseño con el software RDM6 para el análisis estático. En el estudio fue considerado el material termoplástico Acronitrilo Butadieno Estireno (ABS) cuyas características equivalen al material que se utiliza en las asas de las maletas de uso comercial. Es un plástico reconocido como un polímero de alto impacto que proporciona gran resistencia al mecanismo pulsador la maleta (Kiritsis, 2010).



Fig. 2 Mecanismo pulsador fracturado.

En la figura 3 se muestra el análisis y resultado con el software RDM6 considerando el caso de una viga simplemente apoyada (Bataller, 2016). Una evaluación racional del mecanismo pulsador relacionó la concentración de esfuerzos en la unión entre el punto de apoyo y la deformación natural del material.

En la figura 3 se muestra el análisis y resultado con el software RDM6 considerando el caso de una viga simplemente apoyada (Bataller, 2016). Una evaluación racional del mecanismo pulsador relacionó la concentración de esfuerzos en la unión entre el punto de apoyo y la deformación natural del material.

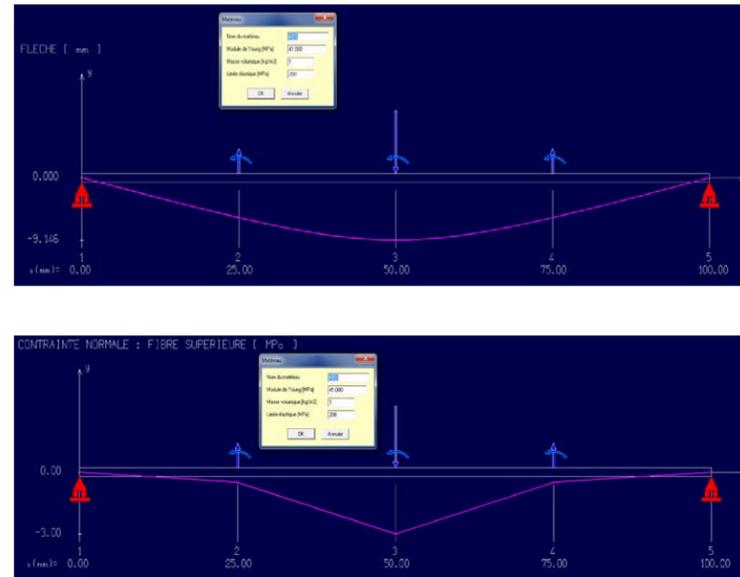


Fig. 3 Análisis estático con software RDM6 deformación y máximo esfuerzo permisible.

Para calcular las características de presión y fuerza del asa se diseñó por medio del software CATIA V5 las áreas de apoyo que permitieron evaluar donde se presentó la fractura. Con el comportamiento mecánico del material ABS, establecido a través del ensayo por tracción, pudo ser definido que el esfuerzo máximo por ruptura ocurría bajo una fuerza de 15 N, carga factible de aplicar por un usuario común. Estos resultados fueron corroborados por otros estudios (Bataller, 2016). Una vez conocidos los puntos donde ocurren los mayores esfuerzos en el asa, fue ejecutada una nueva configuración geométrica con curvas más prolongadas que permitieron disminuir la concentración de esfuerzos en el asa objeto de estudio.

En la figura 4 se aprecia el rediseño del mecanismo pulsador con los radios definidos por mallado superficial en área de 3 mm y malla de 1 mm. Los datos de referencia son optimizados con el módulo de simulación por elementos finitos de CATIA V5 y posteriormente se ejecutó la impresión del prototipo por ingeniería aditiva según muestra la figura 5.

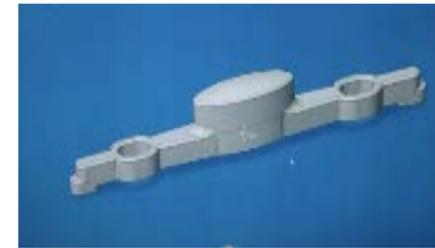


Fig. 4 Rediseño de asa telescópica con herramientas CATIA V5.



Fig. 5 Optimizaciones del mecanismo pulsador.

La tabla 1 muestra los parámetros característicos del ABS determinados mediante la valoración por medio de ensayos de tracción. De igual forma fue analizada la influencia del formato de impresión (horizontal, vertical o transversal) mediante probetas según se muestra en la figura 6, las cuales fueron elaborados en una impresora CUBEPRO TRIO de 3D System.

Parámetro	Promedio
Módulo de Young [MPa]	2180
Esfuerzo de Fluencia [MPa]	34.96
Esfuerzo Máximo [MPa]	38.21
Deformación a Esfuerzo Máximo	0.019
Esfuerzo de Ruptura [MPa]	31.55
Deformación de Ruptura	0.055
Coefficiente de Rigidez [MPa]	38.83
Exponente de Endurecimiento	0.027

Tabla 1. Parámetros característicos del ABS (25 °).



Fig. 6 Formato de impresión por ingeniería aditiva, para la prueba de ensayo de tracción en probetas.



El resultado del análisis de las probetas ABS fue corroborado mediante el formato de impresión por ingeniería aditiva en donde no se obtuvo influencia significativa en la zona comprendida entre 0 y 20 N, lo que permite validar los resultados para fuerzas entre 15 N correspondiente a la fuerza aplicada por el usuario común en el mecanismo pulsador como se muestra en la figura 7.

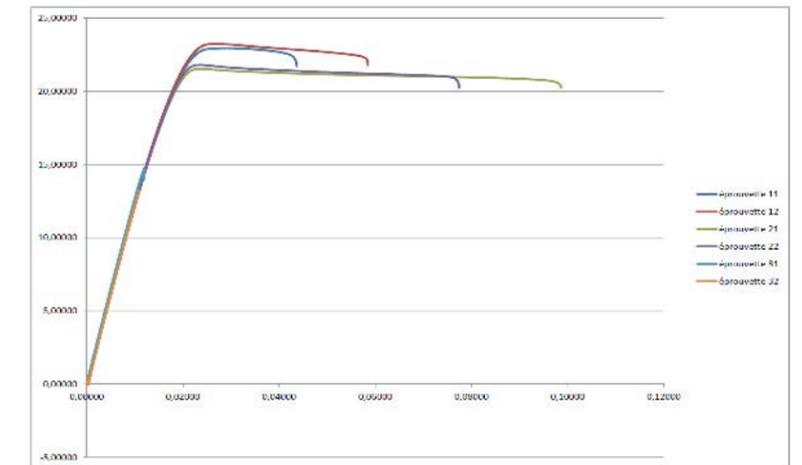


Fig. 7 Resultado de prueba de tensión considerando la posición de la impresión por ingeniería aditiva.

El asa telescópica es simétrica (ver figura 8) por lo que es posible considerar en un estudio FEA la cuarta parte del producto para optimizar el tiempo de demora en lograr los resultados y establecer el comportamiento general de los esfuerzos. La base de la asa fue definida como una sujeción de simple apoyo. La malla está formada por 1200 elementos triangulares de lámina y 656 nodos. El mallado de los nodos para el análisis se propuso en áreas menores a 3 mm² y en puntos críticos (mayor concentración de esfuerzos) hasta 0.1 mm², donde la disminución del área no reportara variación de esfuerzos (ver figura 9).



Fig. 8 Corte del modelo simétrico.

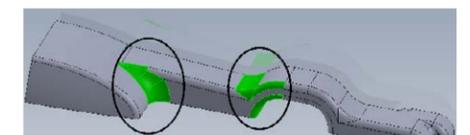


Fig. 9 Malla para FEA.

Para observar el comportamiento del resultado con el ensayo de tracción, se utilizó el módulo de simulación de CATIA V5 para la visualización de elementos finitos, que incorpora la formulación mecánica y las leyes de deformación de un material. Las propiedades mecánicas del ABS considerados en la simulación son las que se obtuvieron del procedimiento experimental (tabla 1).

En la figura 9 se aprecia la geometría del mecanismo pulsador utilizado, el espesor optimizado es de 1.75 mm en la zona de ruptura, las zonas marcadas indican las áreas optimizadas en el modelo final.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 10 muestra el modelo en base a un diseño racional elaborado con impresión 3D con empleo de tecnología de estrucción. En la figura 11 se observa el modelo con diseño racional durante el momento de la validación de los resultados experimentales por medio de una máquina universal.



Fig. 10. Impresión 3D del modelo optimizado.



Fig. 11. Prueba de tensión en máquina universal.

Los resultados presentados están referenciados como parte de la aplicación de los procesos de concepción y diseño y los parámetros de operación para la deformación del ABS. Las observaciones realizadas al aplicar pruebas de tensión y el diseño racional del producto se encuentran relacionadas con los radios de las entalladuras y esfuerzos resultantes atenuados. La figura 12 muestra la comparación de valores de esfuerzo y deformación obtenidos en ensayos experimentales (impresión 3D) y durante la simulación (CATIA v5).

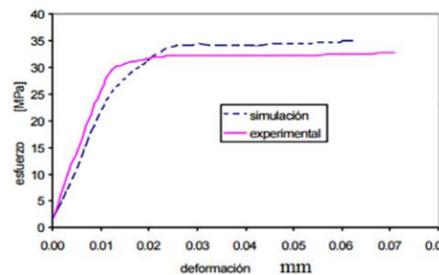


Fig. 12. Curva esfuerzo-deformación, comparación entre simulación y experimentación

En la figura 13 se observa la distribución de esfuerzo de Von Mises en la zona de estricción para una deformación en las áreas transversales de 0.0055 mm que corresponde a la deformación final. La mayor diferencia entre los esfuerzos de simulación y experimental se muestra alrededor de los 30 MPa, valor que no será superado por el esfuerzo (15 MPa) que se genera en correspondencia con la fuerza aplicada por el usuario común en el mecanismo pulsador.

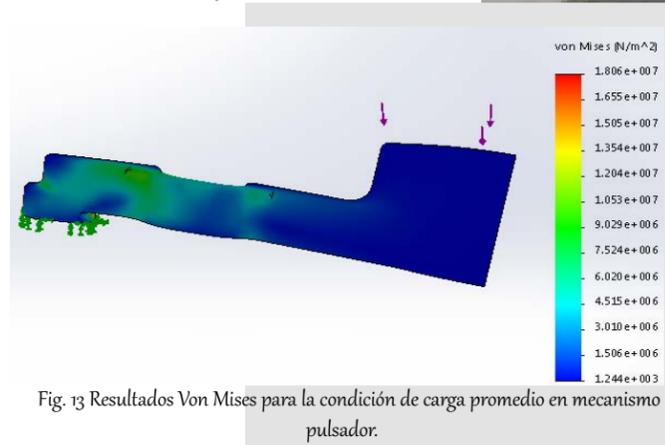


Fig. 13. Resultados Von Mises para la condición de carga promedio en mecanismo pulsador.

En la figura 14, se muestran los valores de esfuerzos entre la pieza piloto y la pieza control. Los resultados muestran una diferencia de un 80 % de mejora a la resistencia de la pieza piloto (diseño racional) contrastada con pieza control.

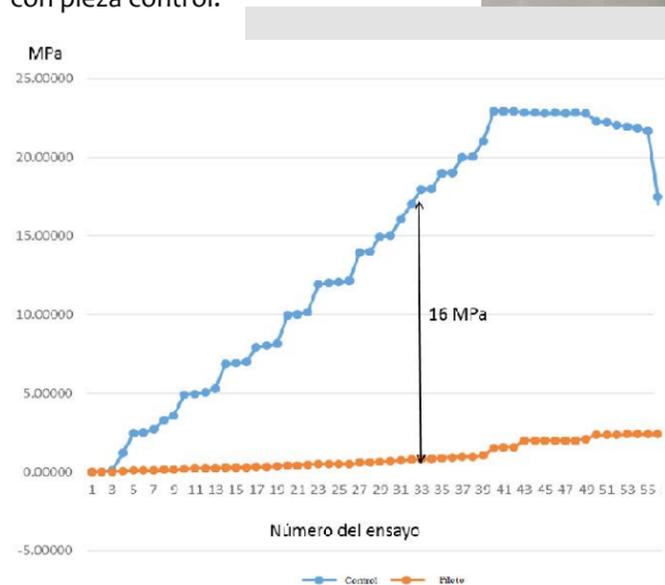


Fig. 14. Resultados con ensayo de esfuerzo entre pieza control (diseño original) y pieza de piloto (diseño racional).

Como resultado adicional pudo ser corroborada la ventaja de aplicar herramientas basadas en metodología PLM (Product Lifecycle Management), para introducir mejoras en la concepción de los diseños originales con el objetivo de incrementar su capacidad de trabajo y por consiguiente aumentar el ciclo de vida del producto. Para incrementar el ciclo de vida de un producto deben ser establecidas las etapas de análisis, síntesis y evaluación en todas las actividades para la construcción del nuevo producto así como fue desarrollado en este trabajo.

CONCLUSIONES

El análisis de las probetas ABS determinó que el formato de impresión por ingeniería aditiva no tiene influencia significativa para el mecanismo pulsador en la zona comprendida entre 0 y 20 N, lo que permite validar los resultados para fuerzas entre 15 N correspondiente a la fuerza aplicada por el usuario común en el mecanismo pulsador.

Las observaciones realizadas al aplicar pruebas de tensión y el diseño racional del producto fueron relacionadas con los radios de las entalladuras y esfuerzos resultantes atenuados con muy buena relación entre el análisis experimental y la simulación con la técnica de FEA empleando el software CATIA V5. En donde las mejoras introducidas en el asa telescópica muestran una diferencia de un 80 % de mejora en la resistencia de la pieza piloto (diseño racional) contrastada con pieza control.

Esta investigación fue orientada al diseño racional del mecanismo pulsador de un asa telescópica, donde fue ratificado que la durabilidad del elemento depende en buena medida y directamente del diseño y análisis posterior que permitieron evaluar los puntos de concentración de esfuerzos y proponer una geometría mejorada que conllevó al incremento en su ciclo de vida.

RECONOCIMIENTOS

Este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo del Departamento de Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Tecnológica de Aguascalientes de México quienes contribuyeron al desarrollo de las pruebas de ensayo de tensión. De igual forma se reconoce a la Universidad Lycée Polyvalent Gaston Crampe de Francia por las facilidades otorgadas para las pruebas del material ABS realizadas en el laboratorio.

REFERENCIAS

ASTM Standard, Standard test method for tensile properties of plastics (1991)

Bataller, Mame, Maletas de viaje. Disponible en web: <http://www.maletas.viajes/2014/04/maletas-abs-polycarbonato-de-nylon.html> Consultado en Julio 2016.

CHILL-N-GO. Telescoping handle replacement wine on wheels (WOW) Bags. September 2014, 2pp. Edit. chill-n-go. California. USA. Disponible en Web: <http://www.chill-n-go.com/Portals/o/Content-Flyers/HandleReplacement.Flyer.pdf> Consultado en Julio 2016.

GARCIA GARINO C., Un modelo numérico para el análisis de sólidos elastoplásticos sometidos a grandes deformaciones, Tesis Doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), España (1993).

HOME SHOPPING NETWORK (HSN). Handbag and luggage. Quality standards manual. October 2015. 24 pp. Disponible en Web: https://view.hsn.net/WebDocuments/documents/23_Handbags_QA%20Manual.pdf Consultado en Julio 2016.

KIRITSIS, D., 2010. Closed-loop PLM for Intelligent Products in the era of the internet of things. *Comput. Aided Des.* 43 (5), 479–501.

KNIGHT, Norman F. and STONE, Thomas J. Rapid modeling and analysis tools. Evolution, status, needs and directions. NASA Report # 2002-211751. 86 pp. Edit. National Aeronautics and Space Administration. Virginia. USA. 2002. Disponible en Web: <http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20020065553.pdf> Consultado en Julio 2016.

SHACKELFOR J., Introducción a la ciencia de materiales para ingenieros (1998).

SKYSCANNER. El mejor equipaje para viajar: Prueba de maletas hasta su destrucción. Skyscanner Ltd. 17 de febrero de 2014. Disponible en Web: <https://www.skyscanner.es/noticias/maletasapruera> Consultado en Julio 2016.

STAMPACK, A general finite element system for sheet stamping forming problems, Data input version, Spain, 2007. 2.1.0 Quantech ATZ S.A. Barcelona, España.

Utilisation du logiciel Flexion. December 2015, Análisis con RDM6 <http://www.docfoc.com/flexion-rdm6> Consultado Julio 2016.

United States Patent. Carry on multi-function luggage. Patent. No. USA 2005/0098402 A1. May.12, 2005. Inventor: Louis B. Cohen,

United States Patent. Retracting luggage work station. Patent. No. 7 987 955 B2. USA. Aug. 2, 2011. Inventor Jeffrey L. Puchalski,



Impacto en la eficiencia de proyectos mediante la implementación de gestión del conocimiento. Estudio de caso empresa Robuspack

García Arzate Josue
Posgrado CIATEQ, A.C.
Querétaro, Oro., México
garciaarzatejosue@gmail.com

Resumen

La presente investigación se realizó en la empresa Robuspack, clasificada dentro del SCIAN con el código 333249 (INEGI, 2017). Su problemática está relacionada con la eficiencia de sus proyectos, provocando sobrecostos y atrasos en el desarrollo de productos. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación fue seleccionar e implementar un modelo de gestión de conocimiento, para obtener una metodología estandarizada de administración de proyectos y evaluar el impacto que tiene sobre la eficiencia de los proyectos en Robuspack. Este trabajo se sustentó desde un enfoque cuantitativo y estableció un análisis comparativo de resultados de eficiencia entre el histórico y los obtenidos en una prueba piloto donde se implementó la metodología estandarizada para administrar proyectos. Al final de la investigación se concluyó que la implementación de un modelo de gestión de conocimiento tiene un impacto positivo en la eficiencia de proyectos en Robuspack.

Palabras clave

Gestión del conocimiento, administración de proyecto, eficiencia en proyectos

Abstract

The present investigation was carried out in Robuspack, classified inside SCIAN with the code 333249 (INEGI 2017). It's problems are related to the efficiency projects, which causes overruns costs and delays in the machinery manufacture. Therefore, the objective of this research was to select and implement a knowled-

ge management model, to obtain a standardized methodology for Project management and to evaluate the impact it has on the efficiency of the projects in Robuspack. This work was supported from a quantitative approach and established a benchmark analysis of efficiency results between the historical and those obtained in a pilot where the standardized methodology for managing projects was implemented. At the end of the investigation it was concluded that the implementation of a knowledge management model has a positive impact on the efficiency of projects in Robuspack.

Keywords

Knowledge management, project management, efficiency in projects

Introducción

Con la globalización se ha puesto en evidencia que en las naciones industriales líderes sólo se puede ser competitivo de forma duradera, cuando se utiliza mejor el conocimiento como factor de producción (Klaus & Rivas, 2008). Maldonado Guzman y Martinez Serna (2012) nos mencionan que en un ambiente de negocios incierto y en una nueva era de la economía que caracteriza al siglo XXI, la adquisición de mayores ventajas competitivas y el incremento en el nivel de competitividad se ha convertido en una de las principales prioridades de las empresas. Para lograr estas metas las organizaciones tienen que mejorar la gestión del conocimiento, ya que el nivel de competitividad depende de la capacidad de desarrollar y gestionar el conoci-

miento. Por su parte, Carballo (2006) dice que en ocasiones se requiere la creación de nuevos conocimientos para poder hacer realidad nuevas ideas; en otros casos la cuestión se soluciona echando mano de conocimientos ya existentes; en cualquier caso, la solución innovadora se basa en aplicar conocimientos distintos de los que se venían utilizando o en aplicarlos de forma diferente. Nonaka y Takeuchi (1995) mencionan que la gestión de conocimiento es la capacidad de una compañía para generar nuevos conocimientos, diseminarlos entre los miembros de la organización y materializarlos en bienes, servicios y sistemas.

Diversos trabajos han dado cuenta de las implicaciones que la gestión del conocimiento tiene en la eficiencia y competitividad de las empresas. Un estudio aplicado a las pequeñas y medianas empresas manufactureras de la Cd. de Morelia, Michoacán (Alfaro Calderón & Alfaro García, 2012), donde el objetivo fue desarrollar un modelo de gestión de conocimiento concluyó que la utilización de modelos de gestión de conocimiento para las empresas manufactureras, les proporciona una ventaja competitiva y también les brinda la oportunidad de seguir generando dichas ventajas. Por su parte, Godoy y Mora (2016) al realizar una investigación sobre la gestión del conocimiento y su importancia para la eficiencia y competitividad de las organizaciones actuales, concluyen que la implementación de gestión del conocimiento genera una nueva cultura en la organización, lo que facilita a compartir todos los ti-

pos de conocimientos que conlleven realizar las metas y objetivos de la organización de la forma más eficaz posible.

Por lo tanto, la presente investigación se encuentra basada en el estudio de la relación entre la gestión del conocimiento y la eficiencia de proyectos en Robuspack. Actualmente, en la empresa no existe una metodología estandarizada para administrar los proyectos, sólo se cuenta con una metodología convencional, esto provoca la falta de actividades estandarizadas y de procedimientos para realizar una adecuada planeación, seguimiento, control y cierre de los proyectos, por lo tanto, entre otros aspectos existe falta de seguimiento en actividades y recursos.

Planteamiento del problema

La problemática de Robuspack está relacionada con la eficiencia general de los proyectos de maquinaria (actualmente el promedio de este indicador es del 67%), y así mismo en la eficiencia en presupuesto (actualmente el promedio es del 71%) y en tiempo (en promedio es del 63%), por lo que existen sobrecostos y atrasos en el desarrollo y fabricación de maquinaria; esto provoca que las fechas pactadas de salida al mercado de las máquinas, la entrega comprometida con los clientes y el costo de desarrollo y fabricación no se cumplan, causando que la maquinaria pierda atraktividad comercial por los precios y tiempos de salida al mercado fuera de objetivo.

Hipótesis

La implementación de un modelo de gestión de conocimiento puede mejorar la eficiencia de los proyectos en Robuspack.

Desarrollo

Con base en una investigación de Avendaño Pérez (2016) donde se analizan y comparan algunos de los modelos de gestión de conocimiento, se seleccionó el modelo SECI (So-

cialización, Exteriorización, Combinación, Interiorización) de Nonaka & Takeuchi (1995), para la implementación de gestión del conocimiento en la empresa Robuspack. Dicho modelo se caracteriza por la generación del conocimiento a través de la combinación de conocimiento tácito y explícito¹ (ver figura 1).

Se constituye en una espiral permanente de transformación interna del conocimiento que se desarrolla siguiendo cuatro fases: socialización, exteriorización, combinación e interiorización

Modelo de la creación del conocimiento: Nonaka y Takeuchi

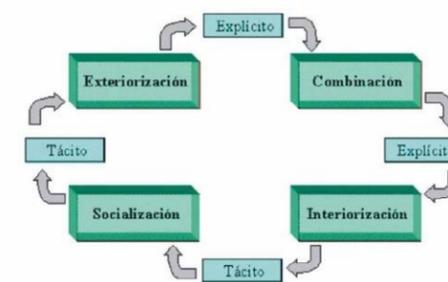


Figura 1. Modelo SECI de Nonaka y Takeuchi.

Al ser un modelo genérico, fue necesario adecuarlo y adaptarlo a la empresa Robuspack con el fin de obtener una metodología de gestión de conocimiento específica. El diseño de la metodología de gestión de conocimiento Robuspack, comenzó por analizar cada una de las 4 fases del modelo SECI, y así conocer su implicación, función y objetivo; por lo tanto, con esta base se identificaron y seleccionaron actividades particulares para cubrir lo que demanda cada fase. El objetivo de la metodología de gestión de conocimiento Robuspack es obtener una metodología estandarizada para administrar proyectos. En la figura 2, se muestra un esquema conceptual de la metodología de gestión de conocimiento Robuspack con base en el modelo SECI.



Figura 2. Metodología de gestión de conocimiento Robuspack con base en el modelo SECI.

¹El conocimiento tácito se compone de una serie de elementos intangibles que muchas veces no se pueden expresar o explicar, como la experiencia, las creencias, los valores, entre otros. Mientras que el conocimiento explícito consiste en información estructurada que puede ser codificada, normada y registrada como procedimientos.

1.- Fase de socialización: El objetivo de esta fase fue adquirir el conocimiento tácito del personal clave de Robuspack en el tema de administración de proyectos.

2.- Fase de exteriorización: Con base en el conocimiento tácito adquirido en la fase de socialización, se realizaron actividades específicas para convertirlo en mapas conceptuales y diagramas de flujo entendibles para cualquier colaborador en Robuspack.

3.- Fase de combinación: Los mapas conceptuales y diagramas de flujo se reforzaron con otras fuentes de conocimiento explícito relacionadas con el tema de administración de proyectos, con el objetivo de crear un conocimiento explícito más completo y sistemático, esto dio origen a la metodología estandarizada para administrar proyectos, conformada por un procedimiento general y tres instructivos específicos (planeación, seguimiento y control, y cierre de proyectos).

4.- Fase de interiorización: Se incorporó formalmente a la empresa la metodología estandarizada para administrar proyectos y se procedió a ponerlo en práctica con los nuevos proyectos de maquinaria.

Prueba piloto de metodología estandarizada para administrar proyectos Robuspack

Con base en la metodología estandarizada para administrar proyectos se realizó una prueba piloto, constituida por tres proyectos, dos de ellos durante el periodo final del año 2017 y uno a inicios del año 2018, y mediante la aplicación de las formulas que internamente utiliza la empresa para obtener los indicadores de eficiencia de los proyectos (figura 3), se logró obtener los resultados correspondientes, como se muestra en la Tabla 1.

$$\text{Eficiencia en tiempo} = \frac{\text{Duración planeada del proyecto}}{\text{Duración real del proyecto}}$$

$$\text{Eficiencia en presupuesto} = \frac{\text{Presupuesto planeado del proyecto}}{\text{Presupuesto real del proyecto}}$$

$$\text{Eficiencia general del proyecto} = (\text{Eficiencia en presupuesto} \cdot 50\%) + (\text{Eficiencia en tiempo} \cdot 50\%)$$

Figura 3. Fórmulas para calcular eficiencia general, de presupuesto y tiempo en proyectos Robuspack

AÑO	ID PROYECTO	INDICADOR DE EFICIENCIA DEL PROYECTO		
		TIEMPO	PRESUPUESTO	GENERAL
2017	H002	87%	92%	90%
2017	H003	85%	90%	87%
2018	I001	86%	95%	91%
PROMEDIO		86%	92%	89%

Tabla 1. Resultados de eficiencia en prueba piloto

Comparativo de indicadores de eficiencia en proyectos

Con base en la metodología convencional para administrar proyectos que Robuspack ha utilizado desde el año 2010, en la tabla 2 se muestran los indicadores promedio del histórico de eficiencia de los proyectos administrados bajo esta metodología.

PROYECTOS ADMINISTRADOS CON METODOLOGÍA CONVENCIONAL	INDICADOR PROMEDIO DE EFICIENCIA DEL PROYECTO		
	TIEMPO	PRESUPUESTO	GENERAL
	63%	71%	67%

Tabla 2. Resultados promedio de eficiencia con base en metodología convencional para administrar proyectos

Se realizó una comparación entre los resultados promedio de eficiencia de los proyectos administrados bajo la metodología estandarizada en la prueba piloto (tabla 1) y los resultados promedio del histórico de eficiencia de los proyectos administrados bajo la metodología convencional (tabla 2). De esta comparación, se observa que los indicadores promedio de eficiencia general, de tiempo y presupuesto en los proyectos administrados bajo la metodología estandarizada, son mayores que los indicadores de eficiencia de los proyectos administrados con la metodología convencional, en un 22%, 23% y 21% respectivamente.

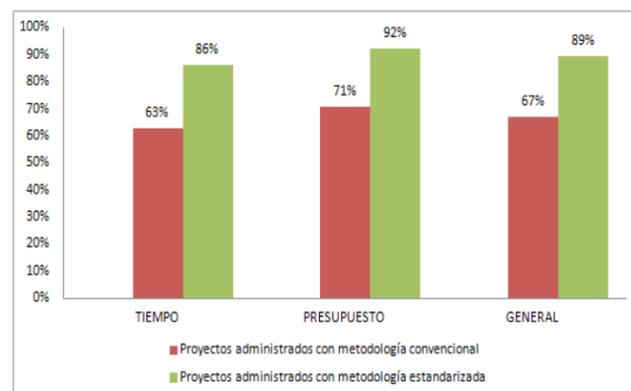


Figura 3. Comparativo de indicadores promedio de eficiencia.



Conclusiones

Se encontró un efecto positivo de la gestión del conocimiento en la eficiencia de los proyectos, ya que se observaron incrementos en relación a la eficiencia general, eficiencia en presupuesto y eficiencia en tiempo, por lo tanto se cumple la hipótesis de esta investigación: La implementación de un modelo de gestión de conocimiento puede mejorar la eficiencia de los proyectos en la empresa Robuspack.

A pesar de que la gestión del conocimiento tiene implicaciones en la eficiencia de proyectos, mediante la implementación de una metodología estandarizada para administrar proyectos, es importante considerar que hay riesgos, como el manejo del conocimiento y las implicaciones que tiene volverlo explícito, principalmente por la pérdida o fuga del mismo, lo que lleva a dejar abiertas líneas de investigación, en relación a la protección del conocimiento en empresas de investigación y desarrollo de maquinaria.

Referencias

- Alfaro Calderón, G. G., & Alfaro García, V. G. (2012). Modelo de gestión del conocimiento para la pequeña y mediana empresa. (S. M.B.A., Ed.) 20, 8-21.
- Avendaño Pérez, V. (Noviembre de 2016). Modelos teóricos de gestión del conocimiento: descriptores, conceptualizaciones y enfoques. *Entreciencias*, 4(10), 201-227.
- Carballo, R. (2006). *Innovación y gestión del conocimiento*. España: Diaz de Santos.
- Godoy Espinoza, M. P., & Mora Secaira, J. I. (2016). Gestión del conocimiento para el desarrollo de organizaciones inteligentes. *Revista Publicando*, 660-673.
- INEGI. (2017). Instituto Nacional de Estadística Geográfica e informática. Obtenido de Directorio Nacional de Unidades Economicas (DENUE): <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mapa/denue/>
- Klaus, N., & Rivas, R. (2008). *Gestión del conocimiento. Una guía práctica hacia la empresa inteligente*. Argentina: Libros en Red.
- Maldonado Guzmán, G., & Martínez Serna, M. d. (Agosto de 2012). La influencia de la gestión del conocimiento en el nivel de competitividad de la Pyme manufacturera de Aguascalientes. *Investigación y Ciencia*, 20(55), 24-32.
- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The Knowledge-creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. New York: Oxford University Press.





La gestión de la calidad como estrategia de productividad, una perspectiva desde la Norma IATF-16949-2016.

Luis Vázquez Estrada ¹

Leoncio Baltazar Baltazar-Jiménez ²

CIATEQ, Posgrado, Querétaro, México

¹CIATEQ, Querétaro, México, Sistema CONACYT.

lvazqueze13@gmail.com

²Universidad Tecnológica de Querétaro, México.

lbaltazar@uteq.edu.mx

RESUMEN

El objetivo central de esta investigación, es analizar el impacto de la norma IATF-16949 (2016) en la productividad de una empresa del sector eléctrico. La estrategia metodológica es cuantitativa y está basada en un estudio de caso; para ello, se seleccionó una de las tres empresas que conforman el apartado 335920 del Sistema de Clasificación para América del Norte (INEGI, SCIAN, 2018) correspondiente a la fabricación de cables de conducción eléctrica. El trabajo contempla un análisis comparativo mediante un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia del 95 % ($\alpha=0.05$) de los indicadores nivel de desperdicio (ND), disponibilidad operacional (DO), cumplimiento de especificaciones (CE) y entregas en tiempo (ET) medidos desde la base de productividad. Los criterios de análisis corresponden a indicadores medidos en planta, mediante el despliegue de la función de calidad (QFD), su impacto fue agrupado y ponderado en un índice global de productividad (IGP). Al final de la investigación, se corroboró que un sistema de gestión de calidad vinculado a herramientas de control de la norma automotriz IATF-16949-2016 contribuye a la mejora de la productividad organizacional y al incremento del IGP, condición que favorece a la detección, prevención y tratamiento de los puntos críticos de control en todas las fases del proceso.

PALABRAS CLAVE. Productividad, gestión de la calidad, IATF 16949-2016.

ABSTRACT

The main objective of this investigation, is to analyze the impact of IATF-16949 (2016) standard over a wire and cable industry productivity. The quantitative methodological strategy is based on a case study. One of the three companies (INEGI, SCIAN, 2018) number code 335920 dedicated to manufacturing electrical cables was selected. This work considers a comparative variance analysis (ANOVA) with a significance level of 95 % ($\alpha=0.05$) since the base of productivity for indicators waste level (ND), operational availability (DO), specifications fulfillment (CE) and orders deliveries on time (ET). The analysis criteria corresponding to measured indicators in the company, using the QFD tool (Quality Function Deployment); their impact were grouped and weighted in a global productivity index (IGP). At the end of this investigation, it was corroborated that a quality management system linked to control tools of IATF-16949-2016 automotive standard provides an increase of organizational productivity as well as the IGP, condition that promotes detection, prevention and treatment of critical control points in all process phases.

KEYWORDS. Productivity, quality management, IATF 16949-2016

I. INTRODUCCIÓN

Los procesos globales y la competitividad empresarial han empujado a las organizaciones a la innovación y mejora de sus procesos, en este desafío los sistemas de gestión de calidad han jugado un papel preponderante al instaurarse como premisa y requisito de negocio. La industria automotriz no ha sido la excepción, en un afán de exceder los estándares de satisfacción del cliente y aumentar las oportunidades de negocio, la industria automotriz incorporó la norma IATF-16949 adaptando los procesos que hasta el año 2016 estaban incorporados en la norma ISO/TS 16949:2009.

Con este cambio, las empresas del sector automotriz centran sus esfuerzos en obtener reconocimiento del proveedor a nivel internacional, demostrando con ello no solo la conformidad de los requisitos del cliente, sino una mejora en la gestión del pensamiento basado en el riesgo.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Ante los cambios generados en el mercado de componentes plásticos hacia el uso de productos más seguros para las personas y el medio ambiente, el uso de poliolefinas como materiales para la fabricación de aislamientos y cubiertas de cables se ha

incrementado y así continuará en los próximos años. Para el desarrollo de este trabajo se recurrió como unidad de estudio a una planta de mezclado de compuestos aislantes base poliolefina localizada en la ciudad de San Luis Potosí, corresponde a una línea de mezclado con un extrusor continuo tipo Buss 10-14. La capacidad total actual es aproximadamente de 70 toneladas mensuales, que potencialmente puede ser incrementada si se optimiza su funcionamiento.

Desde el inicio de sus actividades en el año 2000, la planta estudiada realizó el proceso de mezclado de un único compuesto, a partir del año 2015 por la tendencia mundial hacia el uso de las poliolefinas, surgió la necesidad de incrementar la variedad de compuestos mezclados, así como asegurar la calidad de los mismos. En este nuevo escenario se ha decidido incorporar la norma IATF-16949-2016 como una herramienta de gestión de la calidad, con miras a mejorar los procesos y garantizar la satisfacción total de los clientes. Frente a esto las preguntas que surgen son, ¿en qué medida la norma IATF-16949-2016 ha incidido en el nivel de productividad de la empresa? y ¿cómo se ha dado este proceso? son las preguntas que guían este trabajo de investigación.

De forma empírica diversos trabajos han dado cuenta de las implicaciones que los sistemas de calidad tienen en la mejora en la calidad de los productos y niveles de productividad. Un estudio realizado por Hernández (2012) en una empresa manufacturera de empaques de polietileno tereftalato en Sudamérica, reportó una mejora significativa en la calidad y productividad de la empresa, entre los beneficios reportados se destaca la reducción de defectos, la optimización de la calidad del producto y la mejora de la eficiencia de la planta. Por su parte Dorin y Elod (2015), en un estudio de caso de una empresa en Rumania certificada bajo ISO 9001 y con miras a certificarse bajo TS 16949, lograron disminuir el número de partes rechazadas y confirmaron que, existe una

profunda conexión entre los costos de la no calidad y la implementación del control estadístico.

III. DISEÑO Y PROCESO METODOLÓGICO

La estrategia metodológica adoptada para este trabajo es cuantitativa y está basada en un estudio de caso, con lo que aspira a la observación de la unidad de análisis como un sistema cerrado, considerando su problemática global y privilegiando las variables de estudio, así como su relación con el contexto (Creswell, 1994). Para ello se seleccionó a una de las tres empresas ubicadas en San Luis Potosí que conforman el apartado 335920 del Sistema de Clasificación para América del Norte (SCIAN, INEGI, 2018) correspondiente a la fabricación de cables de conducción eléctrica.

La empresa se caracteriza por ser líder en el sector eléctrico nacional y pertenecer a uno de los grupos industriales más grandes de México. La importancia de estudiar a este sector industrial radica fundamentalmente en que, en el año 2017, ocupó el quinto lugar en exportaciones del sector de manufacturas eléctricas con un 3.43 % del total del sector, que representó un valor de \$1,058,024,754 USD y, a nivel nacional, una fuente de empleo para 18,087 personas en el año 2018 (CANAME. 2018).

El horizonte temporal considerado fue el año 2018 y los indicadores corresponden a los resultados de los ejercicios 2016 a 2017 y 2018 (enero-agosto).

Para efectos de cuantificar el impacto de la norma IATF-16949-2016 en la productividad de la empresa se recurrió a un análisis de varianza (ANOVA) usando el software estadístico Minitab® versión 17 considerando un nivel de significancia del 95 % ($\alpha=0.05$), con esta herramienta se aspira a identificar las diferencias entre los resultados de los procesos de mezclado respecto de los años 2016 y 2017. El comparativo de los resulta-

dos se realiza considerando cada uno de los indicadores: nivel de desperdicio (ND), disponibilidad operacional (DO), cumplimiento de especificaciones (CE) y entregas en tiempo (ET), medidos desde la base de productividad para, con base en ello determinar el índice global de productividad (IGP) correspondiente al proceso de mezclado antes y después de la adopción de las herramientas de control de la norma IATF-16949-2016.

IV. DESARROLLO

A. Modelo de trabajo.

El modelo de trabajo en la planta de compuestos se conceptualiza en la fig.1, los recuadros en gris indican el aporte de las nuevas herramientas de control adoptadas de la norma IATF-16949-2016. El modelo se caracteriza por ser dinámico, todas las actividades están vinculadas a tres nuevas herramientas: el diagrama de flujo, que describe el funcionamiento de todo el proceso de mezclado, desde la recepción de materias primas hasta la liberación de los compuestos; el AMEF de proceso (análisis de modos y efectos de falla) que, con base en la experiencia y conocimiento acumulado por parte de todo el personal involucrado con el proceso, identifica y prioriza los problemas y riesgos con base en su ocurrencia, severidad y capacidad de detección de los mismos y; finalmente, el plan de control, en el cual se indican las acciones a tomar para la prevención, tratamiento y contención de los riesgos. Estas tres herramientas ayudaron a la identificación, medición y control de las características críticas de diseño (CCD), de proceso (CCP) y de producto (CC).



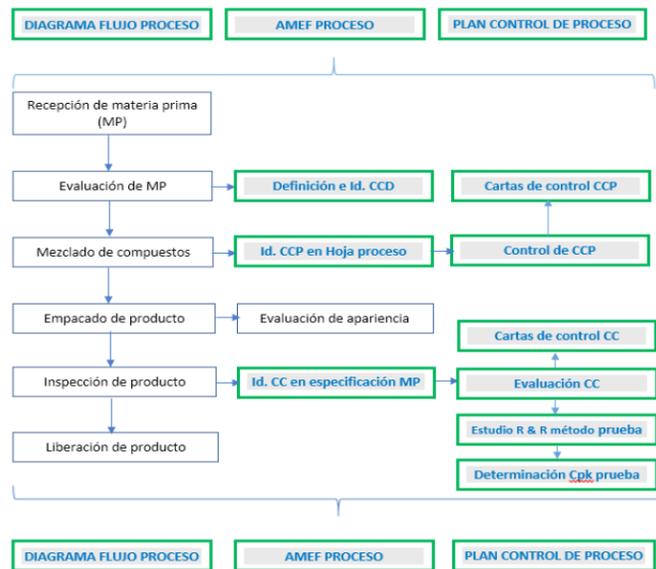


Fig. 1 Modelo de trabajo de la planta de compuestos.

Fuente: Elaboración propia con base en las actividades derivadas de la adopción de las herramientas de control de proceso.

B. Aportaciones de las herramientas adoptadas.

La aportación de las herramientas de control adoptadas de la norma IATF-16949-2016 a este trabajo, se describe en la tabla I.

TABLA I
APORTACIONES DE LAS HERRAMIENTAS DE IATF-16949-2016

HERRAMIENTA	APORTACIÓN
Diagrama de flujo	I. Descripción y visualización detallada del proceso de mezclado. II. Numeración de cada etapa del proceso
Especificación numerada	I. Identificación de todos los requisitos a cumplir. II. Identificación de características críticas de diseño (CCD). III. Identificación de características críticas de producto (CC)
AMEF de proceso	I. Identificación y clasificación de los riesgos con base en su ocurrencia, severidad y detección. II. Identificación de características críticas de proceso (CCP). III. Herramienta para la gestión del conocimiento y lecciones aprendidas. IV. Actualización de hojas de proceso indicando control de CCP.
Plan de control	I. Definición de líneas de acción para cada riesgo detectado. II. Elaboración de instrucciones de proceso. III. Elaboración de procedimientos de operación de la línea
Gráficos de control	I. Graficar CC, CCP para seguimiento y evaluación. II. Toma de acciones preventivas.
Cpk	I. Asegurar control de proceso. II. Definición de los valores de CC en especificación
Estudios R & R	I. Confiabilidad de las mediciones.

V. RESULTADOS

De acuerdo con los resultados encontrados, se percibe que, en conjunto, la implementación de las herramientas de control adoptadas de la Norma IATF-16949 permiten definir y establecer una metodología de trabajo bien ordenada, estructurada y con enfoque a la detección, prevención y tratamiento de los puntos críticos de control en todas las fases del proceso. Como consecuencia, se observa una mejora en los niveles de productividad de la planta. Un análisis estadístico con un nivel de significancia del 95% permitió reconocer que, los indicadores DO y ND mejoraron con el nuevo modelo de trabajo. En contraparte, los indicadores CE y ET no presentaron mejoras en sus resultados (tabla II). Las hipótesis de trabajo para este comparativo quedaron expresadas como:

Ho = No existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los indicadores.

Ha = Existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los indicadores.

TABLA II
ANOVA PARA LOS INDICADORES

PARÁMETRO	2016-2017	2018	VALOR P (α = 0.05)	Ho
Datos	24	8		
DO (%)	86.68	94.51	0.002	Rechazo
ND (%)	2.48	0.89	0.001	Rechazo
CE (%)	99.57	100.00	No existe diferencia entre medias	Acepto
ET (%)	100.00	100.00		Acepto

Los resultados encontrados exponen que, con base en los requerimientos de productividad de la planta, el QFD pondera el impacto de cada uno de los indicadores como se presenta en la tabla III.

TABLA III
PONDERACIÓN DEL IMPACTO DE LOS INDICADORES

REQUISITO TÉCNICO	PONDERACIÓN RELATIVA (%)
Nivel de desperdicio (ND)	46.1
Disponibilidad operacional (DO)	22.0
Cumplir especificaciones (CE)	19.2
Entregas en tiempo (ET)	12.7
Total	100

El nivel de desperdicio refiere a un indicador de efecto negativo en la productividad, se transforma en un indicador de efecto positivo denominado como material conforme (MC) y definido por:

$$MC = 1 - ND^5$$

⁵Fórmulas de aportación propia, construidas con base en la ponderación de cada indicador obtenida con el QFD.

Teniendo los cuatro indicadores en un nivel de impacto positivo para la productividad y, tomando los valores de la tabla III, el IGP se define por la ecuación:

$$IGP(\%) = 46.1MC + 22.0DO + 19.2CE + 12.7ET$$

El valor de esta ecuación, radica en que, representa a la productividad como un índice único, con un enfoque multicriterio y fácil de interpretar.

El cálculo del IGP permite confirmar que, la productividad se incrementó en 4.04 puntos porcentuales de los años 2016-2017 (IGP=93.23%) al 2018 (IGP=97.27%). Esta mejora en la productividad se sustenta principalmente en el efecto positivo para los índices ND y DO.

Existen otros beneficios no cuantificables por los índices de productividad medidos, pero que contribuyen a mejorar la metodología de trabajo en la planta de compuestos, entre ellos se citan la actualización de materias primas con base en el cálculo de las capacidades de proceso (Cpk) para las CC identificadas; elaboración de cartas de control para CCP y CC que, al identificar tendencias conllevan a toma de acciones preventivas; elaboración de instructivos de trabajo y operación que promueven la uniformidad de criterios en la operación, eliminan errores sistemáticos y representan documentos de consulta y apoyo para el personal de la planta; y finalmente el AMEF y el plan de control como herramientas de gestión del conocimiento y de documentación de lecciones aprendidas.

VI. CONCLUSIONES

1. Se encontró evidencia suficiente para afirmar que un sistema de gestión vinculado a herramientas de control de la norma IATF-16949-2016 reporta mejoras en la productividad de la planta estudiada. Las herramientas implementadas permiten definir y establecer una metodología de trabajo bien ordenada, estructurada y con

enfoque a la detección, prevención y tratamiento de los puntos críticos de control en todas las fases del proceso, promueven, además, una cultura con dinámica de retroalimentación y de mejora continua.

2. Los resultados encontrados exhiben que los indicadores CE y ET permanecieron siempre con valores de 100%, lo que hace suponer que han estado bajo control de la planta aún antes de este estudio. Esta condición resta sensibilidad al IGP calculado puesto que ambos indicadores adquieren el comportamiento de una constante y no de una variable.

3. Los resultados sugieren que es factible el uso del QFD como herramienta para la definición de un IGP que represente a la productividad como un índice único, con un enfoque multicriterio fácil de interpretar. Sin embargo, para que este IGP sea sensible a los cambios, es de suma importancia que las variables o índices seleccionados sean representativos de lo que se pretende medir.

4. El análisis estadístico de los datos permitió reconocer a DO y ND como los indicadores críticos para mejorar la productividad, sobre ellos habrá que seguir trabajando para la identificación y eliminación de errores sistemáticos en el proceso y seguir con la mejora continua del mismo.

Si bien los resultados dan cuenta de una mejora en la productividad de la planta, también permiten observar limitaciones en cuanto a la definición

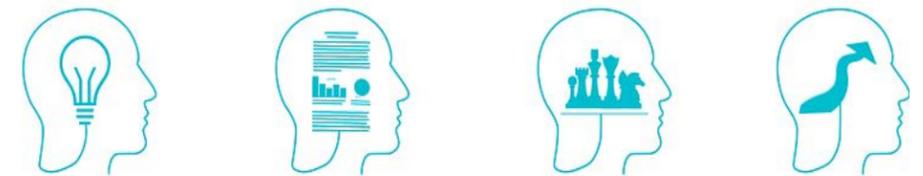
de los indicadores y al número de herramientas adoptadas. En virtud de esto, se plantean nuevos cuestionamientos que sientan las bases para la continuidad de la investigación sobre las siguientes líneas:

-Sobre la gestión de indicadores con capacidad de medir la sensibilidad de productividad en planta.

-Sobre la cultura laboral y su papel en la adopción de nuevas normas de gestión de calidad en la empresa.

REFERENCIAS

- Cámara Nacional de Manufacturas Eléctricas (CANAME). (2018). Estadísticas del Sector 2018. Obtenido el 23 de octubre de 2018, desde: https://drive.google.com/file/d/0B9L1D_PhuToRNDB4d3duZnRkajQ/view
- Creswell, J. (1994). *Research Design. Qualitative and Quantitative Approaches*. Estados Unidos. SAGE Publications.
- Dorin, L. Elod, N. (2015). *Improving product quality by implementing ISO TS 16949*. 8th. International Conference Interdisciplinarity in Engineering. Inter-eng 2014. 9-10 october 2014. Tirgu-Mures. Romania. Procedia Technology. 19. pp. 1004-1011. Elsevier.
- Hernández, J. (2012). *Mejoramiento de la calidad y productividad en una empresa manufacturera de empaques de polietileno tereftalato*. Revista INGENIERÍA UC, 19 (3), pp. 34-43.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). (2018). *Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN)*. (2018). Rev. 4. p. 39. Obtenido el 22 de octubre de 2018, desde: http://www.beta.inegi.org.mx/contenidos/app/scian/tabla_xiv.pdf
- International Automotive Task Force (2016). *Norma del sistema de gestión de la calidad automotriz*. International IATF-16949-2016. (1ª ed). Southfield, Michigan. AIAG.





Propuesta para la aplicación del cuadro de mando integral como instrumento de gestión estratégica que ayude en el aumento de la productividad en las MIPYMES del sector tortillero de Irapuato, Gto. A través del estudio de caso Tortillería Guanajuato. Primera etapa.

María Susana Infante Esquivel, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
m.susana.infante@hotmail.com

Octaviano Jesús Gallardo Hernández, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
octaviano_gallardo@outlook.com

Lilia Trejo Romero, Instituto Tecnológico Superior de Irapuato
lilitre@hotmail.com

ABSTRACT. Currently, competitiveness is a dominant element in the development of companies that is strongly associated with the rate of productivity. Therefore, it is of great importance to constantly measure productivity whereby the performance of the organization is evaluated, innovation and the definition of its business strategies (Masis Arce & Morales Sandoval, 2014)

According to (Eichengreen, Donghyun, & Shin, 2011) in their study carried out in 74 countries between 1950 and 1990, they showed that the deceleration in productivity growth generated 85% of the periods of low economic growth on average. With which they concluded that the higher the rate of productivity the lower the risk of productivity decline. Based on information from the (Centros Europeos de Empresas Innovadoras, 2008) it is necessary to work with an adequate strategy to complement high productivity and make the company more competitive. The present research is correlational Mixed method, because it is desired to verify the index of association between the variables to be studied; in other words, if there is influence in the control of productivity through the Balanced Scorecard; The expected results are: Increasing the capacity of the manager to formulate strategies, and improve decision making through the Balanced Scorecard (BSC) as well as control the productivity of the production area through the

proposed strategies. In this way, it is concluded that productivity is a vital factor for the performance and optimal growth of micro-pyme.

Key Word: Productivity, Balanced Scorecard (BSC), Strategic Management.

RESUMEN. En la actualidad la competitividad resulta ser un factor preponderante para el desarrollo de las empresas, la cual se encuentra estrechamente relacionado con el índice de productividad. Por ello es importante la medición constante de la misma, con lo cual se evalúa el desempeño de la organización, la innovación y la definición de sus estrategias empresariales. (Masis Arce & Morales Sandoval, 2014)

De acuerdo a (Eichengreen, Donghyun, & Shin, 2011) en su estudio realizado a 74 países entre los años de 1950 a 1990, demostraron que la desaceleración del crecimiento de la productividad generó el 85% de los periodos de bajo crecimiento económico en promedio. Con lo que concluyeron que mientras mayor sea la tasa de crecimiento de la productividad, existe menor riesgo de un declive de la producción. Con base a información proporcionada por los (Centros Europeos de Empresas Innovadoras, 2008) es necesario trabajar con una adecuada estrategia para complementar una alta productividad y así hacer más competitiva la empresa. La presente investigación es del tipo

Mixta correlacional, debido a que se desea comprobar la asociación entre las variables a estudiar, es decir, si existe influencia en el control de la productividad por medio del Cuadro de Mando Integral (CMI); Los resultados esperados son: Aumentar la capacidad del gerente para formular estrategias y mejorar la toma de decisiones por medio del CMI así como controlar la productividad del área de producción por medio de las estrategias propuestas. De esta manera se concluye que la productividad es un factor vital para el desempeño y el crecientito óptimo de las micropymes.

Palabras clave: Productividad, Cuadro de Mando Integral (CMI), Gestión Estratégica.

I. Introducción

En la actualidad estamos inmersos en un mundo globalizado donde las empresas deben de estar preparadas ante entornos turbulentos, dinámicos e imprescindibles y se hace indispensable contar con instrumentos que ayuden a llevar una gestión eficiente dentro y fuera de los negocios para convertir debilidades en fortalezas, evitar amenazas y aprovechar oportunidades, una herramienta vital es el Cuadro de Mando Integral para implantar una estrategia de negocio competitiva que pueda influir en el aumento de la productividad en una micropyme; de acuerdo a (INEGI, 2014) se resalta la

productividad como factor clave en la supervivencia de una mipyme, y es que este término nos ayuda a determinar la relación entre los insumos utilizados y los productos obtenidos en un tiempo determinado, variable principal de este estudio. La gestión estratégica se define como un conjunto de actividades que permiten el correcto funcionamiento y desarrollo de la organización; la cual está integrada por tres procesos: formulación de estrategia, despliegue de la misma y seguimiento y mejora. La estrategia dirige las acciones futuras de la organización basadas en los objetivos estratégicos. El despliegue y seguimiento de la estrategia se desarrolla por medio del Cuadro de Mando Integral el cual permite medir y controlar el avance de cada una de las estrategias.

II. Objetivo

Identificar el estado actual de la gestión estratégica de la Tortillería Guanajuato por medio de las herramientas FODA y aplicación del cuestionario, para conocer áreas de oportunidad desde las cuatro perspectivas del Cuadro de Mando Integral (CMI) como primera etapa de la investigación.

a) Antecedentes

Se considera que tras la Segunda Guerra Mundial se aplicó de una manera más seria la planificación empresarial, la cual se basaba en la planificación presupuestaria anual; esta era una herramienta utilizada para el control de la empresa. Durante los años cincuenta surge la planificación moderna en la "Harvard Business School" donde se dejó de planificar las funciones de modo independiente y se comenzó a diseñar de estrategias generales debido al aumento de tamaño de las empresas. A finales de los años setenta con la crisis del petróleo en España y la limitación de la tasa de crecimiento se enfoca la atención en la competencia y el mercado. Se le da el nombre de esta metodología como "Modelos de Ubicación de Negocio" que incluyen

el enfoque estratégico de Porter y su estudio del valor de la cadena de valor de la empresa. Como se hizo mención anteriormente, en la actualidad la gestión estratégica está integrada por tres procesos: formulación de estrategia, despliegue de la misma y seguimiento y mejora. El despliegue y seguimiento de la estrategia se desarrolla por medio del Cuadro de Mando Integral el cual permite medir y controlar el avance de cada una de las estrategias. (CEX Centros de Excelencia, 2016)

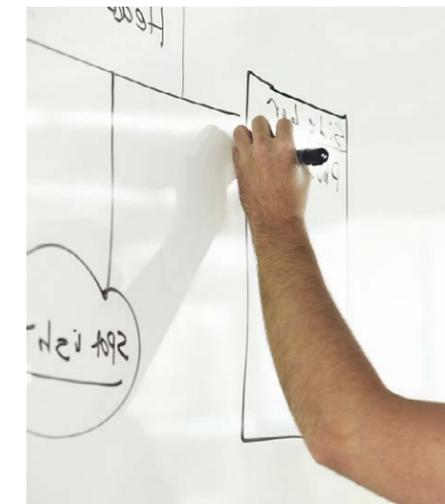
El control de gestión estuvo basado en el control de los costes durante el siglo XX siendo hasta los años veinte la implementación de procedimientos contables actuales y en los sesenta existía una competencia limitada debido a sus productos que tenían un largo ciclo de vida y una estructura jerárquica muy inflexible. La crisis del petróleo de esa misma década produjo la ya mencionada metodología "Modelos de Ubicación de Negocio" permitiendo la apertura de nuevos mercados y más variedad de productos para los clientes. Por este gran cambio el control de gestión tradicional no fue suficiente ya que se requería una visión a futuro para obtener resultados sostenibles a largo plazo. Para ello fue necesario establecer objetivos/ metas. En los años noventa surgió el modelo Cuadro de Mando Integral conocido en inglés como Balanced Scorecard creado por Kaplan y Norton. Este modelo permite diseñar, establecer y mejorar las estrategias para el cumplimiento de los objetivos de una organización. Este modelo está basado en cuatro perspectivas:

Perspectiva financiera, Perspectiva de los clientes, Excelencia de los procesos internos y Aprendizaje y crecimiento. (CEX Centros de Excelencia, 2016)

III. Planteamiento del problema

La ejecución del CMI como herramienta de gestión estratégica en la mipyme Tortillería Guanajuato se argumenta en la desorganización exis-

tente en el área financiera y administrativa de la misma, a su vez siendo de gran importancia la implementación de un modelo que guíe en la toma de decisiones y mejore la ejecución de las actividades por parte de todos los involucrados en la mipyme.



IV. Revisión de la literatura

El presente estudio analiza la implementación del Cuadro de Mando Integral (CMI) como herramienta para el aumento de la productividad de las micropymes de Irapuato, Gto. Estudio de caso Tortillería Guanajuato.

Por ejemplo, (Flores Ruiz, 2010) realiza una tesis sobre su Modelo de dirección estratégica implementando el cuadro de mando integral para la pequeña empresa. Un estudio de caso: La empresa Scotts de México. Analiza la implementación del CMI como la principal herramienta para gestión estrategia de la empresa Scotts empresa comercializadora de productos, la investigación presenta la limitante que el objeto de estudio no es una MIPYME nacional además depende de una matriz ubicada en otro país, sin embargo presenta una problemática similar, debido a que sus actividades se desarrollan en el mismo entorno competitivo y cambiante, la investigación presenta la metodología para la aplicación del CMI en las diferentes MIPYMES de México enfatizando en la adaptabilidad del modelo para cada empresa y sus diferentes necesidades.

(Figuroa Carrión, 2015) Realiza una tesis sobre la importancia de la implementación de un sistema de gestión estratégico con la finalidad de aumenta la productividad y ventaja competitiva de la Cooperativa de Ahorro y Crédito Crediamigo Ltda. Menciona a la mala toma de decisiones de la empresa como problemática principal del objeto de estudio, derivado de la ausencia de una planeación estratégica, debido a que la empresa no cuenta con un plan de acción que guíe sus acciones en el futuro, la empresa no tiene un seguimiento de los objetivos propuestos, lo cual provoca la desorganización en procesos de administración financiera, atención al cliente y comunicación interna. Por medio de la aplicación de encuestas de satisfacción dirigidas a los clientes, encuestas de ambiente laboral, además realizar el análisis de documentación interna de la empresa, diseña el modelo de gestión estratégica adecuada para la organización.

(Vásquez Solano, 2015) Su artículo presenta una investigación por conveniencia, en la cual pretende establecer un modelo de proceso estratégico homogéneo para las empresas pymes de Perú, el cual pretende resolver la de gestión y organización que presentan las empresas mencionadas con anterioridad, aplicando el Balanced Scorecard como la base de su modelo, dicho modelo está compuesto por tres etapas: la primera el Fortalecimiento de capacidades, en la cual se analiza a la empresa desde los cuatros aspectos: la identificación de cliente, definición de procesos, identificación de capacidades laborales y prioridades gerenciales; en dicha etapa se formulan la misión, la visión y los objetivos a corto, mediano y largo plazo. La segunda etapa nombrada como análisis pyme permite conocer la situación actual de la empresa. Finalmente presenta la etapa de diseño de acuerdo con el autor es una etapa de creatividad donde se diseñan las estrategias para la consumación de los objetivos.

(Mayor Reyes, 2016) Presenta en su tesis una investigación, descripción, y evaluación sobre las diferentes herramientas de gestión estratégica; entre las cuales destaca el Análisis y matriz DOFA, las fuerzas competitivas de Porter, resaltando el Balanced Scorecard como modelo estratégico, el autor sopesa las características de cada una de las herramientas, proponiéndolas para dar solución a los principales factores de fracaso de las pymes de Bogotá.

V. Metodología

La presente investigación se trata de un estudio de caso, de carácter descriptivo ya que su finalidad es caracterizar y describir las variables que alteran a la organización y su productividad. Por medio de la identificación y descripción de las variables principales que afectan a la productividad de la pyme, se pretende dar explicación del fenómeno a través del estudio de sus

causas y realizar propuestas que permitan solucionar los problemas descritos. Para determinar la población solamente se examinó a los integrantes de la mipyme Tortillería Guanajuato debido a que facilitó toda la información interna de la misma para poder realizar el estudio y el resto de las mipymes seleccionadas para el estudio se restringieron bastante al proporcionarnos información y datos específicos. La información requerida para el diagnóstico organizacional se recolecto por medio de entrevistas, lluvia de ideas y un cuestionario que realizaron los trabajadores y el dueño de la mipyme. La demás información literaria fue obtenida de fuentes secundarias (tesis, artículos, libros, etc.).

Se aplicó el Control de Gestión Estratégica con apoyo del modelo de Cuadro de Mando Integral para el diseño e implementación de estrategias que ayudaran a la mejora de la productividad de la mipyme. Los pasos que se siguieron son:

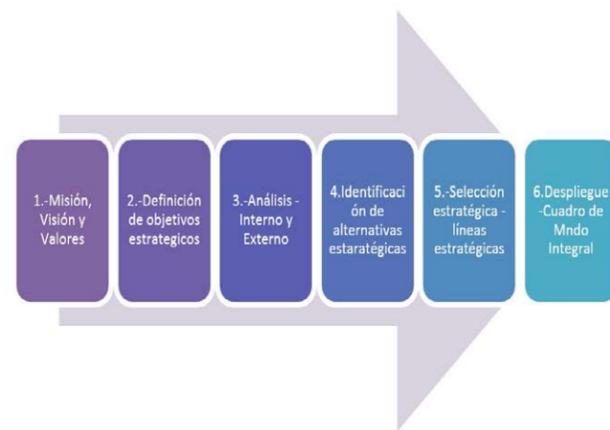


Fig. 1 Metodología para la ejecución de la gestión estratégica. Elaboración propia basado en guía para la reflexión estratégica en pymes industriales (CEX Centros de Excelencia, 2016).

VI. Resultados y conclusiones

Como resultado de la investigación se obtuvo el objeto de estudio Tortillería Guanajuato no cuenta con los conocimientos para la aplicación de la gestión estratégica, por ello carece de una estructura administrativa sólida, no mantiene un control financiero.

Se observó a demás que la unidad económica adolece en la planificación y organización, tal y como lo describe (Figuroa Carrión, 2015) la carencia de un modelo de gestión estratégica provoca la inadecuada toma de decisiones a nivel operativo, táctico y estratégico mismo que se presentó en la mipyme.

Por medio la aplicación de la primera etapa de (Figuroa Carrión, 2015) aplicando la herramienta de diagnóstico para la micro y mediana empresa (M., C., & V., 2012) se comprobó el estado actual de la Mipyme con respecto a los clientes, la administración, las finanzas, procesos y los colaboradores, permitiendo corroborar la necesidad de implementar un modelo de control de

gestión. Por medio de la aplicación del análisis FODA basado en la metodología de (Figuroa Carrión, 2015) se desplegaron las principales amenazas así como las fortalezas actuales de la mipyme a las cuales serán la base para la segunda etapa del proyecto de investigación.

De acuerdo (Figuroa Carrión, 2015) el conocimiento de la aplicación de la gestión estratégica por parte de los mandos gerenciales provoca que toda la unidad económica se encamine hacia la consumación de los objetivos planteados, los mandos administrativos y gerenciales del el objeto de estudio Tortillería Guanajuato carecen de este conocimiento, por ello la empresa no ha innovado en sus procesos de producción, de la misma manera no cuenta con productos innovadores para atraer nuevos mercados, a priori la empresa la empresa no tiene una guía y solamente labora para subsistir y satisfacer las necesidades del dueño.

Se esperan resultados favorables para la siguiente etapa de la investigación que es identificar el nivel de productividad, aplicar del control estratégico diseñado con sus objetivos estratégicos planteados, así como la aplicación del Cuadro de Mando Integral para crear las estrategias, medirlas y mejorarlas.

Tabla 1 FODA a Mipyme Tortillería Guanajuato

Fortalezas:	Oportunidades:
<p>Finanzas</p> <ul style="list-style-type: none"> La empresa no tiene el gasto de renta, debido a que cuenta con un local propio. La empresa se mantiene estable, tiene los ingresos suficientes poder pagar sus gastos y sus costos. <p>Atención al cliente</p> <ul style="list-style-type: none"> La empresa tiene una amplia cartera de clientes, resultado de sus más de 40 años de trabajo. <p>Procesos internos</p> <ul style="list-style-type: none"> Se cuenta con maquinaria y equipo propio. La empresa tiene el servicio de molienda de chiles, trigo, masa. <p>Formación y crecimiento</p> <p>El personal cuenta con amplia experiencia sobre el proceso de producción.</p>	<p>Finanzas</p> <ul style="list-style-type: none"> Implementar la contabilidad administrativa. Mantener un registro de las ventas. Contactar con nuevos proveedores. <p>Atención al cliente</p> <ul style="list-style-type: none"> Apertura de nuevos mercados debido a la tendencia del cuidado de la salud como: las tortillas de nopal, tortillas de maíz de azul, tortillas de maíz integral. Buscar nuevos clientes, como servicios de banquetes, o comedores industriales. <p>Procesos Internos</p> <ul style="list-style-type: none"> La aprobación para el financiamiento de fondos Guanajuato, la empresa puede adquirir nueva maquinaria para reestablecerse en su mercado actual, e incursionar en nuevos mercados. Implementación de nuevas tecnologías en el proceso de producción para la reducción de costos, como: Uso de calentadores solares para disminuir el consumo de gas, el uso de paneles solares para disminuir el consumo eléctrico. <p>Formación y crecimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> Establecer el sistema de jerarquías, así como la descripción de los puestos. Cambio administrativo, debido a elevada edad del dueño de la empresa, la empresa está en camino a un cambio generacional.

Debilidades:	Amenazas:
<p>Finanzas</p> <ul style="list-style-type: none"> No se cuenta con un control de entradas y salidas, así como no se lleva a cabo la contabilidad financiera de la empresa. El dueño no cuenta con conocimientos sobre la administración financiera, y trabaja de forma empírica. <p>Atención al cliente</p> <ul style="list-style-type: none"> No se cuenta con perfiles de clientes, se produce tortilla de un solo tamaño en específico, lo cual reduce su mercado. <p>Procesos internos</p> <ul style="list-style-type: none"> No se trabaja bajo una filosofía empresarial, la empresa carece de los fundamentos de la gestión estratégica. No se cuenta con equipo actualizado, la maquina tortilladora requiere rectificación, el molino de maíz presenta averías en el motor, las tinas para la cocción del nixtamal presentan fugas. Existe resistencia al cambio sobre la implementación de nuevas tecnologías, para producción de nuevos productos como la venta de tortilla de nopal. No maneja estándares de calidad acordes la norma ISO 9000 <p>Formación y crecimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> No hay una línea jerárquica establecida, los empleados obedecen las órdenes del dueño y de los hijos del dueño, lo cual genera una comunicación deficiente entre los trabajadores. No existe una descripción de puestos. <p>Los hijos del dueño; no cuentan con capacitación de liderazgo, abordan las situaciones de forma autoritaria, no aceptan recomendaciones de los trabajadores, creando un ambiente pesado de trabajo.</p>	<p>Finanzas</p> <ul style="list-style-type: none"> El desconocimiento de la nueva reforma fiscal. El incremento de los precios de la materia prima. El aumenta el costo de los insumo, sin embargo el gobierno no permite el aumento del precio de la tortilla. <p>Atención al cliente</p> <ul style="list-style-type: none"> Debido a las dietas y nuevas tendencias de alimentación, la tortilla es un producto que se consume en menor cantidad cada día, debido las 218 calorías que contienen 100 g. de tortilla de maíz. Los clientes buscan satisfacer sus necesidades con diferentes presentaciones de tortillas como: pequeñas para la venta de tacos, grandes para la venta de quesadillas, tortillas de maíz blanco, tortillas de maíz azul, de nopal, etc. Los clientes muestra por productos procesados como el pan, tortillas de harina, el bolillo... entre otros. <p>Procesos internos</p> <ul style="list-style-type: none"> La nueva competencia tiene equipos modernos y más sofisticados. Los nuevos procesos de producción y la alta calidad que se exige actualmente. Los nuevos equipos para la producción de tortillas de maíz tienen un costo elevado. <p>Formación y crecimiento</p> <ul style="list-style-type: none"> Los nuevos emprendedores en el sector tortillero, tienen una formación académica nivel superior, lo cual les brinda mayor preparación y conocimientos para una mejor administración. Las capacitaciones para la gestión y administración de negocios, son costosas.

Elaboración propia.



Tabla 2 Objetivos estratégicos para las perspectivas del CMI

Perspectivas			
Finanzas	Cliente	Procesos internos	Aprendizaje y crecimiento
¿Qué actividades permitirán mejorar económicamente a la mipyme?	¿Qué aspectos de la relación con el cliente afectan los resultados económicos?	¿Cuáles son los procesos internos en los que se debe mejorar para cumplir con las expectativas de los clientes?	¿Por medio de qué actividades se puede un mejor nivel en los procesos?
Incrementar los ingresos. Llevar un control en la contabilidad. Reducir los costos operativos.	Mejorar la calidad del servicio. Retención y adquisición de nuevos clientes. Satisfacción de los clientes.	Mejorar la productividad de la mipyme. Aumentar la optimización de los tiempos. Optimizar las tareas.	Mejorar las condiciones del establecimiento. Modernizar maquinaria y equipo. Aumentar el trabajo en equipo. Diseñar e implementar capacitación para los trabajadores.

Elaboración propia basada en aplicación del cuadro de mando integral (CMI) a una organización no gubernamental. (F., E., A., & K., 2015)

Bibliografía

- Centros Europeos de Empresas Innovadoras. (2008). Distribución en Planta. Valencia: Centros Europeos de Empresas Innovadoras de la Comunidad Valenciana.
- CEX Centros de Excelencia. (2016). Guía para la reflexión estratégica en PYMES industriales. CEX Centros de Excelencia.
- Eichengreen, B., Donghyun, P., & Shin, K. (2011). *When Fast Growing Economies Slow Down: International Evidence and Implications for China*. Cambridge: National Bureau of Economic Research.
- F., G., E., R., A., L., & K., P. (2015). *Administración estratégica: Aplicación del cuadro de mando integral (CMI) a una organización no gubernamental*. Revista de Ciencias Sociales RCS, 136-159.
- Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas. (s.f). ANÁLISIS FINANCIERO "VALOR ECONOMICO AGREGADO" EVA.
- Figuroa Carrión, A. (2015). *Propuesta de un modelo de gestión estratégica orientada a aumentar la productividad y ventaja competitiva de la cooperativa de ahorro y crédito "Crediamigo" LTDA*. (Tesis de Maestría). Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador-Matriz.
- Flores Ruiz, D. (2010). *Modelo de Dirección Estratégica Implementando El Cuadro de Mando Integral para la Pequeña Empresa, un estudio de caso: La Empresa Scotts de México* (tesis de Maestría). Andalucía: Univesidad Internacional de Andalucía.
- INEGI. (2009). *Micro, Pequeña, Mediana y Gran Empresa*. Obtenido de INEGI: http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/censos/ce2009/pdf/M_PYMES.pdf
- INEGI. (2014). *Esperanza de vida de los negocios en México*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadística y Geografía: <http://www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/Investigacion/Experimentales/esperanza/default.aspx>
- INEGI. (2017). *Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas*. Obtenido de INEGI: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapa/denu/default.aspx#>
- INEGI. (2018). *Censos Economicos*. Obtenido de Sistema Autorizado de Información Cenesal (SAIC): <http://www.beta.inegi.org.mx/app/saic/>
- Lasanta, I. (2018). ¿Qué es y en qué consiste el Cuadro de Mando Integral (CMI)?

Obtenido de IEDGE Business School: <https://www.iedge.eu/ines-lasanta-que-es-en-que-consiste-el-cuadro-de-mando-integral-cmi>

M., A., C., F., & V., T. (2012). *Creación de una herramienta de diagnóstico para la micro y pequeña empresa*. Santiago: Universidad de Chile.

Masis Arce, A., & Morales Sandoval, C. (2014). *La Medición de la productividad: una aplicación emperica en una cooperativa agroalimentaria de Costa Rica*. Tec Empresarial. Vol 8 (2), 41-49.

Mayor Reyes, M. (2016). *Balanced Scorecard como elemento Diferenciador en pymes de la ciudad de Bogotá*. (Tesis de licenciatura). Bogotá: Universidad Militar Nueva Granda Facultad de Ciencias Económicas Especialización de Alta Gerencia Bogotá D.C.

Organización Internacional del trabajo (OIT). (2017). *Desafíos de la productividad en el mundo laboral*. Obtenido de ILO: http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/-americas/-ro-lima/-sro-santiago/documents/publication/wcms_549576.pdf

Vásquez Solano, J. (2015). *Metodología de Implementación de modelo Balanced Scorecard para la Gestión Estratégica. Caso: Pymes del Perú*. Perú: Universidad Piura.

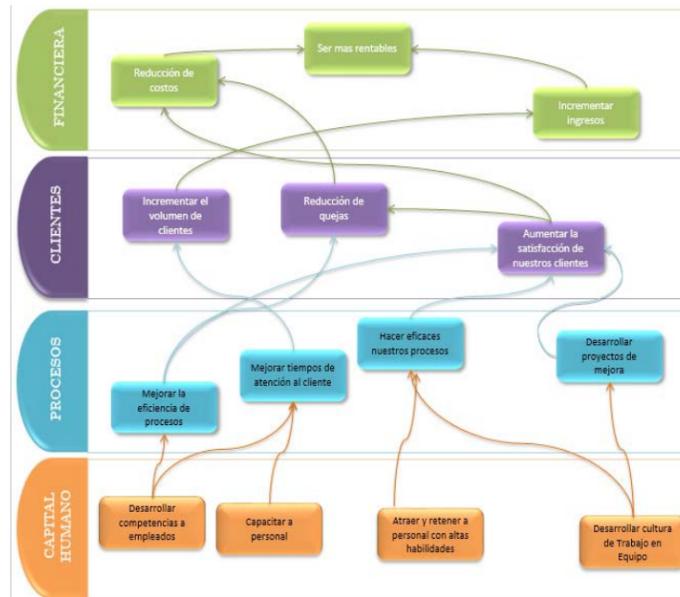


Fig. 2 Mapa Estratégico.



¡Estudia una Ingeniería!

Te ofrecemos las carreras de:

- **Sistemas** computacionales
- **Administración**
- **Mecatrónica**
- **Industrial**



Carreras Ejecutivas (Estudia los sábados)

- **Industrial**
- **Administración**

Además contamos con:

- Cursos de inglés presenciales, semi-presenciales y en línea, niveles básico, intermedio y avanzado (examen de ubicación de Cambridge English Placement Test), además somos Centro Aplicador TOEFL-ITP

Contáctanos...!!

www.tecsuperiorslp.edu.mx



Tec Superior SLP



44.45.72.22.39

www.tecsuperiorslp.edu.mx