

Multidisciplinas de la Ingeniería

Año X, No. 16. Noviembre 2022 – Abril 2023

<http://www.multidisciplinasdelaingenieria.com>

EISSN: 2395 - 843X

Semestral



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FIME

FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Rector

Dr. Santos Guzmán López

Secretario General

Dr. Juan Paura García

Secretario Académico

Dr. Jaime Arturo Castillo Elizondo

Secretario de Extensión y Cultura

Dr. José Javier Villarreal Tostado

Director de Editorial Universitaria

Lic. Antonio Ramos Revillas

Director de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica

Dr. Arnulfo Treviño Cubero

Director de la Revista Multidisciplinas de la Ingeniería

Dr. Arturo Torres Bugdud

Editores Responsables

Dra. Martha Elia García Reboloso

M.A. Alfredo López Vázquez

Edición web

M.A. Juan Pablo Garza

M.A. Juan Diego Guerrero Villegas

Edición de estilo y formato

M.A. Juan Diego Guerrero Villegas

Multidisciplinas de la Ingeniería, Año X, No. 16. Noviembre 2022 - Abril 2023. Es una publicación Semestral, editada por la Universidad Autónoma de Nuevo León, a través de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica.

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

Editores Responsables: Martha Elia García Reboloso y Alfredo López Vázquez. Reserva de derechos al uso exclusivo: 04-2014-102111590900-203. EISSN: 2395-843X. Ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, Registro de marca ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial: en trámite. Responsable de la última actualización: Juan Diego Guerrero Villegas, Av. Pedro de Alba S/N. Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza, N.L., México. Fecha de última actualización: 01 de noviembre 2022.

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

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

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

UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE SERVICIO EN EL CONTEXTO DE LA PANDEMIA POR COVID-19.

Págs. 1 – 12

MEJORA DE MÉTODOS PARA OPTIMIZAR TIEMPOS EN LA ELABORACIÓN DE EXHIBIDORES DE ACRÍLICOS.

Págs. 13 – 22

USABILIDAD, DETERMINANTE EN LA EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA DE USUARIO DE LA APP MÓVIL TECN/ITCA.

Págs. 23 – 32

AJUSTES DIMENSIONALES PREVENTIVO.

Págs. 33 – 43

PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE CURSOS MASIVOS EN LÍNEA PARA LA FORMACIÓN MULTIDISCIPLINAR DE UNA UNIVERSIDAD EN CONFINAMIENTO.

Págs. 44 – 55

IMPACTO SOCIOECONÓMICO, EN LOS MINERALES INDUSTRIALES EN MÉXICO.

Págs. 56 – 68

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE FIBRAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS TEXTILES.

Págs. 69 – 80

DISEÑO DE CUBREBOCAS: MATERIALES Y PROCESOS QUE DETERMINAN EL GRADO DE EFICIENCIA EN LA FILTRACION.

Págs. 81 – 90

UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE SERVICIO EN EL CONTEXTO DE LA PANDEMIA POR COVID-19

UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE SERVICIO EN EL CONTEXTO DE LA PANDEMIA POR COVID-19

A SERVICE-LEARNING EXPERIENCE IN THE CONTEXT OF THE COVID-19 PANDEMIC

Alma Delia Otero Escobar¹Guillermo Leonel Sánchez Hernández²María Luisa Velasco Ramírez³

RESUMEN

A raíz del confinamiento a nivel mundial a causa del virus COVID-19 las actividades en general se paralizaron, miles de estudiantes dejaron de asistir a la escuela, muchos trabajadores fueron llamados a trabajar desde casa, se restringieron los accesos a centros comerciales y la economía sufrió un rezago muy significativo, en particular los estudiantes universitarios dejaron de prestar sus servicios en apoyo a la sociedad. Esta investigación se basa en el Aprendizaje Servicio como una estrategia de enseñanza para garantizar la vinculación entre los estudiantes y la sociedad, ante el escenario de confinamiento se buscaron alternativas para continuar con la inmersión de los estudiantes en la solución de los problemas de las organizaciones. A través de una metodología de naturaleza cuantitativa, el objetivo del estudio fue identificar la contribución del aprendizaje servicio ante el contexto de pandemia por COVID-19. Entre los resultados, se descubrió que los estudiantes reconocen que el contenido curricular de la experiencia educativa se adapta muy bien a la hora de emprender el aprendizaje servicio, reconociendo su utilidad para poder relacionarse con el sector social y permitiéndoles en su mayoría adquirir responsabilidades ante las organizaciones y saber cómo comunicarse con los clientes para lograr resolver las problemáticas identificadas. Los logros con el Aprendizaje Servicio son importantes y han permitido que los estudiantes encuentren motivación durante su encierro.

PALABRAS CLAVE: aprendizaje servicio, propuestas tecnológicas, recursos educativos

Fecha de recepción: 02 de mayo, 2022.

Fecha de aceptación: 09 de junio, 2022.

¹ Profesora de tiempo completo de la Licenciatura en Sistemas Computacionales Administrativos de la Universidad Veracruzana

² Profesor de tiempo Completo de la Licenciatura en Sistemas Computacionales Administrativos de la Universidad Veracruzana

³ Profesora de tiempo completo de la Licenciatura en Sistemas Computacionales Administrativos de la Universidad Veracruzana

UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE SERVICIO EN EL CONTEXTO DE LA PANDEMIA POR COVID-19

ABSTRACT

As a result of the worldwide confinement due to the COVID-19 virus, activities in general were paralyzed, thousands of students stopped attending school, many workers were called to work from home, access to shopping centers and the economy were restricted suffered a very significant lag, in particular university students stopped providing their services in support of society. This research is based on Service Learning as a teaching strategy to guarantee the link between students and society, given the confinement scenario, alternatives were sought to continue immersing students in solving organizational problems. Through a methodology of a quantitative nature, the objective of the study was to identify the contribution of service learning in the context of the COVID-19 pandemic. Among the results, it was discovered that the students recognize that the curricular content of the educational experience adapts very well when undertaking service-learning, recognizing its usefulness in being able to relate to the social sector and allowing them to mostly acquire responsibilities before the organizations and know how to communicate with customers in order to solve the problems identified. The achievements with Service Learning are important and have allowed students to find motivation during their lockdown.

Keywords: service learning, technological proposals, educational resources

INTRODUCCIÓN

Al aprovechar la vinculación con la sociedad que permite a los estudiantes colaborar e interactuar y la participación del profesor como facilitador en los procesos educativos, el Aprendizaje Servicio (ApS) es una estrategia en la que los profesores planifican sus clases e integran actividades para que los estudiantes interactúen con la sociedad de tal forma que tengan una experiencia real con el entorno en que se desenvuelven.

De acuerdo con Mosquera(2020) el Aprendizaje Servicio supone poner el acento en las competencias no cognitivas, en los valores y en las actitudes, sin dejar de lado el currículum. Es una oportunidad de establecer relaciones con la comunidad y con la realidad que rodea a nuestros estudiantes, más allá de sus pantallas y de las cuatro paredes del aula.

Ahora bien, durante la educación remota de emergencia el ApS tuvo la necesidad de migrar a la virtualidad a través del uso de las tecnologías, de acuerdo con Waldner, McGorry y Widener(2012) y Manjarrés-Riesco et al. (2020): "El Aprendizaje-Servicio Virtual es un Aprendizaje-Servicio mediado por las Tecnologías de la Información y la Comunicación, en el que el componente de enseñanza, el componente de servicio o ambos se realizan online, a menudo.

A través de esta investigación se detalla el proceso de implementación del ApS en el contexto de educación superior, teniendo como resultado final un producto de naturaleza tecnológica en apoyo a las problemáticas identificadas en las organizaciones que se encuentran al alcance de los estudiantes.



UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE SERVICIO EN EL CONTEXTO DE LA PANDEMIA POR COVID-19

JUSTIFICACIÓN

Contexto de estudio

La experiencia educativa de Soluciones Tecnológicas Aplicables a las Organizaciones pertenece al área disciplinaria del programa de Contaduría en la Universidad Veracruz. Su unidad de competencia es que el estudiante aplique tecnología de información y comunicación como una herramienta para mejorar la productividad, rentabilidad y competitividad de una organización.

En este sentido, en dicha experiencia educativa, se promueve la participación activa de los estudiantes para identificar el tipo de tecnología adecuada para apoyar en la solución de problemáticas reales de las organizaciones.

Por esta razón, es necesario hacer preguntas de activación para analizar, de manera preliminar, situaciones para resolver problemas complejos. En este sentido, se analizó el mercado, la competitividad empresarial y las diferentes situaciones que los estudiantes deberían considerar para una solución apoyada en la tecnología.

Por lo tanto, al utilizar la tecnología y contar con la asistencia del profesor durante el proceso de aprendizaje, algunos elementos se combinan para contribuir, de esta manera, al propio proceso educativo del estudiante. Las actividades de aprendizaje se llevaron a cabo a través de sesiones sincrónicas a través de la plataforma de aprendizaje institucional y un grupo cerrado en Facebook para la comunicación y comentarios de los estudiantes. Como producto final, en equipos, los estudiantes diseñaron sus propuestas de solución tecnológica y las presentaron a través de sitios web mostrando el modelo de negocios utilizado y entregando la documentación digital como evidencia del proyecto.

Posteriormente se aplicó un instrumento a los estudiantes para indagar acerca de la percepción de éstos una vez concluida su experiencia con el ApS.

Desarrollo del aprendizaje servicio

El ApS es una metodología que parte de *necesidades, problemas o retos reales* que presenta el entorno próximo y también lejano. El ApS comienza con un ejercicio de análisis de la realidad y de crítica para determinar qué intervención pueden llevar a cabo los y las estudiantes para mejorar las deficiencias detectadas.

El ApS permite la formación del alumnado poniendo los contenidos teóricos del aula al servicio de la sociedad. Se trata de una propuesta educativa que combina procesos de aprendizaje y de servicio en un solo proyecto bien articulado, en el que los participantes aprenden al trabajar en necesidades reales del entorno con la finalidad de mejorarlo. Uruñuela (2017).

Es así que se consideró apropiado diseñar un proyecto siguiendo el proceso sistemático del modelo Canvas, (Pizarro, 2011). De este modo, al aplicar sus ideas originales, buscar sobre las organizaciones locales y planificar su propuesta, los estudiantes crearon una solución tecnológica.

Medios y recursos para la implementación

El curso se desarrolló a través de sesiones sincrónicas mediante la aplicación de *Microsoft Teams* proporcionada por la institución, además se utilizó la plataforma institucional *Eminus* para la coordinación del curso; el almacenamiento de la documentación (una guía de acción de la solución

UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE SERVICIO EN EL CONTEXTO DE LA PANDEMIA POR COVID-19

propuesta y las fuentes de información) así como un medio para enviar las actividades que respaldan el proyecto final; y el trabajo escrito que documenta el proyecto final, Eminus (2021).

Se optó por el uso de un grupo cerrado y foro de discusión a través de la red social de *Facebook*, esto con la finalidad de mejorar las interacciones entre estudiantes y profesor. El foro solía discutir y dar *feedback* a lo largo del curso, Otero (2021).

Al final cada propuesta de solución tecnológica fue presentada y publicada a través de Sitios *Web*. Para llevar a cabo el proyecto final, se siguieron las indicaciones y pautas generales del modelo de negocio Canvas. Según ellos, una empresa debe ser establecida sistemáticamente. Esos pasos fueron adaptados para experiencia educativa descrita anteriormente, para lo cual se organizaron equipos de trabajo de 5 estudiantes o menos cada uno.

A lo largo del curso, se llevaron a cabo actividades complementarias en sesiones presenciales y, posteriormente, se cargaron en la plataforma digital institucional para ser evaluadas. También hubo una constante retroalimentación y discusión en el foro de *Facebook*. Al final del curso, se llevó a cabo una presentación de los proyectos en formato virtual a través de la plataforma *Teams* donde se tuvo la participación de profesores invitados y de los clientes a los que se les brindó el servicio.

METODOLOGÍA

La metodología utilizada en este proyecto fue cuantitativa, de acuerdo con (Hernández, Fernández y Baptista, 2014), se basó en una muestra no probabilística de tipo intencional al ser la que mejor se adecuó a esta investigación, Otzen y Manterola (2017), 50 estudiantes participaron en el estudio; la técnica de la encuesta con un cuestionario estructurado se aplicó en línea. De acuerdo con León, Belando y Sánchez (2020) el instrumento que se aplicó cuenta con validez de contenido con resultados muy favorables y está compuesto por una estructura de tres dimensiones básicas y siempre presentes en el ApS: la formativa (como fin), el aprendizaje (como medio) y el servicio (como compromiso con la comunidad), en la Tabla 1 se presentan las dimensiones con sus correspondientes subdimensiones.

Tabla 1. Dimensiones y subdimensiones de análisis. Fuente: León, Belando y Sánchez (2020)

Dimensión	Subdimensiones
<i>Formativa</i>	<i>Contenido curricular</i> (se centra en aquellos aspectos relacionados con el aprendizaje desde la universidad)
	<i>Formación implícita en la experiencia</i> (comprende la utilidad, el conocimiento y la capacidad de aprendizaje que desarrollan los estudiantes, así como la generación de su autoformación).
<i>Aprendizaje</i>	<i>Relacionado con el desarrollo profesional</i> (la adquisición de responsabilidad, crecimiento y tiempo, a la vez que establece nuevas herramientas para el futuro profesional)
	<i>Relacionado con aspectos comunicativos</i> (atiende a la reflexión compartida, la creación de redes de conocimiento y la mejora de las comunicaciones)
	<i>Relacionado con aspectos sociales</i> (centrada en el sentido del servicio, su valor y proyección hacia los demás)
<i>Servicio</i>	<i>Desarrollo personal</i> (centrada en competencias que generan una mayor iniciativa, toma de decisiones, compromiso y un mejor ambiente en el transcurso de la experiencia con la sociedad)

UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE SERVICIO EN EL CONTEXTO DE LA PANDEMIA POR COVID-19

	<i>Planificación del proyecto</i> (hace mención a las acciones que se realizan para adecuar el servicio a los diferentes participantes)
	<i>La participación durante el servicio</i> (en cuanto a su reconocimiento, implicación, coordinación y respuesta)

Los criterios utilizados para seleccionar a los participantes fueron: (1) haber sido estudiante de la experiencia educativa de Soluciones Tecnológicas Aplicables a las Organizaciones de la Licenciatura en Contaduría en la Facultad de Contaduría y Administración, (2) haber trabajado activamente en el desarrollo de un proyecto de solución tecnológica en apoyo a la sociedad y haber aplicado la metodología de aprendizaje servicio tanto de forma individual como en y (3) estar dispuesto a responder a la encuesta completa.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La experiencia de aprendizaje servicio se llevó a cabo en entornos virtuales para la obtención de los saberes teóricos del curso y presenciales para la interacción entre los estudiantes y los encargados de las organizaciones que brindaron toda la información necesaria para el desarrollo de la solución tecnológica. En ambos, la participación del estudiante fue notable durante la experiencia educativa. Las ideas innovadoras prevalecieron como evidencia a través de las propuestas de ideas de negocios considerando necesidades reales que enfrentan la sociedad

A continuación, se presenta los resultados obtenidos de la aplicación del instrumento descrito con anterioridad.

I. Información demográfica

El 48,0% de los estudiantes encuestados correspondió al género femenino mientras el resto al género masculino. La edad del 62,0% de los estudiantes se encontró entre 18 y 19 años; el 34,0% entre 20 y 21 años y el resto entre 22 y 23 años.

II. Dimensión formativa

Como se puede observar en la Tabla 2, se destaca que en la dimensión formativa los resultados son muy buenos, los contenidos tratados en la estrategia de ApS se relacionan totalmente con los saberes teóricos estudiados en la experiencia educativa así como también el servicio otorgado se relaciona con la metodología de ApS, por lo que se considera que esta metodología se apega en las experiencias educativas que permiten llevar a cabo el proceso de vinculación entre los estudiantes y la sociedad además de permitir que adquieran experiencias útiles para su futuro profesional.

UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE SERVICIO EN EL CONTEXTO DE LA PANDEMIA POR COVID-19

Tabla 2. Resultados al evaluar la dimensión formativa.

Indicador	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Indeciso
Contenidos El servicio está relacionado con los contenidos de la experiencia educativa	62,0%	38,0%		
Transferencia El servicio está relacionado con los contenidos curriculares de mi futura profesión	38,0%	48,0%		14,0%
Conexión con el grado El servicio está vinculado con el aprendizaje en la universidad	62,0%	32,0%		6,0%
Valoración de la utilidad / formación El aprendizaje realizado es útil para mi formación como profesional	56,0%	44,0%		
El aprendizaje realizado es útil para mi formación personal	32,0%	64,0%		4,0%
Autoformación He recibido material formativo para mi formación individual (autoformación)	46,0%	54,0%		
Conocimientos He adquirido conocimientos prácticos a través de la experiencia	52,0%	48,0%		
Capacidad de aprendizaje He desarrollado capacidad de aprendizaje en nuevos contextos	40,0%	60,0%		

III. Dimensión de aprendizaje

En la dimensión de aprendizaje los estudiantes de manera mayoritaria están de acuerdo con la responsabilidad que ha implicado el trabajo con las organizaciones a las que se les ofertó y el crecimiento personal se ha visto beneficiado al permitirles acercarse como futuros profesionistas a las áreas de desempeño real y poder proponer soluciones basadas en tecnología para mejorar los contextos de desarrollo y mejorar los vínculos con las organizaciones. Por otro lado, los estudiantes son concientes de la importancia de su trabajo con el sector externo lo que les ha permitido incrementar su motivación. En la Tabla 3 se pueden observar los resultados de manera cuantitativa.



**UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE SERVICIO EN EL CONTEXTO DE
LA PANDEMIA POR COVID-19**

Tabla 3. Resultados al evaluar la dimensión de aprendizaje.

Indicador	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Indeciso
Responsabilidad Me he sentido responsable de mis acciones	40,0%	56,0%		4,0%
Considero que he adquirido mayor responsabilidad para mi desempeño profesional	50,0%	50,0%		
Crecimiento He crecido personalmente durante el desarrollo del servicio	46,0%	46,0%		8,0%
Tiempo He desarrollado capacidad para organizar y planificar mi tiempo	38,0%	58,0%		4,0%
Aprendizaje La metodología Aprendizaje-Servicio me ha ayudado a obtener herramientas para mi futuro profesional	50,0%	56,0%		4,0%
Vínculos / relaciones profesionales La experiencia me ha proporcionado mayor reflexión social vinculada a mi futura práctica profesional	42,0%	46,0%		12,0%
He compartido reflexiones con diferentes personas sobre la práctica del aprendizaje-servicio	30,0%	54,0%	4,0%	12,0%
El trabajo en equipo me ha facilitado crear redes de conocimiento	38,0%	50,0%		12,0%
Mis habilidades comunicativas han mejorado	40,0%	44,0%	4,0%	12,0%
Conciencia/ Proyección social Comprendo el sentido del servicio realizado como ayuda hacia los demás	34,0%	66,0%		
He sido consciente de la necesidad de vincular la realidad de la sociedad con la universidad	38,0%	62,0%		
La experiencia ha aumentado mi sensibilidad social	22,0%	62,0%		16,0%

IV. Dimensión de servicio

En cuanto al servicio otorgado por los estudiantes en su mayoría están de acuerdo con la necesidad de tomar decisiones para el éxito del proyecto, tener iniciativa para presentar las propuestas a las organizaciones, cumplir con las expectativas de los implicados donde se prestó el servicio para lograr un aporte real y significativo además de que les fomentó un grado de compromiso más allá del trabajo en el aula virtual para obtener una calificación aprobatoria y que los resultados han reflejado el

**UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE SERVICIO EN EL CONTEXTO DE
LA PANDEMIA POR COVID-19**

trabajo cooperativo y colaborativo entre los integrantes del equipo y en este caso el docente. En la Tabla 4 se puede observar la información particular.

Tabla 4. Resultados al evaluar la dimensión de servicio.

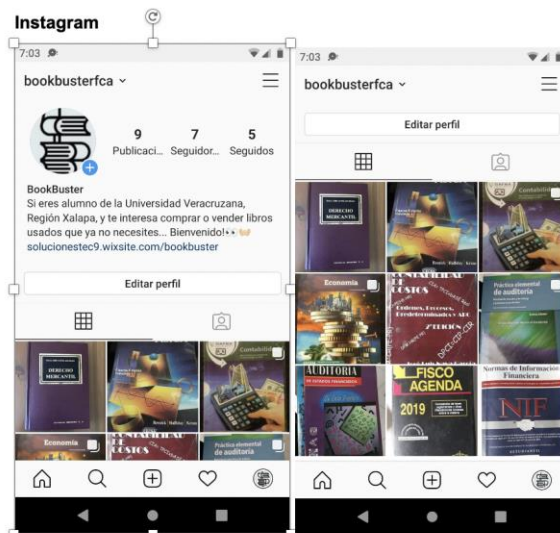
Indicador	Totalmente de acuerdo	De acuerdo	En desacuerdo	Indeciso
Toma de decisión Cuando ha sido necesario, he tomado decisiones para el buen funcionamiento del servicio	22,0%	66,0%		12,0%
Iniciativa He tenido la iniciativa de plantear diferentes puntos de vista para organizar las sesiones	32,0%	58,0%	2,0%	8,0%
Expectativas En general, el servicio (proyecto, programa) ha cumplido con mis expectativas	38,0%	62,0%		
Aportación Mi servicio ha respondido a necesidades de la institución/entidad donde se realiza el servicio	50,0%	46,0%		2,0%
Compromiso Me he sentido comprometido/a con el proyecto	58,0%	42,0%		
Ambiente El ambiente de aprendizaje ha beneficiado el trabajo en grupo	36,0%	48,0%		16,0%
Diagnóstico He realizado actividades atendiendo a las necesidades de los participantes del proyecto	34,0%	66,0%		
Recursos Los recursos del centro han sido suficientes	34,0%	66,0%		
Tiempo La duración del servicio ha sido adecuada	42,0%	50,0%		8,0%
Organización La distribución de las tareas ha sido adecuada	32,0%	54,0%	6,0%	8,0%
Evaluación Se ha evaluado el proyecto a lo largo de su proceso	66,0%	30,0%		4,0%
Participación en la organización Mi participación ha sido reconocida	42,0%	54,0%		4,0%

UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE SERVICIO EN EL CONTEXTO DE LA PANDEMIA POR COVID-19

He participado en la organización y desarrollo del proyecto	54,0%	42,0%		4,0%
He participado en la coordinación de actividades durante el servicio	42,0%	54,0%		4,0%
Respuesta Mi participación ha respondido de manera satisfactoria a las necesidades de la institución/entidad donde se realiza el servicio	38,0%	58,0%		4,0%

En total se desarrollaron 11 proyectos a través del modelo ApS, logrando aportar a la sociedad soluciones basadas en tecnologías y sobre todo logrando el objetivo de vincular a los estudiantes con las organizaciones. En la Figura 1 se presentan algunas imágenes de proyectos que se realizaron por los estudiantes como producto final del curso aplicando la metodología de ApS.

Páginas web y perfiles en redes sociales



UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE SERVICIO EN EL CONTEXTO DE LA PANDEMIA POR COVID-19



Fig. 1. Ejemplos de proyectos de Aprendizaje Servicio. Autor: Elaboración propia.

Con respecto al aprendizaje apropiado, los estudiantes indicaron que el uso de la tecnología era bueno porque les ayudó a hacer su producto final; y hubo una comunicación continua profesor-alumno y alumno-alumno. Los estudiantes descubrieron que el aprendizaje era mucho más significativo.

Se puede afirmar la contribución del aprendizaje servicio al señalar que el diseño, la recreación y la organización de un ambiente de aprendizaje requieren una mediación integral del profesor respaldada por criterios pedagógicos para que los estudiantes puedan lograr experiencias de aprendizaje significativas, es importante señalar que el desempeño del profesor como mediador de aprendizaje en entornos en línea, cara a cara o de modo mixto, representa un agente de humanización en la transmisión cultural, considerando el serio cambio en la cultura, la información y los medios de comunicación.

En resumen, la mediación del profesor les permite a los estudiantes comprender mejor porque los alienta a estar dispuestos y les da una retroalimentación educativa constante.

CONCLUSIONES

Los entornos de aprendizaje definen la interrelación, la colaboración, el trabajo conjunto y el desarrollo de procesos cognitivos entre profesores y estudiantes para generar aprendizaje. En este contexto, la experiencia educativa Soluciones tecnológicas aplicables a las Organizaciones se unió a los entornos de participación e interrelación profesor-alumno y destacó la competencia para desarrollar en los estudiantes, que era la evaluación del rendimiento de la tecnología de la información utilizada por las organizaciones para medir su eficiencia y eficacia.

UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE SERVICIO EN EL CONTEXTO DE LA PANDEMIA POR COVID-19

Se destaca el uso de la tecnología, a opinión de los estudiantes participantes, les favorece la comprensión de los temas estudiados y del desarrollo de los proyectos finales propuestos.

Se puede afirmar que las actividades de aprendizaje permitieron combinar entornos de aprendizaje y estrategias de enseñanza, así como la gestión del aprendizaje con estudiantes de la Licenciatura en Contaduría, concluyendo sobre la importancia del profesor para coordinar, organizar y planificar el entorno educativo, las estrategias de enseñanza y los recursos tecnológicos adecuados. El papel del profesor como organizador de los procesos de aprendizaje fue notable; También se reconoció el uso de la tecnología como elemento de gran valor para las propuestas finales.

Como propuesta de mejora se considera importante contar con mayor diversidad de herramientas tecnológicas para poder aprovecharse en las propuestas de soluciones que los estudiantes hacen, por otro lado, se podría intentar con otras redes sociales para fomentar la comunicación con los estudiantes, aunque el Facebook resultó muy acertado, ahora los chicos hacen uso de otras nuevas redes para interactuar.

BIBLIOGRAFIA

Cabero J. (2004). Communication tools in 'blended learning'. J Med Edu. 23:27-41.

Contreras R. (2006). Trends in education: Combined learning. Theoria. 15(1):111-117.

Eminus (2021). Sistema de Educación Distribuida. Copyright Universidad Veracruzana. Todos los derechos reservados. Reg. No. 03-2004-100112235900-01. Recuperado de <https://eminus.uv.mx/eminus/>

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (6a ed.). Mexico: Editorial Mc Graw-Hill.

León, V., Belando, M., Sánchez, S. (2020). Diseño y validación de un cuestionario para evaluar la metodología Aprendizaje-Servicio *Design and Validation of a Questionnaire to Evaluate the Service-Learning Methodology*. DOI: 10.15581/004.39.247-266

Manjarrés-Riesco, A., Pickin, S. J., Meana, H. A., y Rodríguez-Fernández, N. (2020). Virtu@I-ApS: Technological Support for Virtual Service-Learning. *RIED Revistalberoamericana de Educación a Distancia*, 23(1), 85-109. <https://doi.org/10.5944/ried.23.1.24397>.

Márquez J. (2010). Innovation in business models: Osterwalder's methodology in practice. EAFIT MBA Magazine. 1:30-47.

**UNA EXPERIENCIA DE APRENDIZAJE SERVICIO EN EL CONTEXTO DE
LA PANDEMIA POR COVID-19**

- Mosquera, I. (2020). Aprendizaje Servicio: la metodología social que necesitamos. Recuperado de <https://www.unir.net/educacion/revista/aprendizaje-servicio-la-metodologia-social-que-necesitamos/>
- Osorio L and Duart J. (2011). Interaction analysis in hybrid learning environment. *Communicate*. 37:65-72.
- Otero, A. (2021). Facebook. Recuperado de <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=2853856771306595&set=gm.737825843257313&type=3&theater&ifg=1>
- Otzen, T., Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Pizarro, M.(2011). Business Model Canvas. Recuperado de <http://www.marcelopizarro.com/2011/12/business-model-canvas/>
- Uruñuela, P. (2017). ¿Qué es el Aprendizaje Servicio? Recuperado de <http://www.upv.es/contenidos/APS/info/1083563normalc.html>
- Waldner, L., McGorry, S., y Widener, M. (2012). E-service-learning: the evolution of service learning to engage a growing online student population. *Journal of Higher Education Outreach and Engagement*, 16(2), 123-149.

**MEJORA DE MÉTODOS PARA OPTIMIZAR TIEMPOS EN LA
ELABORACIÓN DE EXHIBIDORES DE ACRÍLICOS****MEJORA DE MÉTODOS PARA OPTIMIZAR TIEMPOS EN LA
ELABORACIÓN DE EXHIBIDORES DE ACRÍLICOS****IMPROVEMENT OF METHODS TO OPTIMIZE TIME IN THE ELABORATION OF
ACRYLIC DISPLAYS**L. R. Osorio Velázquez.¹M. B. E. Palomares Ruíz.²E. Báez Villarreal.³M. I. Dimas Rangel.⁴**RESUMEN**

En el presente documento se mostrarán las formas en las que se puede mejorar la productividad en un centro de trabajo, además de estudiar los métodos para determinar su efectividad, logrando así un mejor cumplimiento de los estándares de rendimiento. A través del establecimiento de controles de tiempos y movimientos en la operación se emplearon técnicas como el análisis de espacios de trabajo y la reducción de distancias en los procesos de operación. La implementación del cursograma con apoyo de diagramas tuvo como resultado una reducción de tiempo del 57% y una reducción de distancia del 37%. Siendo así, un recurso efectivo tanto para la empresa como para los integrantes de una dependencia de educación formadora de ingenieros que pone en práctica los conocimientos adquiridos.

PALABRAS CLAVE: Método, reducción, exhibidor, acrílico, tiempo, distancia.

Fecha de recepción: 09 de septiembre, 2022.

Fecha de aceptación: 05 de octubre, 2022.

¹ Estudiante. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Universidad Autónoma de Nuevo León.

rodrigoosoriov@hotmail.com.

² Profesor de tiempo completo. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Universidad Autónoma de Nuevo León. mbpalomares@yahoo.com.mx

³ Profesor de tiempo completo. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Universidad Autónoma de Nuevo León. Esteban.baez.v@gmail.com

⁴ Profesor de tiempo completo. Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica. Universidad Autónoma de Nuevo León. maria.dimasmn@uanl.edu.mx

MEJORA DE MÉTODOS PARA OPTIMIZAR TIEMPOS EN LA ELABORACIÓN DE EXHIBIDORES DE ACRÍLICOS

ABSTRACT

This document will show the ways in which productivity can be improved in a workplace, in addition to studying the methods to determine its effectiveness, thus achieving better compliance with performance standards. Through the establishment of time and movement controls in the operation, techniques such as the analysis of work spaces and the reduction of distances in the operation processes were used. The implementation of the flowchart with the support of diagrams resulted in a time reduction of 57% and a distance reduction of 37%. Thus, it is an effective resource both for the company and for the members of an engineering training education unit that puts the acquired knowledge into practice.

KEY WORDS: Method, reduction, exhibitor, acrylic, time, distance.

INTRODUCCIÓN

El termino de estudio del trabajo abarca varios conceptos en donde uno de ellos es el estudio de métodos, Kanawaty (1996) menciona que un estudio de métodos sirve para efectuar el registro y aplicar un examen crítico y sistemático de los métodos que se realizan actualmente en el establecimiento, con la finalidad de poder realizar mejoras el cual, es básicamente el objetivo de este proyecto. Identificar los procesos que se llevan a cabo para poder analizarlos, realizar ciertas modificaciones basándose o con la ayuda de otras técnicas como la de interrogatorio en donde se le hacen una serie de preguntas al operador de cada departamento los cuales abarcan el propósito de su trabajo, el lugar en donde se realiza, cual es el seguimiento que se debe realizar, quien es el que debe de realizarlo y que es lo que utiliza para poder realizar dicho trabajo así como preguntas clave que ayuden a realizar una mejora en base a la experiencia y opinión de operario ya que es el que desarrolla el trabajo todos los días. (Kanawaty, 1996)

El problema principal por el cual se decidió realizar el presente proyecto es analizar y verificar que procesos se pueden omitir o modificar para reducir tiempo total innecesario en ciertos procesos. Para lograr dicho objetivo se usarán ciertos tipos de diagramas como apoyo visual para efectuar el análisis. El diagrama de hilos ayudara tener una noción de cuales son los procesos que se llevan a cabo y la sucesión que llevan cada uno, aunque el objetivo principal de este diagrama es calcular las distancias entre cada proceso. Otra herramienta de análisis que se empleó fue el cursograma analítico del operario que al igual que el diagrama de hilos muestra una representación visual de todos los procesos que se realizan en la fabricación de un producto, con la diferencia que en este cursograma se harán mediciones de tiempos y se tendrán las actividades clasificadas en operaciones, inspecciones, transporte, depósito o espera o almacenamiento permanente acompañado de la técnica de interrogatorio para poder analizar dichas respuestas junto con el cursograma y ofrecer una propuesta para que sea implementada.

JUSTIFICACION

Se busca realizar un trabajo con ergonomía debido a que el simple hecho de optimizar la maquinaria o las herramientas de trabajo no son suficientes para reducir tiempos para la elaboración del exhibidor, a pesar de que tengan un papel fundamental. Por lo que influye también la forma en que se siguen los pasos para poder llevar a cabo la producción del exhibidor, según Chavarría (2012) dado que las posturas y los movimientos naturales son indispensables para un trabajo eficaz, es importante que el puesto de trabajo se adapte a las dimensiones corporales del operario. Por lo que el presente trabajo busca realizar una forma simple y lo más rápido posible para reducir significativamente el tiempo de fabricación total.

MARCO TEORICO

MEJORA DE MÉTODOS PARA OPTIMIZAR TIEMPOS EN LA ELABORACIÓN DE EXHIBIDORES DE ACRÍLICOS

El estudio del trabajo, es una evaluación sistemática de los métodos utilizados para la realización de actividades con el objetivo de optimizar la utilización eficaz de los recursos y de establecer estándares de rendimiento respecto a las actividades que se realizan. Castaño, R., & Hayek, C. (2019)

Comprende las técnicas del estudio de métodos y de la medida del trabajo, mediante las cuales se asegura el mejor aprovechamiento de los recursos materiales y humanos para llevar adelante una tarea determinada. Castaño, R., & Hayek, C. (2019)

La **técnica del interrogatorio** es el medio de efectuar el examen crítico sometiendo sucesivamente cada actividad a una serie sistemática y progresiva de preguntas.

Las preguntas se hacen en un orden bien determinado, para averiguar:

- el PROPOSITO
- el LUGAR
- la SUCESION
- la PERSONA
- los MEDIOS

Las **preguntas de fondo** son la segunda fase del interrogatorio: prolongan y detallan las preguntas preliminares para determinar si, a fin de mejorar el método empleado, sería factible y preferible reemplazar por otro el lugar, la sucesión, la persona y/o los medios.

Combinando las dos preguntas preliminares y las dos preguntas de fondo de cada tema (propósito, lugar, etc.) se llega a la lista completa de interrogaciones. (Kanawaty, 1996)

El **cursograma analítico** es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto o procedimiento señalando todos los hechos sujetos a examen mediante el símbolo que corresponda. Instituto Politécnico Nacional. (2022)

Cursograma de operario: Diagrama en donde se registra lo que hace la persona que trabaja.

Cursograma de material: Diagrama en donde se registra cómo se manipula o trata el material.

Cursograma de equipo: Diagrama en donde se registra cómo se usa el equipo. (Kanawaty, 1996),

El **diagrama de hilos** es un diagrama de recorrido especial, que sirve para medir las distancias con ayuda de un hilo. Por eso tiene que estar dibujado exactamente a escala, y no como el diagrama de recorrido común, que puede ser aproximado con tal que lleve anotadas las distancias que interesan.







Se puede emplear el diagrama de hilos para seguir los movimientos de materias u objetos, y a veces se lo emplea con ese fin, sobre todo si un especialista en estudio del trabajo quiere averiguar fácilmente cuánta distancia recorren las cosas. (Kanawaty, 1996)

- **La caja de Eisenhower**

Esta técnica de organización del tiempo fue implementada por el ex presidente Dwight Eisenhower. Consiste en una matriz que te ayuda a clasificar las tareas según sus prioridades y el tiempo que debes invertir en ellas. Los cuadrantes a clasificar son los siguientes. (Lane, A. 2022)

Símbolos empleados en el estudio de métodos

MEJORA DE MÉTODOS PARA OPTIMIZAR TIEMPOS EN LA ELABORACIÓN DE EXHIBIDORES DE ACRÍLICOS

Símbolo	Nombre	Descripción
	Operación	Fase del proceso, método o procedimiento: clavar, atornillar, agujerear, etc.
	Inspección	Control de calidad y/o cantidad.
	Traslado	Movimiento de trabajadores, materiales y/o equipos.
	Almacenaje	Demora o interrupción del proceso.
	Demora	Depósito en almacén.
	Actividad combinada	

La productividad tiene como “objetivo inherente a todas las decisiones en el ámbito de producción”, indica López, J. (2022)

Es decir, que es exactamente lo que ves en la superficie. Debajo de ella, existen las prioridades y, aún a mayor profundidad, el propósito. Hay que empezar estableciendo tu propósito. A partir de ahí, es preciso seguir determinando las prioridades para cada día, semana o trimestre. Si identificas tu propósito y prioridades, verás cómo tu productividad aumentará de forma exponencial.

METODOLOGÍA

A) Cursograma analítico

Se optó implementar el cursograma analítico para el estudio de métodos de un exhibidor en el área de acrílicos con el fin de mostrar gráficamente todas las acciones que son realizadas para la elaboración de dicho exhibidor, además de mostrar un registro de las distancias y los tiempos que conlleva cada acción como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Cursograma analítico. Fuente: Elaboración Propia.

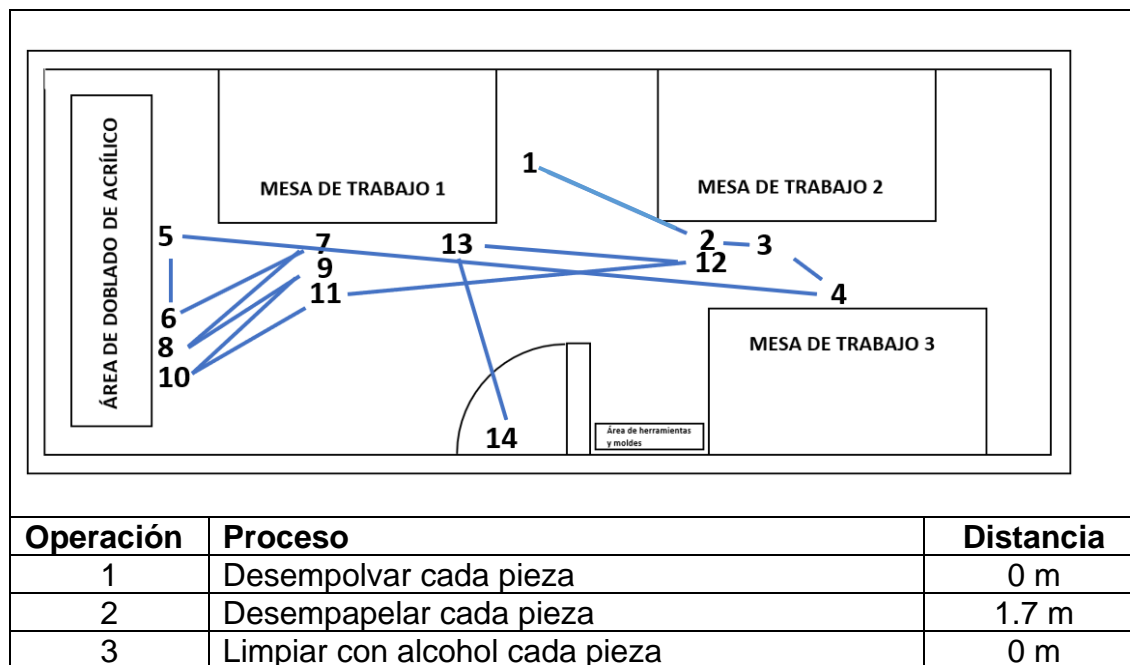
MEJORA DE MÉTODOS PARA OPTIMIZAR TIEMPOS EN LA ELABORACIÓN DE EXHIBIDORES DE ACRÍLICOS

Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo	Símbolo					Observación	
				○	□	D	↶	▽		
Desempolvar cada pieza	---	0 m	46"	●						
Desempapelar cada pieza	---	1.7 m	41"	●						
Limpiar con alcohol cada pieza	---	0 m	1'4"	●						
Sopletear cada pieza por grupos	---	.90 m	50"	●						
Llevarlas al área de doblado de acrílico	---	3.60 m	1"					●		
Realizar primer doblez	---	1.30 m	5"	●						
Tiempo de enfriado	---	1.60 m	7"					●		
Realizar el segundo doblez	---	1.60 m	5"	●						
Tiempo de enfriado	---	1.60 m	7"					●		
Realizar tercer doblez	---	1.60 m	5"	●						
Tiempo de enfriado	---	1.60 m	7"					●		
Inspección de calidad	---	2.70 m	25"					●		Se corrigen las necesarias
Empaquetado	---	2.40 m	30"	●						
Almacenamiento	---	15.20 m	2"							
TOTAL:		35.8 m	4'54"							

A) Diagrama de hilos

Se implementó el diagrama de hilos para calcular la distancia total que se recorre al realizar la elaboración de un exhibidor como se muestra en la Tabla 2 ya que este es el objetivo principal de un diagrama de hilos, aunque también se realizó específicamente este diagrama ya que nos muestra gráficamente una imagen del departamento de acrílicos, cuáles son las áreas en donde se realizan cada proceso y su trayectoria.

Tabla 2. Diagrama de hilos. Fuente: Elaboración propia



MEJORA DE MÉTODOS PARA OPTIMIZAR TIEMPOS EN LA ELABORACIÓN DE EXHIBIDORES DE ACRÍLICOS

4	Sopletear las piezas por grupos	.90 m
5	Llevarlas al área de doblado de acrílico	3.60 m
6	Realizar primer doblez	1.30 m
7	Tiempo de enfriado	1.60 m
8	Realizar el segundo doblez	1.60 m
9	Tiempo de enfriado	1.60 m
10	Realizar tercer doblez	1.60 m
11	Tiempo de enfriado	1.60 m
12	Inspección de calidad	2.70 m
13	Empaquetado	2.40 m
14	Almacenamiento	15.20 m
Total:		35.8 m

B) Técnica de interrogatorio

Preguntas preliminares

- Propósito
 - ¿Qué se hace en realidad? ¿Por qué hay que hacerlo?
 - Se tiene que desempolvar cada pieza y limpiar para después darle brillo a cada pieza de acrílico y poder trabajarla en el área de doblado.
 - Hay que desempolvar las piezas para evitar rayones o imperfecciones al momento de manipularlas o darles brillo y una vez hecho el doblez, darle tiempo a que se enfríen las piezas de acrílico para que adopten de manera correcta su nueva forma en los moldes.
- Lugar
 - ¿Dónde se hace? ¿Por qué se hace ahí?
 - Los dobleces se elaboran en el área de doblado en donde tenemos una resistencia para calentar el material y se le dan forma y se dejan enfriar en la mesa de trabajo 1.
 - Porque es uno de los lugares donde se pueden poner los moldes.
- Medios
 - ¿Cómo se hace? ¿Por qué se hace de ese modo?
 - Una vez teniendo el acrílico listo para doblar, se ajustan las medidas en la resistencia y en los moldes para realizar los dobleces, cada doblez es una medida diferente.
 - Porque en este proceso no se le puede dar brillo después del doblez, ya que se deformaría la pieza. Por otra parte, hay que respetar las medidas originales ya que es una medida de calidad, que todos los exhibidores del mismo tipo salgan iguales.

Preguntas de fondo

- Propósito
 - ¿Qué otra cosa podría hacerse?
 - Se podría cambiar la resistencia por una que realice los dobleces más rápidos, mejorar los moldes, mejorar los procesos.
- Lugar



MEJORA DE MÉTODOS PARA OPTIMIZAR TIEMPOS EN LA ELABORACIÓN DE EXHIBIDORES DE ACRÍLICOS

- ¿En qué otro lugar podría hacerse? o ¿Dónde debería hacerse?
 - Se podría doblar y moldear en la misma área de doblado o elaborar o acercar una mesa de trabajo para evitar dar vueltas.
- Medios
 - ¿De qué otro modo podría hacerse?
 - Usando los mismos recursos con lo que tenemos actualmente debería realizarse cerca de la misma área de doblado.

RESULTADOS

A) Cursograma analítico.

Los resultados obtenidos para el cursograma analítico como podemos observar en la Tabla 3, a primera instancia se puede apreciar una disminución de procesos ya que se optó por desaparecer las acciones de limpieza y acabados brillosos de la pieza ya que actualmente se realiza por medio de una cortadora laser y aunque en la columna de símbolo no se notan más cambios, en la columna de distancia hay varios procesos que marcan cero metros recorrido lo cual se explicara en el diagrama de hilos en el apartado de resultados.

Tabla 3. Cursograma analítico. Fuente: Elaboración propia.

Descripción	Cantidad	Distancia	Tiempo	Símbolo					Observaciones	
				○	□	D	➔	▽		
Desempapelar cada pieza	---	0 m	41"	●						Material cortado en laser
Llevarlas al área de doblado de acrílico	---	2.10 m	1"					●		
Realizar primer dobléz	---	0 m	5"	●						
Tiempo de enfriado	---	0 m	7"					●		
Realizar el segundo dobléz	---	0 m	5"	●						
Tiempo de enfriado	---	0 m	7"					●		
Realizar tercer dobléz	---	0 m	5"	●						
Tiempo de enfriado	---	0 m	7"					●		
Inspección de calidad	---	2.70 m	25"					●		Se corrigen las necesarias
Empaquetado	---	2.40 m	30"	●						
Almacenamiento	---	15.20 m	2"						●	
TOTAL:		22.4 m	2' 25"							

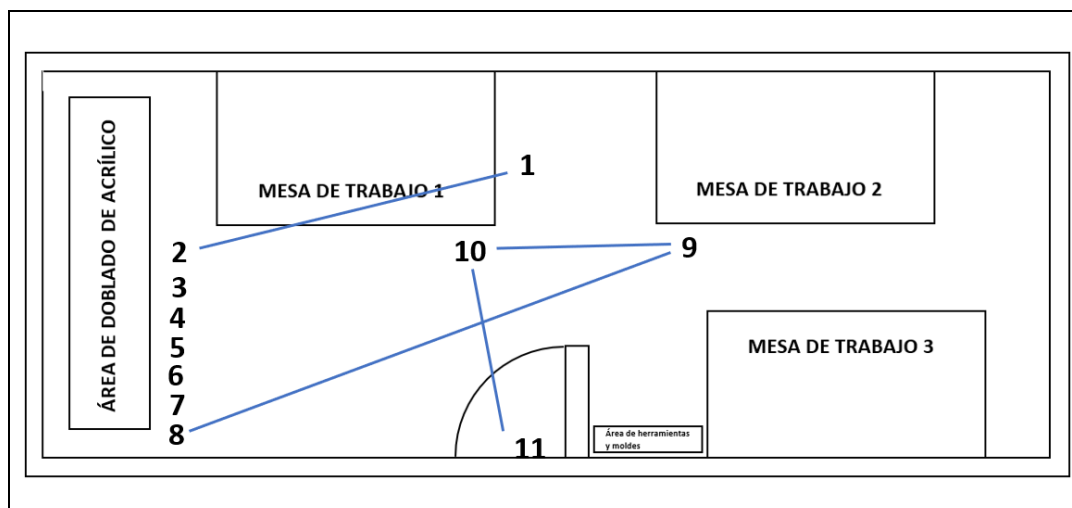
B) Diagrama de hilos.

En la Tabla 4 se puede apreciar una reducción de movimientos significativa a comparación del diagrama de hilos realizado en la metodología que se muestra en la Tabla 2. Como ya se mencionó antes, los procesos de acabado y limpieza se omitieron en este nuevo método ya que las piezas ya contaban con esos acabados pero también podemos observar que los procesos del dos al ocho están todos agrupados en una sola área, esto se debe a que ahora los procesos de darle forma al acrílico se realizan en la misma área de doblado (la cual son resistencias que emiten calor hacia el acrílico para que puedan adoptar otra postura diferente) ya que los moldes pueden ser ubicados dentro de la misma área de bolado y así evitar estar llevando las piezas hasta la mesa de trabajo 1 para realizar cada dobléz, trayendo como beneficio una reducción de distancia que se acumula por cada dobléz que se realiza.



MEJORA DE MÉTODOS PARA OPTIMIZAR TIEMPOS EN LA ELABORACIÓN DE EXHIBIDORES DE ACRÍLICOS

Tabla 4. Diagrama de hilos. Fuente: Elaboración Propia



Operación	Proceso	Distancia
1	Desempapelar cada pieza	0 m
2	Llevarlas al área de doblado de acrílico	2.10 m
3	Realizar primer dobléz	0 m
4	Tiempo de enfriado	0 m
5	Realizar el segundo dobléz	0 m
6	Tiempo de enfriado	0 m
7	Realizar tercer dobléz	0 m
8	Tiempo de enfriado	0 m
9	Inspección de calidad	2.70 m
10	Empaquetado	2.40 m
11	Almacenamiento	15.20 m
Total:		22.4 m

Una vez realizado el estudio en el método anterior y en el propuesto en el presente proyecto podemos notar con la ayuda de la figura 1 una reducción significativa de tiempo en donde se pudo reducir hasta en un 57% de lo que se llevaba a cabo originalmente para elaborar el mismo exhibidor de acrílico en donde antes se realizaba en 4.95 horas y actualmente se realiza en 2.15 horas. Por otra parte, en cuestión de distancia se pudo reducir un 37% con respecto a la distancia anterior. Puesto en cifras, de 35.8 metros una vez realizado el método propuesto se redujo a 22.4 metros. Obteniendo el exhibidor de acrílico propuesto en la figura 2.

MEJORA DE MÉTODOS PARA OPTIMIZAR TIEMPOS EN LA ELABORACIÓN DE EXHIBIDORES DE ACRÍLICOS

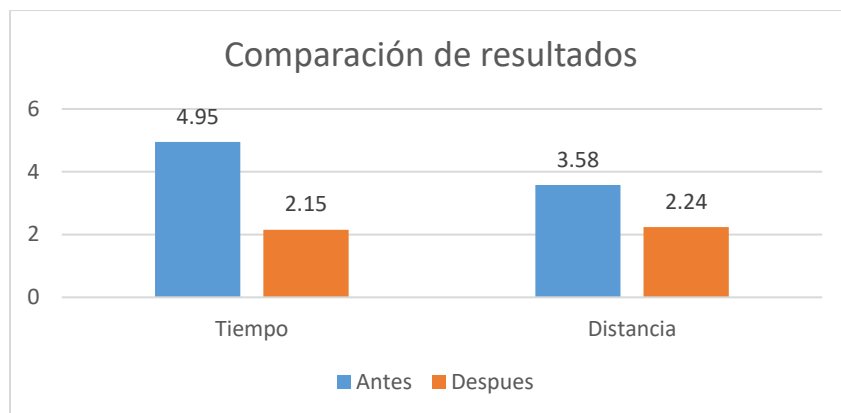


Figura 1. Comparación de resultados.



Figura 2. Exhibidor de acrílico realizado con los procesos descritos en el proyecto.

CONCLUSIONES:

En este proyecto se decidió utilizar un cursograma analítico para mostrar la trayectoria y que es lo que se le realiza al producto en este caso, una pieza de acrílico la cual al final del proceso se convierte en un exhibidor de acrílico para calzado, con el fin de verificar, además de tomar registro de los tiempos que se tarda en realizar cada acción. Otra herramienta que se decidió realizar en el proyecto fue el diagrama de hilos el cual se decidió usarla ya que nos ayuda dándonos un panorama más gráfico de todos los pasos y trayectorias que se realizan para la elaboración del exhibidor de acrílico

En cuanto a los resultados, fueron satisfactorios ya que se logró minimizar los tiempos de producción para realizar las piezas de acrílico y la gran parte de esto se debe gracias al corte laser el cual hace que las piezas no queden empolvadas como solían quedar al cortarse en una sierra de cama, las orillas terminan pulidas y brillosas lo cual antes se tenía que hacer de forma manual para eliminar el filo del acrílico para evitar cortadas y que sean productos seguros para el usuario final. También se redujeron las distancias, aunque este último depende mucho de la cantidad de piezas a doblar y

MEJORA DE MÉTODOS PARA OPTIMIZAR TIEMPOS EN LA ELABORACIÓN DE EXHIBIDORES DE ACRÍLICOS

ahora con los cambios, se realiza en un mismo lugar ya que en el área de doblado de acrílico, después de la resistencia, existe un espacio considerable para poner los moldes que se utilizan para la elaboración del exhibidor del acrílico.

BIBLIOGRAFÍAS:

Castaño, R., & Hayek, C. *Estudio del trabajo* [Ebook] (2019) (pp. 1 - 2). Asesores en tecnología de gestión. Retrieved 22 March 2022, from <https://cecma.com.ar/wp-content/uploads/2019/04/estudio-del-trabajo-rev1-solo-lectura-modo-de-compatibilidad.pdf>.

Chavarría, R., Ingeniero, C., & Eléctrico, T. (2012). *NTP 242: Ergonomía: análisis ergonómico de los espacios de trabajo en oficinas*. Prevencionyergonomia.es. Recuperado el 7 de septiembre de 2022, de http://www.prevencionyergonomia.es/resources/ntp_242.pdf

Instituto Politécnico Nacional. (2022). Generalidades P4 “*Cursograma Analítico*”. Upiicsa.ipn.mx. Recuperado de: https://www.sites.upiicsa.ipn.mx/polilibros/terminados/aspi/POLILIBRO/2%20PORTAL/P4%20CURSOGRAMA%20ANALITICO/GENERALIDADES_4.htm

Kanawaty, G. (publicado con la dirección de), 1996. “*Introducción al estudio del trabajo*”. 4th ed. Ginebra: Oficina Internacional del Trabajo.

Lane, A. (2022), “*Técnicas de gestión del tiempo para mejorar tu productividad*”. Blogs de Shopify. Recuperado de: <https://www.shopify.com.mx/blog/118626501-5-tecnicas-de-gestion-del-tiempo-que-debes-probar-para-mejorar-tu-productividad#:~:text=La%20caja%20de%20Eisenhower,que%20debes%20invertir%20en%20ellas>

López, J. (2022) “*La organización del trabajo*”. [Ebook] (1st ed., p. 14). Recuperado de: <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/14773/33/TEMA%207%20LA%20ORGANIZACION%20DEL%20TRABAJO.pdf>.



USABILIDAD, DETERMINANTE EN LA EVALUACIÓN DE LA
EXPERIENCIA DE USUARIO DE LA APP MÓVIL TECN/ITCA

USABILIDAD, DETERMINANTE EN LA EVALUACIÓN DE LA
EXPERIENCIA DE USUARIO DE LA APP MÓVIL TECN/ITCA
USABILITY, DETERMINANT IN THE EVALUATION OF THE MOBILE APP
USER EXPERIENCE

Rafaela Maria Gayosso Calles ¹
Blanca Lilia Cruz Salas ²
Maria Concepción Lara Gómez ³
Luis Alfredo Bautista Cervantes ⁴

RESUMEN

La investigación tiene como finalidad evaluar la usabilidad de la app móvil TECN/ITCA para determinar la experiencia de usuario que los profesores del TECN Campus Cerro Azul, determinan después de que la han manipulado en las opciones de publicación de eventos, noticias y notificaciones, alimentada con los acontecimientos que día a día se dan en la institución educativa, por lo que el objetivo es identificar hallazgos en relación a los aspectos de la usabilidad y la experiencia de usuario definidos para este estudio, buscado que los resultados obtenidos repercutan en la mejora continua que la empresa Inclan Interactive desarrolladora de la app móvil, y se pueda aumentar la usabilidad de la misma y continuar en el mercado, contando con la fidelización y aumento de sus clientes.

Los resultados obtenidos muestran la existencia de una correlación positiva entre el grado de usabilidad de la app móvil TECN/ITCA y el nivel de experiencia de usuario manifestada por los profesores del TECN Campus Cerro Azul.

PALABRAS CLAVE: Usabilidad, Experiencia de Usuario, Aplicación móvil.

Fecha de recepción: 30 de septiembre, 2022.

Fecha de aceptación: 20 de octubre, 2022.

1. Docente de tiempo completo. Perfil deseable y jefa de la oficina de servicios a usuarios en el Centro de Información. Instituto Tecnológico de Cerro Azul. rafaela.gc@cerroazul.tecnm.mx.

2. Docente de tiempo completo. Perfil deseable y jefa de proyectos de docencia de educación dual en el Departamento de Sistemas y Computación. Instituto Tecnológico de Cerro Azul. blanca.cs@cerroazul.tecnm.mx.

3. Docente de tiempo completo. Perfil deseable y jefa de proyectos de investigación en el Departamento de Sistemas y Computación. Instituto Tecnológico de Cerro Azul. maria.lg@cerroazul.tecnm.mx.

4. Estudiante residente en el Instituto Tecnológico de Cerro Azul. L15500632@cerroazul.tecnm.mx



USABILIDAD, DETERMINANTE EN LA EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA DE USUARIO DE LA APP MÓVIL TECN/ITCA

ABSTRACT

The purpose of the research is to evaluate the usability of the TECN / ITCA mobile app to determine the user experience that the professors of the TECN Campus Cerro Azul determine after they have manipulated it in the publication options of events, news and notifications, fed with the events that occur every day in the educational institution, so the objective is to identify findings in relation to the aspects of usability and user experience defined for this study, seeking that the results obtained have an impact on continuous improvement. that the company Inclan Interactive, developer of the mobile app, can increase its usability and continue in the market, counting on the loyalty and increase of its customers.

The results obtained show the existence of a positive correlation between the degree of usability of the TECN/ITCA mobile app and the level of user experience manifested by the professors of the TECN Campus Cerro Azul.

KEYWORDS: Usability, User Experience, Mobile Application.

INTRODUCCIÓN

La calidad de software se debe considerar desde el momento que inicia la planeación de un proyecto de software a desarrollar, para Pressman “ Es la concordancia entre el producto funcional y los requerimientos explícitamente establecidos, con estándares de desarrollo prefijados y con los requerimientos implícitos no establecidos formalmente que desee el usuario” (Pressman R. , 2010). Para lograr lo anterior se requiere aplicar usabilidad que Escudero considera “no es una sola propiedad unidimensional de la interfaz de usuario” (Escudero & Angélica, 2017) si no que está compuesta de varios componentes como son Facilidad de aprendizaje, Eficiencia, Recuerdo en el tiempo, Errores, Satisfacción. De los cuales para el caso de esta investigación después de un análisis se determinó fueran la mayoría de los arriba citados, excepto recuerdo en el tiempo. Por lo tanto, la usabilidad es según la ISO 9241-10 “los métodos que permiten evaluar si un sitio es usable y el logro de metas específicas como efectividad, eficiencia y satisfacción del usuario en un contexto determinado de uso” (Serrano & Cebrián, 2014).

Evaluar la usabilidad de una app móvil, en un ambiente no controlado te permite como desarrollador obtener información real y verídica sobre cuál es la experiencia de usuario, este concepto es controvertido pues ni siquiera la comunidad se pone de acuerdo en lo que es y cómo se define. En UX se mezclan áreas como la usabilidad y accesibilidad, el diseño gráfico o la psicología, pero también se mezclan otros ingredientes como las emociones que despierta, los recuerdos que perduran y la capacidad de enganche emocional que se puede producir” (Saqueros, 2019); (Barroso, Trujillo, & Millet, 2021) refiere en su investigación que La UX está tomando mayor importancia a nivel mundial y cada vez más organizaciones se preocupan por las emociones, percepciones y respuestas que tendrán los usuarios cuando interactúen con sus productos y servicios (Barroso, Trujillo, & Millet, 2021) .El objetivo principal de este estudio es identificar oportunidades de mejora que redunde en el mejoramiento de la funcionalidad del software en cuestión para permanecer en el mercado cumpliendo las expectativas de quien hace uso de él.

Definición del Problema

La investigación busca dar respuesta a la pregunta: ¿La experiencia de usuario en las apps móviles está determinada por el grado de usabilidad?

Objetivos

Difundir al profesorado la aplicación móvil TECN/ITCA a través de medios electrónicos. Identificar y evaluar los factores que determinan la usabilidad y experiencia de usuario para desarrollar la



USABILIDAD, DETERMINANTE EN LA EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA DE USUARIO DE LA APP MÓVIL TECNMI/ITCA

investigación. Determinar el nivel de UX en relación a los resultados obtenidos en la evaluación del grado de Usabilidad.

JUSTIFICACIÓN

La problemática refiere a identificar cual es el nivel de experiencia de usuario que los profesores del TECNMI Campus Cerro Azul evalúan al manipular la app móvil TECNMI/ITCA.

Las apps móviles son las tecnologías que van a la punta en la demanda de medios de comunicación por lo que se han convertido en una parte integral de la estructura de la sociedad al virtualizar las comunicaciones sociales y el acceso a los recursos ya que muchos procesos y transacciones se realizan desde una inmediatez vertiginosa (Chamba, Encalada, Soto, & Tituaña, 2021). "En 2019, el 41% de la población mundial adquirió teléfonos inteligentes y en 2020 el recuento de descargas de aplicaciones móviles había superado los 218 mil millones" (Chamba, Encalada, Soto, & Tituaña, 2021).

Crear y probar software al interior de las empresas desarrolladoras o incluso una vez terminadas, ponerlas a prueba con algunos usuarios en ambientes controlados no es suficiente; realmente, la "prueba de fuego" en el mejor ambiente de evaluación de toda app móvil, es cuando se lanza al mercado e inicia el día a día, su manipulación probando la usabilidad con que fue diseñada, midiendo el "sentir" y la percepción de los usuarios, su experiencia, al estar continuamente interactuando con ella. Para este estudio se eligió a los usuarios profesores del TECNMI Campus Cerro Azul por ser el docente el promotor del uso de tecnología entre los estudiantes con la finalidad de evaluar la experiencia de usuario, pudiendo identificar oportunidades de mejora lo que impactará en la robustez de la app móvil, por consecuencia en el incremento de usuarios que condicionará hacia la permanencia de la app móvil en el mercado.

La investigación busca dar respuesta a la pregunta: ¿La experiencia de usuario en las apps móviles está determinada por el grado de usabilidad?

METODOLOGÍA

La metodología empleada en el desarrollo de este trabajo se determinó tuviera un enfoque cuantitativo y exploratorio ya que tiene como propósito destacar solo los aspectos fundamentales determinados de la problemática, es predictiva en razón de las causas que pudieran presentarse por la experiencia de usuario y una investigación de campo a través de un instrumento de interrogación que permitirá conocer la experiencia en la usabilidad de la interfaz de usuario (UI) en una muestra representativa de usuarios profesores.

De igual forma se trata de un estudio correlacional de acuerdo a la hipótesis definida donde a mayor grado de usabilidad en la app móvil, mayor será el nivel de experiencia de usuario del usuario profesor.

Se utilizó el cuestionario para la recolección de datos, la cual se organizó o estructuró con una sección de datos generales, seguida de una de Usabilidad y una última relacionada con la Experiencia de Usuario, el tipo de pregunta utilizada fue mayormente de opción múltiple, utilizando escala tipo Likert, de carácter anónimo y el análisis de datos para estar en la posibilidad de contestar la pregunta de investigación planteada y determinar el nivel de UX en base al grado de usabilidad aplicado en la app móvil. El instrumento de recolección de datos se difundió y aplicó en línea.

La población o universo estuvo compuesto de 127 profesores y una vez llevado a cabo los cálculos estadísticos para determinar la muestra, esta se compuso por 96 profesores integrantes de las 6 áreas académicas (Ciencias Económico-Administrativas, Sistemas y Computación, Metal Mecánica, Ciencias de la Tierra, Ciencias Básicas, Ingeniería Industrial) del TECNMI Campus Cerro Azul. (TECNMI Campus Cerro Azul, 2021)

USABILIDAD, DETERMINANTE EN LA EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA DE USUARIO DE LA APP MÓVIL TECNMI/TCA

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos una vez aplicado el cuestionario a los profesores habiendo realizado el análisis y procesamiento de los datos respectivo. La información presentada esta estructurada por Categoría con sus respectivos aspectos considerados para su evaluación. Lo cual se presenta en el siguiente esquema, (ver Fig. 1), por último, se presentará la gráfica que evidencia la correlación que existe entre las variables que componen la hipótesis.

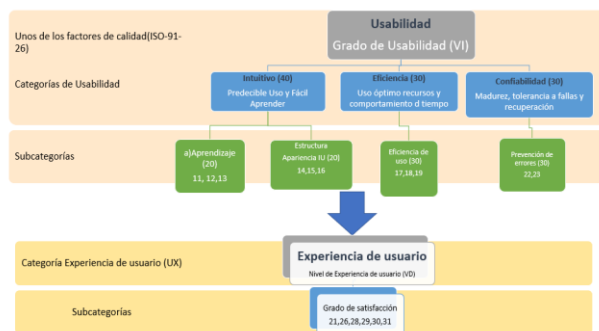


Fig. 1. Determinación de las categorías y subcategorías determinadas para evaluar la experiencia de usuario a través de la usabilidad

Los profesores fueron agrupados, estratificándolos por su área académica en la cual se encuentran asignados en la Institución, los resultados obtenidos fueron los siguiente: Se identificó que la mayor agrupación se encontró en el área de Ciencias Económico-Administrativas(CEA) con un 25%; un 18% en Ingeniería Industrial , Sistemas y Computación agrupa un 16%,Metal Mecánica, con un 15% , siguiéndole el área de Ciencias Básicas con un 14% y por último el área de Ciencias de la tierra con un con el menor número de profesores encuestados con el 12%. Es importante mencionar que la elección de los encuestados se realizó de forma aleatoria a través de una muestra representativa, ver Fig. 2.

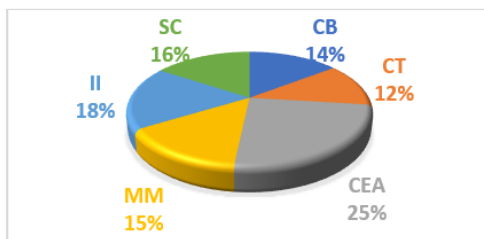


Fig. 2. Área académica a la que pertenece el profesor

Categoría Intuitivo

Subcategoría Aprendizaje



USABILIDAD, DETERMINANTE EN LA EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA DE USUARIO DE LA APP MÓVIL TECNMI/TCA

En esta primera categoría, se encontró que un 65.56. % de las personas encuestadas, definen que la aplicación utiliza un vocabulario sencillo y fácil de entender, por lo que están totalmente de acuerdo con esta afirmación, solo un 2.22%. indicó estar indeciso, Ver Fig.3.

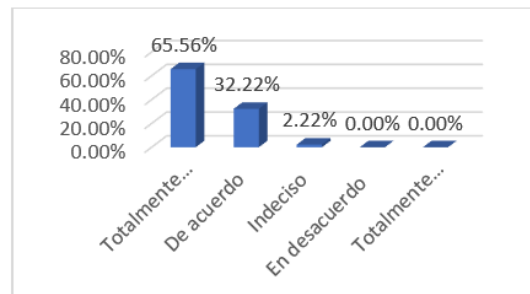


Fig. 3 Categoría intuitivo. Vocabulario de la app móvil sencillo y fácil de entender

Subcategoría Estructura y Apariencia de la interfaz

Las oportunidades de mejora, identificadas y que son recomendaciones se presenta a continuación. Con relación a los aspectos que se les plantearon a los profesores en esta pregunta, refieren con un 21% que deben mejorar en próximas versiones de la app móvil la forma en que se presentan las imágenes, respecto a poder aplicar acercamiento (zoom a la mismas). En cuanto al tamaño de letra con un 20% de los profesores sugieren mejora en este aspecto. Realizando un análisis más profundo sobre esta opción de respuesta, se identificó que de los 33 profesores que solicitan esto, el 56.66 % se encuentran en un rango de edad de 51-60 años, siendo, personas adultas que en la gran mayoría tienden a utilizar lentes. Se encontró que respecto a los iconos un 12% señala que es un aspecto a mejorar y finalmente solo un 9% señaló el tipo de letra. En la figura 4. se puede observar el porcentaje obtenido por cada aspecto que evaluaron los usuarios.



Fig. 4. Categoría de Intuitivo: Oportunidades de mejora para aplicarlas en próximas versiones de la app móvil

Subcategoría Eficiencia de uso

USABILIDAD, DETERMINANTE EN LA EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA DE USUARIO DE LA APP MÓVIL TECN/ITCA

En esta investigación, esta subcategoría se consideró para la evaluación de la Usabilidad, ya que es una de las más determinantes y de impacto a los usuarios.

En cuanto a los tiempos de respuesta de la app móvil. En la Fig.5 .se pudo ver que el 28% de los profesores determinaron que es excelente y con un 41% que es muy buena, solo el 1% indico ser mala.

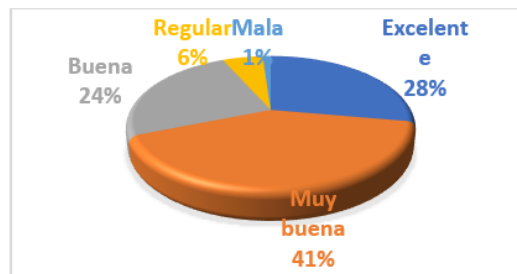


Fig. 5. Categoría de Eficiencia:

Tiempos de respuesta de la app móvil.

Subcategoría Prevención de errores

En relación a conocer si la app móvil presento fallas cuando los profesores la manipularon, 37 de 90 manifestaron que no fue así, esto representa un valor porcentual de 41%; solo 8 de 90 sujetos consideran que la app móvil presento fallas, lo que representa el 8.89%.ver Fig.6.

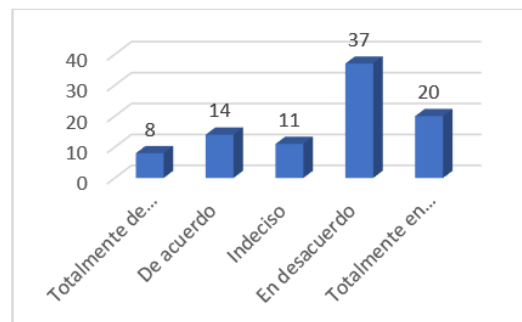


Fig. 6. Categoría de Confiabilidad:

Fallas al utilizar la app móvil TECN/ITCA.

Factor Experiencia de Usuario datos obtenidos por categoría

Categoría Satisfacción

Los profesores perciben y dicen estar de acuerdo con un 52%, que la app móvil TECN/ITCA cumple sus necesidades de consulta de información y solo el 2% estuvo en desacuerdo, ver Fig.7.

USABILIDAD, DETERMINANTE EN LA EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA DE USUARIO DE LA APP MÓVIL TECN/ITCA

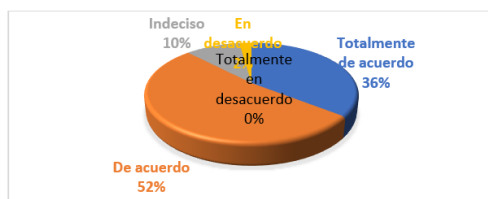


Fig. 7. Categoría de Satisfacción: Atención de necesidades de la app móvil al momento de consultar la información de eventos, noticias y notificaciones.

El grado de satisfacción que los profesores manifestaron en relación a consultar información y en general a utilizar la app móvil TECN/ITCA se plasma con los datos obtenidos que a continuación se presentan. Tanto en general en el uso, como al momento de consultar información del TECN/ITCA Campus Cerro Azul los encuestados expresaron estar muy satisfechos 43% y 48.89% respectivamente, siendo en general que ellos se sienten muy satisfechos. Aun así, no se perdió de vista en este análisis que hay indecisos con un 7% y 10% respectivamente. Ver Fig. 8 y 9.

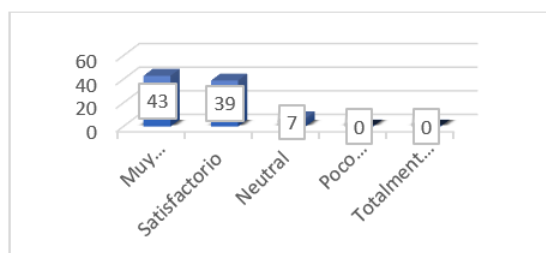


Fig. 8. Categoría de Satisfacción: Grado de satisfacción al CONSULTAR información de eventos, noticias y notificaciones a través de la app móvil TECN/ITCA

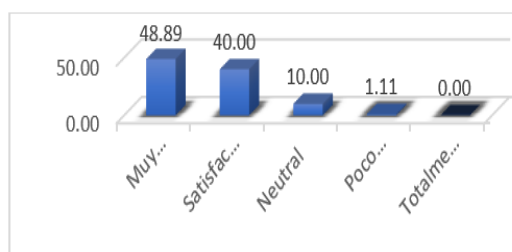


Fig. 9. Categoría de Satisfacción: Grado de satisfacción en GENERAL en el uso de la app móvil TECN/ITCA

Respecto a los comentarios o sugerencias que los profesores vertieron respecto al uso de la app móvil TECN/ITCA, fueron diversos por lo que se agruparon de la forma siguiente:

El 28.89% fueron comentarios y el 10% sugerencias, relacionadas al uso de la app móvil en general; queda evidenciado que un poco más del 60% no contestaron esta pregunta. Ver Fig.10.

USABILIDAD, DETERMINANTE EN LA EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA DE USUARIO DE LA APP MÓVIL TECNMI/TCA

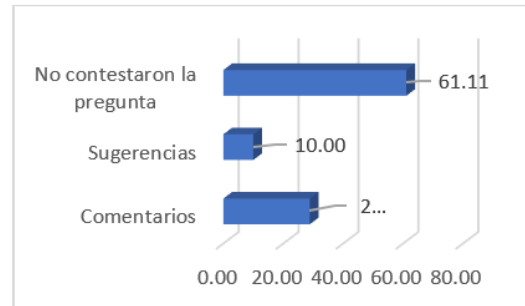


Fig. 10. Sugerencias y comentarios en relación al uso de la app móvil TECNMI/TCA.

Se analizaron cada uno de los rubros inmediatamente arriba mencionados encontrando que en relación a los comentarios, 18 de ellos fueron de felicitación por habilitar la app móvil en el TECNMI Campus Cerro Azul, y por tener otra opción de comunicación para mantenerse enterado de los acontecimientos que se llevan a cabo en la Institución y otros tantos en relación al desarrollo de este proyecto de investigación; 5 de los comentarios fueron mensajes donde indicaban por escrito no tenerlos y 3 versaron en relación al tiempo de descarga de la app móvil que consideraron fue mucho ver Fig.11.



Fig. 11. Desglose de los comentarios obtenidos en relación al uso de la app móvil TECNMI/TCA.

Por último, se presenta la correlación que existe entre la variable independiente (grado de usabilidad) y la variable dependiente (nivel de Experiencia de Usuario UX).

En la gráfica, (ver Fig. 12) se evidencia una fuerte asociación (correlación positiva) entre las dos variables, lo que llevó a determinar que cuando la usabilidad la evalúan como alta, el nivel de la experiencia de usuario (UX) por parte del profesor, también lo es.

USABILIDAD, DETERMINANTE EN LA EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA DE USUARIO DE LA APP MÓVIL TECN/ITCA

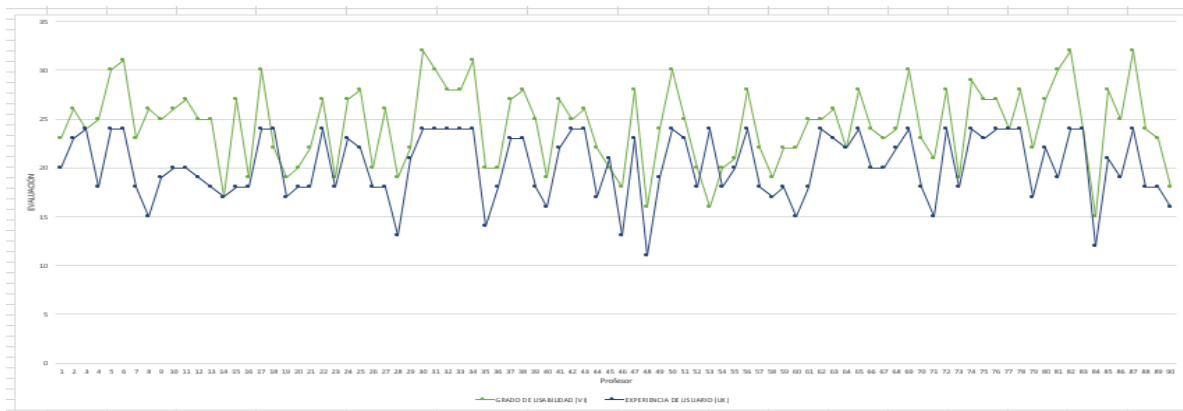


Fig. 12. Correlación entre factores de USABILIDAD y EXPERIENCIA DE USUARIO UX.

CONCLUSIONES

Una vez concluido el análisis y procesamiento de los datos, y haber logrado los objetivos planteados en esta investigación, queda muy claro que la usabilidad es un aspecto determinante que se debe tomar en cuenta desde que se planea un proyecto de software, durante el proceso de desarrollo y cuando finalmente se pone a consideración en el mercado para su uso. Tomar en cuenta las normas de calidad establecidas para la usabilidad, le agrega mayores posibilidades al software de permanecer en el mercado; para la presente investigación, definitivamente un termómetro de todo esto son los usuarios de la app móvil, por lo que, a través de su interacción con esta, se puede evaluar más tarde ¿cómo se “sienten” con ella?, y determina el nivel de la experiencia de usuario. La competencia actualmente es demasiada y se pueden encontrar muchas apps móviles en el mercado, pero no todas con la calidad necesaria para ser del gusto de los usuarios.

La experiencia con esta investigación nos inclina a pensar que las instituciones educativas pueden beneficiarse de la tecnología móvil para el desarrollo de sus actividades no solo académicas, también de comunicación, para tener la alternativa de informar con mayor oportunidad y confianza a todos los actores directos e indirectos de sus procesos educativos.

La app móvil TECN/ITCA, cuya función es la de comunicar y difundir acontecimientos del día a día en el TECN/ITCA Campus Cerro Azul, fue evaluada por los usuarios profesores, y obtuvo una buena puntuación respecto a sus funcionalidades. Los profesores definitivamente son agentes de promoción y uso de nuevas tecnologías, la app móvil requiere en próximas versiones ajustar algunas oportunidades de mejora detectadas e informadas a la empresa Inclin Interactive para su análisis, ya que en general, es una app funcional, amigable y sencilla de manipular.

La correlación entre la usabilidad y la experiencia de usuario queda evidenciada en este estudio; por lo que se comprueba y acepta la hipótesis planteada en esta investigación.

aunque no se debe dejar a un lado que el contexto real del usuario tiene gran influencia, de cómo realizó y percibió la manipulación de la app móvil.

El contexto en el que se realizó la manipulación y evaluación de la app móvil no fue en un ambiente controlado por lo cual el presente estudio tuvo la influencia de factores externos a la aplicación que pudieron afectar la percepción del usuario, por ejemplo: La señal de internet, tipo, marca y modelo de celulares inteligentes (Smartphone), sistema operativo, lo anterior son variables que pueden considerarse en futuras investigaciones.

USABILIDAD, DETERMINANTE EN LA EVALUACIÓN DE LA EXPERIENCIA DE USUARIO DE LA APP MÓVIL TECNMI/TCA**BIBLIOGRAFÍA**

- Barroso, Y., Trujillo, Y., & Millet, Y. (2021). Marco de trabajo de evaluación de experiencia de usuario en el desarrollo de software. *Revista Cubana de Ciencias informáticas*, 92-117. Recuperado el 10 de julio de 2022, de <https://www.redalyc.org/journal/3783/378369292006/378369292006.pdf>
- Chamba, V., Encalada, D., Soto, M., & Tituaña, M. d. (2021). ¿Qué influye en el uso de Apps? Un estudio en el contexto de la pandemia COVID-19, en Loja-Ecuador. *Revista Tecnológica ESPOL*, 56-67. Recuperado el 21 de Abril de 2022, de <http://200.10.147.88/index.php/tecnologica/article/view/882/565>
- De la Rosa, A. M. (2020). Usabilidad y satisfacción de una aplicación móvil. *Hamut'ay* 7(1), 48-59. Recuperado el 5 de Julio de 2022, de <file:///D:/Users/Rafa/Downloads/1908-8118-2-PB.pdf>
- Escudero, C., & Angélica, G. (2017). *PROPUESTA METODOLÓGICA DE EVALUACIÓN DE EXPERIENCIA DE USUARIO EN AGENCIAS VIRTUALES DE VIAJES*. Valparaíso: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO. Recuperado el 16 de Mayo de 2021, de http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-0500/UCC0958_01.pdf
- Pressman, R. (2010). *INGENIERÍA DEL SOFTWARE. UN ENFOQUE PRÁCTICO*, séptima edición. Mexico: Mc Graw Hill, Educación. Recuperado el 17 de mayo de 2022
- Saqueros, C. (2019). *Diseño y desarrollo de una metodología de evaluación de la UX*, Grado en Ingeniería Multimedia. Alicante, España: Universidad de Alicante. Recuperado el 6 de Mayo de 2021, de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/88488/1/Diseno_y_desarrollo_de_una_metodologia_de_evaluacion_del_U_SAQUERO_ROS_CLARA.pdf
- Serrano, J., & Cebrián, R. (2014). Usabilidad y Satisfacción de la. *Revista de Docencia universitaria*, 177-195. Recuperado el 22 de junio de 2022, de <file:///D:/Users/Rafa/Downloads/Dialnet-UsabilidadYSatisfaccionDeLaErubrica-4691899.pdf>
- TECNM Campus Cerro Azul. (2021). *Listado de Personal Docente por Área*. Cerro Azul: TECNMI Campus Cerro Azul.

AJUSTES DIMENSIONALES PREVENTIVO

PREVENTIVE DIMENSIONAL ADJUSTMENTS

Martha Elia García Reboloso¹
Karina Vega García²
Roxana Colunga Jaime³
Tomás Norberto Martínez García⁴
Chistopher Isis George Zuñiga⁵
Joaquín Enrique Osorio Torres⁶

RESUMEN

El contexto profesional en el cual se elaborará este proyecto es en el apartado dimensional. El departamento de Calidad Dimensional es una rama de la calidad que se encarga en tener todos los puntos de referencia de una pieza en específico dentro de ciertas tolerancias en los ejes X, Y, Z.

El proyecto se desarrollará en Metalsa, un proveedor de componentes estructurales de vehículos ligeros y comerciales. Específicamente en la planta de ensamble de Chasis de Toyota (Tacoma, Tundra).

Utilizando una máquina de medición por coordenadas es factible conocer cómo está el chasis dimensionalmente. A partir de un modelo de referencia tomándose como nominal, se establecen ciertas tolerancias en las cuales un ítem puede ser medido y determinar si cumple con los estándares.

Se tiene un porcentaje general que indica que tan acertado dimensionalmente se encuentra el chasis al modelo, y a partir de este, poder generar acciones para mejorarlo. Además, se tiene un porcentaje específico para cada pieza que compone el chasis, y a través de estos porcentajes poderlos irlos mejorando poco a poco.

El tema del proyecto es “Ajustes dimensionales preventivos”; anteriormente Calidad dimensional realizaba ajustes en la línea de ensamble para llevar un ítem fuera de especificación a que estuviese dentro de especificación. Aunado a eso, se ha creado una rama preventiva, la cual consiste en realizar ajustes en línea de ensamble a ítems que aún están dentro de especificación, pero cerca de estar fuera, a tenerlos lo más próximos a lo nominal, con el objetivo de prevenir que alguna pieza tenga alguna falla dimensional en el futuro.

PALABRAS CLAVES: Calidad, ISO, preventivo.

Fecha de recepción: 23 de septiembre, 2022.

Fecha de aceptación: 14 de octubre, 2022.

¹ Profesora de Tiempo Completo y Secretaria de Desarrollo Institucional de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctricade la Universidad Autónoma de Nuevo León. megarcia62@hotmail.com

² Profesora de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León. ari_vg@hotmail.com

³ Profesora de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León. roxanacolunga@gmail.com

⁴ Profesor de Tiempo Completo de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León. ingtomas76@hotmail.com

⁵ Profesora de Tiempo Completo y Secretaria de Desarrollo Institucional de la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctricade la Universidad Autónoma de Nuevo León. khrisgeorge@gmail.com

⁶ Estudiante del PE Ingeniero Mecánico Administrador en la Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica de la Universidad Autónoma de Nuevo León. joaquin.osorio7@hotmail.com



ABSTRACT

The professional context in which this project will be developed is in the dimensional section. The Dimensional Quality department is a branch of quality that is responsible for having all the reference points of a specific part within certain tolerances on the X, Y, Z axes.

The project will be developed at Metalsa, a supplier of structural components for light and commercial vehicles. Specifically at the Toyota Chassis Assembly Plant (Tacoma, Tundra).

Using a coordinate measuring machine, it is possible to know how the chassis is dimensionally. From a reference model taken as nominal, certain tolerances are established in which an item can be measured and determine if it meets the standards.

There is a general percentage that indicates how dimensionally correct the chassis is to the model, and from this, to be able to generate actions to improve it. In addition, there is a specific percentage for each part that makes up the chassis, and through these percentages they can be improved little by little.

The theme of the project is “Preventive Dimensional Adjustments”; previously Dimensional Quality made adjustments on the assembly line to bring an item out of specification to within specification. In addition to this, a preventive branch has been created, which consists of making adjustments on the assembly line to items that are still within specification, but close to being out, to have them as close to nominal, with the aim of preventing that any part has a dimensional failure in the future...

KEYWORDS: Quality, ISO, preventive.

INTRODUCCIÓN

En la presente investigación la empresa Metalsa S.A de C.V., será el objeto de estudio, la cual se dedica a la elaboración de chasis para camiones y camionetas este chasis consiste en una estructura interna que sostiene, aporta rigidez y da forma a un vehículo u objeto en su construcción y uso ya que sostiene la mayor parte del vehículo, la masa suspendida, que incluye el motor, la transmisión, la carrocería, el sistema de escape y la caja de dirección.

Por todas estas características es por lo que el chasis es considerado como el componente más significativo de un automóvil, es una parte importante del automóvil que permite el armado de los demás componentes, por lo que su revisión resulta un punto crítico.

En el departamento de Calidad Dimensional o Maquinas de Coordenadas el cual será campo de aplicación, su método de medición es en base a una máquina de coordenadas la cual consiste en la representación física de un “Sistema de Referencia Cartesiana” en el que cada uno de los ejes representa uno de los ejes X, Y y Z del propio sistema de referencia. Cada eje se puede mover con relación a los otros y se centran en una regla de modo que en cualquier momento se pueda observar su posición respecto al origen del sistema de referencia. Si el origen es el mismo para los tres ejes y un punto se describe según su origen, la posición de este punto en el espacio se puede saber en tiempo real según el valor de las tres coordenadas X, Y y Z indicadas por las reglas de los tres ejes de la máquina.

AJUSTES DIMENSIONALES PREVENTIVO

La problemática planteada en este proyecto es que a través de una investigación se puede encontrar una forma más práctica de poder precisar la fiabilidad de nuestros chasis a la hora de hacer la revisión de los mismos en una máquina de coordenadas, con el propósito de asegurar un producto de calidad al cliente.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

El proyecto "Ajustes Dimensionales Preventivos" nace del por qué siempre atacamos alguna anomalía o algún ítem fuera de especificación cuando ya está en esta condición; porque no atacarla y prevenirnos con tiempo para que siempre o la mayor parte del tiempo este dentro de los límites de control.

Esto a su vez, provoca de acuerdo a la criticidad del ajuste que se tenga que parar línea principal por validaciones o acciones requeridas de otros equipos de servicio, la cual esta actividad podría programarse con anticipación en tiempos muertos de línea o actividades de fines de semana.

Reducir los elementos fuera de especificación y trabajar bajo un estándar en el cual el ítem a ser inspeccionado se mantenga dentro de especificación desde su 0% hasta tu 80% de tolerancia para cuidar lo que es el indicador principal, el índice dimensional.

HIPÓTESIS

Si se establece una estrategia preventiva "Sample Data Sheet" (SDS) que pretende en el objetivo del proyecto mantener estable el índice dimensional, cuidando cada uno de sus ítems inspeccionados, ¿Podremos mantener un índice dimensional estable con un $\pm 1\%$ de variación y mejorar cada uno de sus ítems sin tener caídas drásticas.

Objetivos de investigación

El objetivo general de la investigación es mantener y mejorar la calidad de los chasis, considerando un $\pm 1\%$ de variación del índice dimensional, el cual será obtenido directamente en el programa de mejora Sample Data Sheet (SDS) a través del cumplimiento y mejora de los siguientes objetivos específicos.

Los objetivos específicos del proyecto de investigación son:

Objetivo específico 1: es que los ítems inspeccionados en los chasis de la línea de ensamble Toyota cumplan 100% con ítems dentro de especificación,

Objetivo específico 2: buscando mantener su porcentaje de calidad por encima del 98%, Objetivo específico 3: ya estando dentro del 98% que se tiene como objetivo interno se buscará hacer ajustes preventivos que mantengan como mínimo este 98% y

Objetivo específico 4: buscar mejorar hasta llegar a completar el 100% de ítems dentro de especificación.

Mantener el índice dimensional dentro del objetivo interno cumpliendo con ítems inspeccionados dentro de especificación que estén al alcance de la corrección en el debido momento en que estos tengan una tendencia a la máxima o mínima tolerancia permitida.

AJUSTES DIMENSIONALES PREVENTIVO

JUSTIFICACIÓN

Se plantea que con este proyecto se pueda mantener un Índice Dimensional constante o controlado, el cual no tenga muchas variaciones y por ende no provoque problemas de ensamble, los cuales muchas veces son señales de que algo está fuera de especificación.

Se busca no atacar el problema ya cuando sucedió, sino prevenir que el problema, paro o defecto se prevenga o reduzca en su máxima totalidad.

Esto también traerá consigo la satisfacción del cliente, ya que algunos de los ítems de inspección son más críticos que otros y con esta nueva manera de atacar anomalías o posibles anomalías evitaríamos reportes de cliente o problemas de ensamblaje final.

Ayudará a evitar problemas de ensamble entre piezas. Disminuirá los paros de línea por ajustes dimensionales. Disminuirá costos, debido a que cada ajuste requiere enviar a corte de soldadura y genera chatarra a la línea de ensamble. Disminuirán quejas de cliente por malos ensambles en producto final. Se tendrá una estabilidad en el proceso en cada una de las líneas. Habrá una tendencia al alza en cuanto a resultados finales.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION (SAMPLERI)

Enfoques de la investigación

El presente proyecto de investigación es considerado cuantitativo Usa la correlación de datos para comprobar la hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. Es un conjunto de procesos secuencial y riguroso. Se analizan las mediciones obtenidas.

METODOLOGÍA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Actualmente este es el flujo del seguimiento de un chasis inspeccionado en Máquina de Coordenadas, desde su medición hasta su seguimiento en dado caso de alguna falla dimensional:

1.- La máquina de coordenadas genera un archivo .txt, el cuál es pegado en Excel para su formato en el SDS (Sample Data Sheet).

AJUSTES DIMENSIONALES PREVENTIVO

HOLOS	measuring	record											
W-name	:	EXTRA		LONG									
Part no.	:			MODELO	G								
Job no.	:			G7844845A									
Supplier/cu	:	TACOMA	L1										
Operat.	:	1207-Jesus		Rmz.									
Remark	:	PRODUCCION			2								
Date	:		30/10/2018										
Upper tolerance	:			0.1 mm									
Lower tolerance	:			-0.1 mm									
ADR		[SY]	ACTUAL		NOMINAL		UTOL		LTOL		ERR		MAG
BEANDING	COMPLETO	MODELO	GG		ING	SDS	989	CM1	Y	CM2:			
		1 DATUM	RR		LH	I							
X		5252.1723		5252	3	-3	0.1723	+					
Y		-454.7119		-452.2	3	-3	-2.5119	----					
Z		1173.9327		1174.6	2	-4	-0.6673	-					

2.- Al momento de pegar el .txt en Excel, mediante formulas ya definidas se busca uno por uno los ítems inspeccionados, según la hoja MMC y se forma el SDS.

Metalsa Calidad como forma de vida										Tacoma Frame Assembly 727W Dimension Precision Measurement Chart										Inspected By: 1207-JesusRmz.		FULL FRAME G7844845A					
										Frame		Model		Date		30-Oct-18		80 % TOLERANCE				RANK A					
Check Item										W, L, H		Tolerance		Pc		Data. #		Frame		Judge		Judge		Judge			
Name of Item to inspect										Relationship		Pc		Data. #		Frame		Judge		Judge		Judge					
9. Fr Sus Arm Brkt										RH		Inner Hole H		+4 -2		127		CMM Data		1.24		O		O			
										FR Outside H		+4 -2		128		CMM Data		1.05		O		O					
										RR Outside H		+4 -2		573		CMM Data		1.68		O		O					
										Center Hole		+4 -2		574		CMM Data		1.46		O		O					
										Ave. Inside-Outside (H)		Ave.		+4 -2		129		=(127+128+573)/3		1.32		O		O			
										Inside-Outside (H)		Variation(H)		±1.5		130		=MAX-MIN		0.63		O		O			
										RH		Inner Hole H		+4 -2		131		CMM Data		1.44		O		O			
										FR Outside H		+4 -2		132		CMM Data		2.10		O		O					
										RR Outside H		+4 -2		575		CMM Data		2.09		O		O					
										Center Hole		+4 -2		576		CMM Data		2.04		O		O					
										Ave. Inside-Outside (H)		Ave.		+4 -2		133		=(131+132+575)/3		1.88		O		O			
										Inside-Outside (H)		Variation(H)		±1.5		134		=MAX-MIN		0.66		O		O			
										LH		L		±2.82		135		CMM Data		-0.62		O		O			
										W		±2.82		136		CMM Data		0.37		O		O					
										(L,W)		Ø8		2004		=((135)*2 +(136)*2)		1.44		O		O					
										Center		L		±2.82		137		CMM Data		0.02		O		O			
										Hole Location		W		±2.82		138		CMM Data		-1.38		O		O			
										(L,W)		Ø8		2005		=((137)*2 +(138)*2)		2.75		O		O					
										R/L		FR SUS ARM BKT. R/L (W)		Pitch(W)		±4.0		139		=136+138		-1.01		O		O	

3.- Este mismo SDS, se copia y se pega en el Acumulativo de la línea de ensamble (Tipo base de datos).

AJUSTES DIMENSIONALES PREVENTIVO

Metalsa		727W Frame Assembly				Inspected By			1207-JesusRmz		DANYPEREZ		DANYPEREZ	
Dimension Precision Measurement Chart		TOYOTA				Frame			G7850113A		G7850261A		G7850473A	
Check Item		Inspect Area	R/L	Relationship	W, L, H	Tolerance	Pc	Data #	G		G		G	
Name of Item to Inspect									6-Nov-18		7-Nov-18		7-Nov-18	
9. Fr Sus Arm. Brkt		(A) ABS, Center Surface Profile	RH	Inner Hole H	+4 -2	127	CMM Data	1.40	1.24	1.39	1.39	1.40	1.39	
FR Outside H								+4 -2	128	CMM Data	1.61	1.19	1.40	1.40
RR Outside H								+4 -2	573	CMM Data	2.10	1.62	1.84	1.84
Center Hole								+4 -2	574	CMM Data	1.83	1.48	1.65	1.65
Ave. Inside-Outside (H)									129	=(127+128+573)/3	1.76	1.35	1.54	1.54
Variation(H)								±1.5	130	=MAX-MIN	0.70	0.44	0.45	0.45
Inner Hole H								+4 -2	131	CMM Data	0.61	1.22	1.08	1.08
FR Outside H								+4 -2	132	CMM Data	1.15	1.85	1.79	1.79
RR Outside H								+4 -2	575	CMM Data	1.06	1.62	1.45	1.45
Center Hole								+4 -2	576	CMM Data	1.12	1.80	1.72	1.72
Ave. Inside-Outside (H)			133	=(131+132+575)/3	0.94	1.63	1.55	1.55						
Variation(H)		±1.5	134	=MAX-MIN	0.54	0.63	0.72	0.72						
Inner Hole H		+4 -2	135	CMM Data	0.17	-0.24	1.02	1.02						
W		±2.82	136	CMM Data	-0.78	0.35	0.14	0.14						
(L,W)		08	2004	=(135/2)+(136/2)	1.58	0.86	2.06	2.06						
L		±2.82	137	CMM Data	-0.03	0.24	0.87	0.87						
W		±2.82	138	CMM Data	-0.84	-0.94	-1.16	-1.16						
(L,W)		08	2005	=(137/2)+(138/2)	1.27	1.75	2.35	2.35						
R/L		FR BUS ARM BKT R/L (W)	Pitch(W)	±4.0	139	=(136+138)	-1.41	-0.49	-1.02	-1.02				

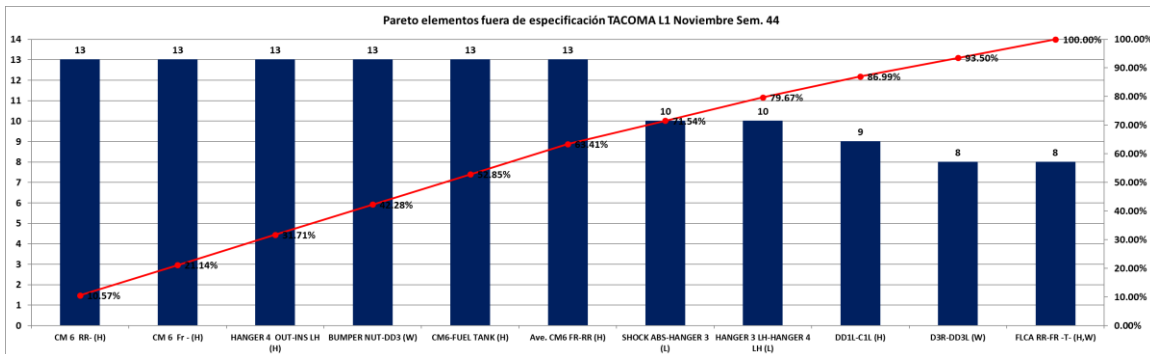
4.- Se analiza la información del reporte de acuerdo a la tendencia de los datos anteriores.

Metalsa		727W Frame Assembly				Inspected By			WALTER		SOLIS		1207-JesusRmz		DANYPEREZ					
Dimension Precision Measurement Chart		TOYOTA				Frame			G7846673A		G7846833A		G7846973A		G7850261A					
Check Item		Inspect Area	R/L	Relationship	V, L, H	Tolerance	Pc	Data #	7		8		9		10		11		12	
Name of Item to Inspect									7-Nov-18		8-Nov-18		9-Nov-18		10-Nov-18		11-Nov-18		12-Nov-18	
11. Fr Lev Arm Attachment area 434 (RR)		(A) Lev Arm Surface - Hole Location	RH	Fr-C	±3.0	763	CMM Data	0.33	0.60	0.60	1.06	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	
W								±3.0	764	CMM Data	0.63	0.21	0.83	0.40	0.43	0.25	0.25	0.25		
H								+4 -2	802	CMM Data	0.77	0.39	0.80	0.80	0.56	0.88	0.88			
(R,W)								08	2008	=(802/2)+(763/2)	0.39	0.44	0.83	0.83	1.41	1.82	1.82			
R/W								±3.0	803	CMM Data	0.84	-1.53	0.69	0.53	1.84	0.59	0.59			
W								±3.0	804	CMM Data	0.82	0.45	0.71	0.21	0.40	0.36	0.36			
H								+4 -2	805	CMM Data	-0.06	-0.22	-0.35	-0.56	-0.89	-0.94	-0.94			
Ave. FLCA FR-RR(L)								Ave (L)	806	=(802+803+804)/3	0.24	-0.91	0.85	0.73	1.85	0.79	0.79			
Ave. FLCA FR-RR(W)								Ave (W)	807	=(804+805)/2	0.82	0.33	0.77	0.31	0.42	0.38	0.38			
Ave. FLCA FR-RR(H)								Ave (H)	808	=(805+806)/2	0.35	0.08	0.13	0.32	-0.16	0.17	0.17			
FLCA FR-RR(W)		Variation(W)	809	=(804-805)	0.01	0.94	0.52	0.39	0.04	0.92	0.92									
FLCA FR-RR(H)		H	810	=(805-806)	0.83	0.81	0.95	0.19	1.43	1.42	1.42									
FLCA FR-RR (R/W)		R/W	811	=(803-804)+(804-805)/2	1.08	1.31	1.82	2.74	2.07	2.85	2.85									

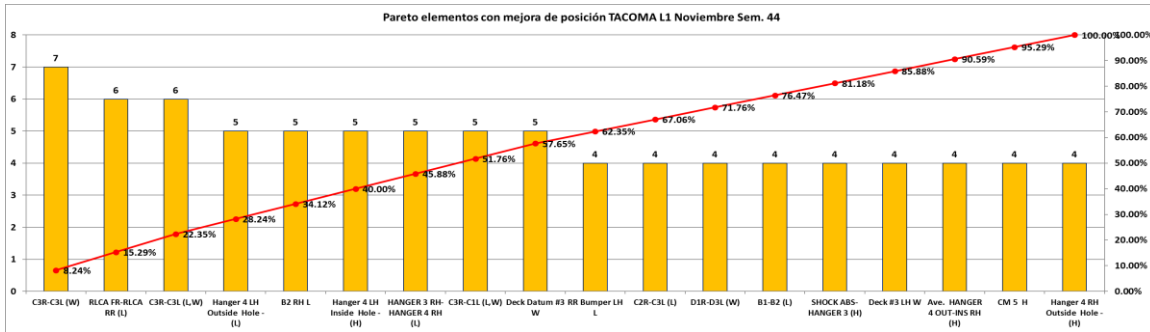
5.- Cuando aparece algún ítem con símbolo de triángulo, en color mostaza, quiere decir que el ítem está por encima del 80% de la tolerancia, en el caso anterior, se aprecia una tendencia y el ultimo dato reflejado tiene casi un 95% de la tolerancia, lo cual indica que está muy próximo a salir.

6.- Se reporta a línea de ensamble y se hace la acción correctiva, según sea la necesaria.

7.- Los datos generados en el transcurso de la semana laborada, son almacenados en una base de datos, en la cual generaremos nuestro Pareto de ítems correctivos e ítems Preventivos, en los cuales nos estamos enfocando en este proyecto.



AJUSTES DIMENSIONALES PREVENTIVO



8.- A partir de estos paretos, se comienza un plan de acción para cada uno de los ítems mostrados anteriormente, con el estatus de seguimiento a pendientes, monitoreo y preventivo.

Item	# Item	Problem Description	Root Cause of the problem	Activities to do	Meeting to review	Responsible	Open Date	Due Date	Real Date	Status	Comments	DATA	ROW	%
24. Hanger	TC-54	Hanger 3 - Hanger 4 (L) Deviation: 2.0 mm Tol: ± 3.0 mm	IBD	Make analysis to adjustment	ASSEMBLY	Alberto Cruz	3/Sep/18	30/Oct/18	22/Oct/18	Monitoring	Adjustment to nominal pending adjustment. Review to be done by 22/10/18	338 340 342	564 566 590	0.493%
4. Engine Mount	TC-56	EM BR (L)W (W) Deviation: 3.0 mm Tol: ± 3.0 mm	IBD	We have to do an analysis in a fixed sub width with all the crossmembers and brackets	ASSEMBLY	Alberto Cruz	24/Sep/18	15/Oct/18	8/Oct/18	Monitoring	Date is into spec. Result: 2.65 mm	107 11	210 215	0.330%
11. In Use Arm Attachment area -dot (H)	TC-58	RLCA BR-FR (H) Deviation: ± 1.5 mm Tol: ± 1.5 mm	Subassy	Direct adjustment in TCM-113 10-Oct-18	ASSEMBLY	Luis Castellón/José Alfredo Sols	1/Oct/18	17/Dec/18	4/Nov/18	Monitoring	We didn't do an adjustment. Items are into spec. Result: 1.07 mm (W) 2.20 diameter position	173 2011	312 313	0.330%
12. In Use Arm Attachment area -dot (H)	TC-59	RLCA BR-FR -dot (H,W) Deviation: ± 1.5 mm Tol: ± 1.5 mm	Diameter position both sides	Make analysis to adjustment	ASSEMBLY	Luis Castellón/José Alfredo Sols	1/Oct/18	4/Nov/18	4/Nov/18	Monitoring	We didn't do an adjustment. Items are into spec. Result: 1.04 mm (W) 0.34 diameter position	183 184	324 325	0.330%

Item	# Item	Problem Description	Root Cause of the problem	Activities to do	Meeting to review	Responsible	Open Date	Due Date	Real Date	Status	Comments	DATA	ROW	%
8. Engine Mount	TCF-11	Engine Mount BR (H) (L) Deviation: -1.6 mm Tol: ± 3.0 mm	Individual Position	Direct adjustment in TCF-440 5-Jul Direct adjustment TCF-440	ASSEMBLY	Daniel Pérez/José Rombez	29/Oct/18	9/Nov/18		Preventive	It was moved to Pending status. We did an adjustment but the nail have to modify.	113 115	217 219	0.640%
17. No.3 Cross Member Attachment area	TCF-29	Crossmember No. 3 (L) Deviation: -2.45 mm Tol: ± 3.0 mm	Individual Position	Direct adjustment in TCM-410	ASSEMBLY	Daniel Pérez/José Rombez	4/Nov/18	11/Nov/18		Preventive		207 2022 263 2024	448 452 456 460	0.660%
20. H4 Cross Attachment area	TCF-21	CMG (L) Deviation: -2.9 mm Tol: ± 3.0 mm	Individual Position	Direct adjustment in TCM-300	ASSEMBLY	Daniel Pérez/José Rombez	4/Aug/18	30/Dec/18		Preventive	Pending for bolts overlap	292 292	499 502	0.330%
12. In Use Arm Attachment area -dot (H) (W)	TCF-08	RLCA BR-FR -dot (H,W) Deviation: +2.9 mm Tol: ± 3.0 mm	Diameter position both sides	Make analysis to adjustment. Radius trace interference with CM2 lower.	ASSEMBLY	Luis Castellón/José Alfredo Sols	4/Jun/18	15/Nov/18		Preventive		2012	326	0.165%
3. Coil Mount No.2	TCF-24	Coil 3 BR (H)W Deviation: 2.97 mm Tol: ± 3.0 mm	Subassy	Adjustment to less top in Coil 2 BR and up the height.	ASSEMBLY	Luis Castellón/José Alfredo Sols	24/Sep/18	30/Nov/18		Preventive	Review if we have enough top to do the adjustment.	38	52	0.165%
26. EXH/Support #23.7	TCF-24	Exhaust Pipe No. 3 (W) Deviation: +2.93 mm Tol: ± 3.0 mm	Individual Position	Direct adjustment in TCM-317	ASSEMBLY	Daniel Pérez/José Rombez	29/Oct/18	9/Nov/18		Preventive		292	420	0.165%
14. Bound Stopper Attachment area	TCF-27	Bound Stopper (L) Deviation: +2.2 mm Tol: ± 3.0 mm	Individual Position	Direct adjustment in TCM-400 to CM2 (L)	ASSEMBLY	Daniel Pérez/José Rombez	29/Oct/18	11/Nov/18		Preventive		282	437	0.165%
18. S5 Cross Attachment area	TCF-30	Exhaust Pipe CM2 (L) Deviation: -1.87 mm Tol: ± 4.0 mm	Individual Position	Direct adjustment in TCF-551	ASSEMBLY	Luis Castellón/José Alfredo Sols	4/Nov/18	11/Nov/18		Preventive		286	490	0.165%

Nota: Las acciones correctivas realizadas, se monitorean en un lapso de 15 días, si la falla no se vuelve a repetir en el eje (H, L, W) atacado, la actividad se da por cerrada.



AJUSTES DIMENSIONALES PREVENTIVO

¿Cómo se genera nuestro indicador principal?

- 1.- Se mide chasis en máquina de coordenadas.
- 2.- Se genera archivo .txt y se pega en archivo de Excel para generar SDS.
- 3.- Al final del SDS hay un apartado que calcula el índice dimensional crítico y general del chasis.

Rank General	80% TOLERANCE	Rank A
○ 594.00	○ 565.00	○ 215.00
✗ 16.00	▽ 29.00	▽ 11.00
Total 610.00	Total 610.00	Total 229.00
	✗ 16.00	✗ 3.00

Accuracy Gain: 97.38% (Rank General), 98.69% (Rank A)

80 % Tol	Judge	Rank A
92.62%	OK 80% Tol	93.89%
4.75%	OK To imp	4.80%
2.62%	NG	1.31%

Rank A
○ 226.00
✗ 3.00
Total 229.00

98.69%

Total, de datos dentro de especificación

Total, de datos preventivos

Total, de datos fuera de especificación

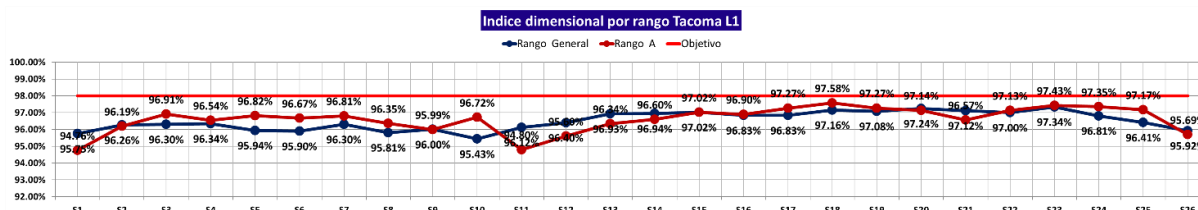
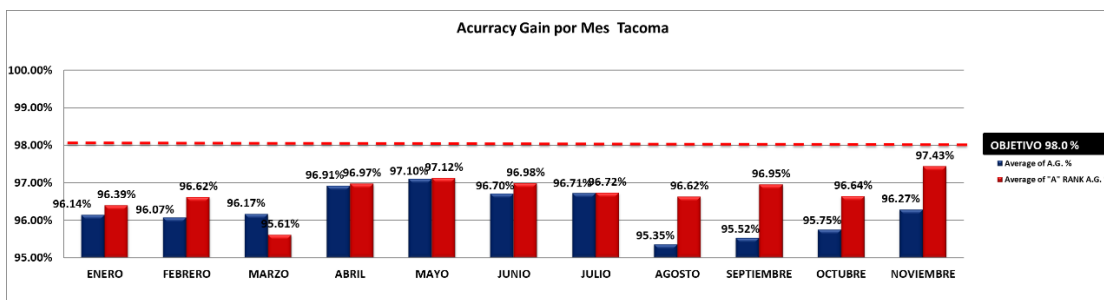
4.- Estos índices son capturados en un archivo llamado Listado Máster. El cual es la base de datos de todos los reportes medidos en MMC.

FECH	SEMA	MES	REPORT	MODEL O	CONSEJ O	MODEL O	WV	CONDICION ESPECI	A.G.	*A* RANK A.G.	OK GENET	OK RANK *A*	COMENTARIOS	
1767	26-sep-18	43	OCTUBRE	J.LIMZ	G	784267A	404	EXL	PRODUCCION	96.85%	98.69%	91.91%	93.45%	MNC
1768	27-sep-18	43	OCTUBRE	A.CASTILLO	O	7842889A	PRE	EXL	PRODUCCION	96.73%	97.38%	90.48%	90.83%	MNC
1769	27-sep-18	43	OCTUBRE	A.CASTILLO	G	784303A	404	EXL	PRODUCCION	96.33%	97.38%	92.13%	93.45%	MNC
1770	27-sep-18	43	OCTUBRE	A.CASTILLO	G	7843187A	404	EXL	PRODUCCION	95.57%	97.62%	89.34%	93.45%	MNC
1771	27-sep-18	43	OCTUBRE	J.LIMZ	G	7843269A	404	EXL	PRODUCCION	96.23%	98.53%	92.48%	93.45%	MNC
1772	27-sep-18	43	OCTUBRE	J.LIMZ	G	784343A	404	EXL	PRODUCCION	96.38%	98.94%	93.67%	91.76%	MNC
1773	29-sep-18	44	OCTUBRE	J.LIMZ	O	784398A	PRE	EXL	PRODUCCION	96.38%	98.53%	91.63%	92.14%	MNC
1774	29-sep-18	44	OCTUBRE	D.PEREZ	F	7844133A	404	EXL	PRODUCCION	96.16%	98.62%	92.45%	91.62%	MNC
1775	29-sep-18	44	OCTUBRE	D.PEREZ	G	7844291A	404	EXL	PRODUCCION	97.06%	98.25%	92.67%	93.45%	MNC
1776	29-sep-18	44	OCTUBRE	D.PEREZ	H	7844373A	404	EXL	PRODUCCION	95.97%	95.31%	90.27%	91.38%	MNC
1777	30-sep-18	44	OCTUBRE	J.LIMZ	G	7844551A	404	EXL	PRODUCCION	97.23%	97.62%	91.97%	92.58%	MNC
1778	30-sep-18	44	OCTUBRE	J.LIMZ	T	7843355A	PRE	EXL	PRUEBAS LINEA	95.45%	95.06%	91.08%	91.38%	LINEA L SE VALIO CMLH SUSPECHOSO X MAL ENSAMBLE Y MNC OK
1779	30-sep-18	44	OCTUBRE	J.LIMZ	G	7844845A	404	EXL	PRODUCCION	97.38%	98.69%	92.62%	93.69%	MNC
1780	30-sep-18	44	OCTUBRE	D.PEREZ	G	7844958A	404	EXL	PRODUCCION	96.23%	97.62%	91.97%	94.76%	MNC
1781	30-sep-18	44	OCTUBRE	D.PEREZ	G	784515A	404	EXL	PRODUCCION	96.56%	98.94%	91.88%	94.32%	MNC
1782	30-sep-18	44	OCTUBRE	D.PEREZ	H	7845267A	404	EXL	PRODUCCION	95.81%	95.31%	89.68%	90.43%	MNC
1783	31-sep-18	44	OCTUBRE	J.LIMZ	F	7845365A	404	EXL	PRODUCCION	97.16%	98.62%	91.93%	93.18%	MNC
1784	31-sep-18	44	OCTUBRE	J.LIMZ	O	7845603A	PRE	EXL	PRODUCCION	95.33%	96.51%	91.42%	92.58%	FABO
1785	31-sep-18	44	OCTUBRE	D.PEREZ	G	7845789A	404	EXL	PRODUCCION	95.74%	97.62%	92.48%	95.10%	FABO
1786	31-sep-18	44	OCTUBRE	D.PEREZ	O	7845863A	PRE	EXL	PRODUCCION	97.04%	98.69%	92.76%	95.63%	FABO
1787	1-nov-18	44	NOVIEMBRE	J.LIMZ	O	7846093A	PRE	EXL	PRODUCCION	96.55%	97.62%	92.93%	93.69%	FABO
1788	1-nov-18	44	NOVIEMBRE	J.LIMZ	G	7846133A	404	EXL	PRODUCCION	97.54%	97.62%	90.86%	91.76%	FABO
1789	1-nov-18	44	NOVIEMBRE	D.PEREZ	G	7846458A	404	EXL	PRODUCCION	96.72%	97.62%	90.06%	94.32%	FABO
1790	1-nov-18	44	NOVIEMBRE	D.PEREZ	F	7846703A	404	EXL	PRODUCCION	95.99%	96.26%	91.63%	94.69%	FABO
1791	2-nov-18	44	NOVIEMBRE	J.LIMZ	Z	7846998A	PRE	EXL	PRODUCCION	95.23%	96.51%	91.45%	92.58%	FABO
1792	2-nov-18	44	NOVIEMBRE	J.LIMZ	O	7847263A	PRE	EXL	PRODUCCION	96.22%	97.38%	91.45%	94.32%	FABO
1793	2-nov-18	44	NOVIEMBRE	D.PEREZ	O	7847421A	PRE	EXL	PRODUCCION	96.38%	98.33%	91.76%	93.45%	FABO
1794	2-nov-18	44	NOVIEMBRE	D.PEREZ	G	7847564A	404	EXL	PRODUCCION	95.57%	98.94%	90.43%	93.61%	FABO
1795	3-nov-18	44	NOVIEMBRE	LIMZ C	G	7847343A	404	EXL	PRODUCCION	95.25%	97.62%	89.67%	90.83%	FABO
1796	3-nov-18	44	NOVIEMBRE	J.LIMZ	O	7848152A	PRE	EXL	PRODUCCION	96.38%	98.25%	91.42%	93.45%	FABO
1797	3-nov-18	44	NOVIEMBRE	D.PEREZ	G	7848349A	404	EXL	PRODUCCION	96.07%	97.62%	91.84%	94.32%	FABO
1798	3-nov-18	44	NOVIEMBRE	D.PEREZ	G	7848572A	404	EXL	PRODUCCION	97.38%	98.69%	93.61%	96.51%	FABO

5.- A partir de este archivo se generan los gráficos para cada uno de los rangos de índice dimensional (General y Crítico).



AJUSTES DIMENSIONALES PREVENTIVO



RESULTADOS

1.-ÍNDICE DIMENSIONAL ACTUALMENTE

De acuerdo con los resultados obtenidos dentro del **objeto de estudio y campo de aplicación** se puede demostrar que con la implementación del trabajo nuevo con estos SDS (Sample Data Sheet) y el sistema de trabajo enfocado a la mejora continua y a la reacción preventiva.

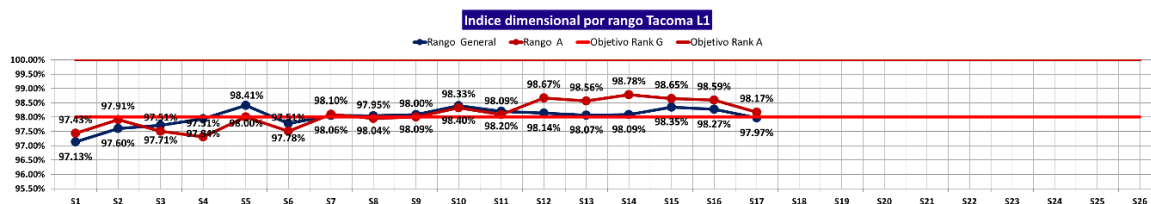
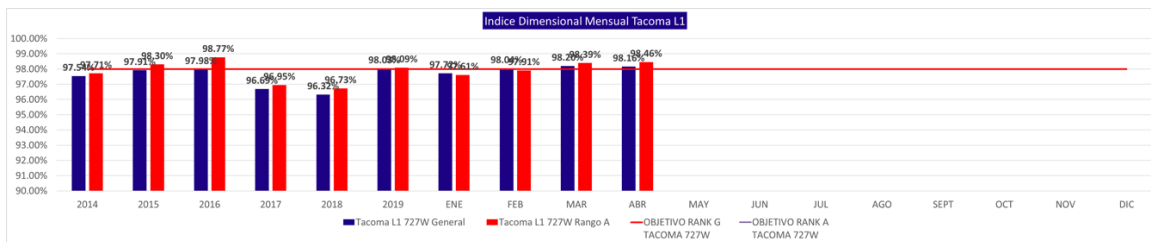
El **objetivo específico 1** se encuentra actualmente todavía en proceso, debido a que no se ha alcanzado a obtener el 100% de los ítems inspeccionados dentro de especificación con un gap entre el dato real y el objetivo de 1.5% en promedio.

Sin embargo, hablando específicamente del **objetivo específico 2** y **objetivo específico 3** se puede demostrar que se alcanzó la meta de mejora de alcanzar un índice dimensional de 98% (**Objetivo específico 2**) y a partir de este, comenzar a mantener un dato no variable mayor a $\pm 1\%$ de mejora esperada (**Objetivo específico 3**).

Hablando específicamente del **objetivo específico 4**, se puede llegar a decir que es similar al **objetivo específico 1**, en el cual, una vez alcanzada la meta de mejora de un 98%, se llegue a cumplir con el 100% de los ítems inspeccionados dentro de especificación.



AJUSTES DIMENSIONALES PREVENTIVO



2.- CHATARRA POR AJUSTES DIMENSIONALES 2019

De acuerdo con la mejora implementada en el **objeto y campo de estudio**, se logro mejorar no solamente el índice dimensional en un 2% llegando a la meta de 98%, sino que, indirectamente se logro reducir el costo de chatarra generalmente por la categoría de “Ajustes dimensionales”. Generando solamente 7 chasises scrapeados durante el periodo de Enero – Abril 2019, con un costo total de chatarra de \$80,483.48. Se espera que, en el cierre del año, esta categoría no sea Pareto en los Costos de Chatarra generados en el 2019.

Mes	PIEZAS	COSTO POR CHASIS	Column2
ENERO	0	\$ 11,497.64	\$ -
FEBRERO	1	\$ 11,497.64	\$ 11,497.64
MARZO	6	\$ 11,497.64	\$ 68,985.84

3.- PAROS DE LÍNEA

Otro objetivo indirecto alcanzado, es el tema de los paros de la línea de ensamble, ya que se redujo hasta en un 300% de la afectación comparado contra la afectación del año 2018. Esto a su vez, permitió sacar 13 chasises más por hora, comparado contra el 2018.



AJUSTES DIMENSIONALES PREVENTIVO

PAROS POR AJUSTES DIMENSIONALES	
ENERO - ABRIL 2018	587 min
ENERO - ABRIL 2019	178 min

CONCLUSIONES

De acuerdo con las expectativas esperadas en la hipótesis, el cual busca mejorar y después mantener el índice dimensional, se puede apreciar y definir que esta nueva manera de apreciar y analizar la información obtenida del reporte del chasis es de un beneficio grande para la empresa en las líneas de Toyota. Se puede apreciar así mismo que la mejora del índice dimensional, tanto General, como Critico, tuvo una mejora de un 2% para así tener ambos rangos dentro del objetivo definido internamente por el proceso y así poder mantener la tendencia, regularidad y mejora de los ítems inspeccionados continuamente.

Así mismo, podemos asumir que este nuevo esquema de trabajo es eficiente para quien desee implementarlo en su trabajo, ya que ayudara a buscar mantener los ítems dentro de especificación y atacar el producto antes que éste se encuentre fuera de sus tolerancias definidas por nuestro cliente directo.

Por último, indirectamente el proceso y la empresa también obtuvieron sus beneficios, esto al disminuir el monto de chatarra (scrap) tirado en el primer trimestre del año en curso. Así como beneficiar a la línea de ensamble, disminuyendo los tiempos de paro por ajustes dimensionales y así mismo, asegurar una mejor confiabilidad en los chasises construidos en el transcurso de cada uno de los turnos programados.

BIBLIOGRAFÍA

Allahverdi, T. A. (2015). Continuous improvement in the Industrial and Management Systems Engineering programme at Kuwait University. *European Journal of Engineering Education*, 1-12.

Campbell, J. P. (2018). ISO 9001:2015: the evolution and convergence of quality management and knowledge management for competitive advantage. *Total Quality Management & Business Excellence*, 761-776.

http://ocw.usal.es/ciencias-sociales-1/control-estadistico-de-la-calidad/contenido/ocw_cabero/01_asignaturaCC/Temario/Tema1.pdf



PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE CURSOS MASIVOS EN LÍNEA PARA LA FORMACIÓN MULTIDISCIPLINAR DE UNA UNIVERSIDAD EN CONFINAMIENTO

TECHNOLOGY PLATFORM FOR MASSIVE ONLINE COURSES FOR THE MULTIDISCIPLINARY TRAINING OF A UNIVERSITY IN CONFINEMENT

Diana Concepción Mex Álvarez¹
Pablo Javier Maldonado Rivas²
Luz María Hernández Cruz³
José Rene Torres Cuc⁴

RESUMEN

La Universidad Autónoma de Campeche (UAC), ante las medidas sanitarias por el confinamiento por COVID-19 y con el fin de no suspender la educación continua de la comunidad universitaria de las diversas áreas del conocimiento se incorporó al programa “Coursera for Campus”. Esta investigación presenta los resultados de un estudio tipo descriptivo de los cursos impartidos, así como del proceder e intereses de los participantes, durante el período mayo - diciembre 2020. De un total de 404 cursos, 89 fueron del área de salud, 72 de negocios, 41 de ciencias físicas e ingeniería, 39 de ciencias de la computación, 39 de ciencias sociales, 35 de artes y humanidades, 33 de aprendizaje de idiomas, 27 de ciencia de los datos, 16 de desarrollo personal, 7 de tecnologías de la información, 5 de matemáticas y lógica, y 1 de computación.

PALABRAS CLAVES: Aprendizaje virtual, Comunidades virtuales, Demandas educativas, Formación continua, Universidad.

Fecha de recepción: 06 de octubre, 2022.

Fecha de aceptación: 20 de octubre, 2022.

¹Profesor e Investigador, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Campeche. diancmex@uacam.mx

²Profesor e Investigador, Facultad de Ciencias Químico Biológicas, Universidad Autónoma de Campeche. pjmaldon@uacam.mx

³ Profesor e Investigador, Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Campeche. lmhernan@uacam.mx

⁴Profesor e Investigador, Normal Rural de Hecelchakán, Campeche “Justo Sierra Méndez”. torrescuc102778@gmail.com



ABSTRACT

The Universidad Autónoma de Campeche (UAC), facing the sanitary measures for the confinement by COVID-19, in order not to suspend the continuing education of the university community of the various areas of knowledge was incorporated in the program "Coursera for Campus." This research presents the results of a descriptive study of all the courses taught, as well as the behavior and interests of the participants, during the period May - December 2020. Out of a total of 404 courses, 89 were in the area of health, 72 business, 41 physical science and engineering, 39 computer science, 39 social sciences, 35 arts and humanities, 33 language learning, 27 data science, 16 personal development, 7 for information technology, 5 for mathematics and logic, and 1 for computing.

KEYWORDS: Continuous training, Educational demands, University Virtual communities, Virtual Learning.

INTRODUCCIÓN

La Universidad Autónoma de Campeche (UACAM) es una universidad pública de México, la cual fue fundada el 07 de agosto de 1965. [UAC, 2009], cuyas oficinas centrales se encuentran en la Cd. de San Francisco de Campeche. La UACAM, comprometida de salvaguardar la salud de los universitarios suspendió labores el 23 de marzo de 2020, de acuerdo con las acciones extraordinarias en materia de salubridad general, emitidas en el Diario Oficial de la Federación por el Titular del Poder Ejecutivo Federal, para combatir la enfermedad grave de atención prioritaria generada por el virus SARS-CoV2 (COVID-19); en las regiones afectadas de todo el territorio nacional.

La suspensión de las clases presenciales representa un desafío inédito para la Universidad Autónoma de Campeche, que asegura hasta que la emergencia sanitaria esté superada, se navegaran tiempos de retos que deberá enfrentar con responsabilidad. Para que la Universidad pueda continuar cumpliendo su función de distribuir saberes socialmente significativos aun en tiempos de pandemia, es imprescindible garantizar el acceso a contenidos pedagógicos, disciplinares y profesionales, por cada fase de estudio (UAC, 2020).

Los cursos abiertos masivos en línea o mejor conocidos como MOOCs (Massive Open Online Courses, por sus siglas en inglés), ofrecen un aprendizaje que se caracteriza por su carácter no lineal y asíncrono, es decir, es posible para el estudiante aprender a su propio ritmo, debido a la facilidad por la no existencia de un espacio físico, como un aula, en la que el profesor imparte contenido en un horario determinado a estudiantes que se encuentran físicamente en el mismo lugar (Martin, Kelly & Terry, 2018).

Los MOOCs nacen a partir de las primeras experiencias para compartir contenidos online de cursos presenciales. Las limitantes de interacción con los "estudiantes" de otras partes del mundo generan esta propuesta que permite la generación de una audiencia que va más allá del adquirir el contenido, incorporando un proceso de aprendizaje en el que participa un docente (generalmente un equipo) y un grupo de pares (Valdebenito & Duran, 2013).

Los cursos masivos en línea han revolucionado la forma en que se enfoca la educación superior a nivel mundial, fundamentalmente en ciertas temáticas de interés y para los países más desarrollados (Pérez, Maldonado & Morales, 2016). El empleo de los MOOCs tiene particularidades, considerando el carácter abierto y masivo que presupone una inmensa diversidad del alumnado lo que conlleva a ser casi imposible dar un seguimiento personalizado, solo de manera generalizada (Vinader, 2013).

Fernández menciona que los MOOCs ofrecen ventajas para los participantes, tanto por la oportunidad de poder inscribirse, así como los beneficios de finalizarlas, debido a que cuentan con

PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE CURSOS MASIVOS EN LÍNEA PARA LA FORMACIÓN MULTIDISCIPLINAR DE UNA UNIVERSIDAD EN CONFINAMIENTO

información de alto nivel y permiten un acceso al conocimiento que la mayoría de los docentes no tienen, abriendo la posibilidad a una relación entre universidades y escuelas, en conjunto con docencia e investigación. Por lo contrario, una de las críticas que se hacen a estas herramientas consideradas como desventaja, se trata de la información acumulada en la plataforma, acompañado de una marcada falta de capacitación digital por parte de los profesores, así como dificultades en la evaluación por parte de los docentes. Existen muchas organizaciones que actualmente ofrecen MOOCs por lo que hay una gran variedad de plataformas que dan soporte a este tipo de proyectos. (Fernández, 2019)

En lo que respecta a Coursera, es una plataforma educativa, establecida en el año 2011, asociada con prestigiosas universidades y organizaciones de todo el mundo (Suárez, 2013).

Coursera basaba el aprendizaje en cuatro ideas clave: la eficacia del aprendizaje en línea, el aprendizaje para el dominio, la evaluación entre compañeros y el aprendizaje mixto. El vínculo a su página es: <https://www.coursera.org/> (Martínez & Vázquez, 2018).

Como mencionó Jeff Maggioncalda, CEO de Coursera, “La pandemia ha sido un catalizador para que las universidades hagan del aprendizaje en línea el núcleo de la experiencia de sus estudiantes”, es por ello por lo que se amplió el programa Coursera for Campus para que más Universidades se adhirieran.

De acuerdo con Leah Belsky, directora comercial de Coursera, “las instituciones están actuando con valentía para apoyar a sus alumnos y trabajadores a través de una crisis de desempleo sin precedentes. Los estudiantes necesitan un aprendizaje listo para el trabajo, los empleados necesitan habilidades efectivas para trabajar a distancia y los trabajadores desplazados necesitan recuperar un empleo. Esta crisis ha dejado claro que necesitamos instituciones que permitan el acceso a la educación en todas las etapas de la vida cívica” [Razo, 2020].

JUSTIFICACIÓN

En presencia de la situación pandémica, con el fin de respaldar el aprendizaje remoto de los estudiantes y la capacitación continua de los empleados, la UAC se unió al programa “Coursera for Campus”, para ofrecer a todos los miembros de la comunidad universitaria, certificados emitidos por prestigiosas universidades y empresas líderes en distintas áreas del conocimiento (UAC, 2020).

Los miembros de la comunidad universitaria que fueron invitados a capacitarse mediante los cursos de la plataforma de Coursera fueron desde docentes, personal administrativo, alumnos y se amplió para los egresados, para que todos tengan las mismas oportunidades de reforzar sus conocimientos y aprender desde casa.

En el presente trabajo esta enfocado en los resultados obtenidos por medio de los cursos de capacitación en diferentes áreas, haciendo énfasis en las de mayor interés dentro de la comunidad universitaria.

Ante los retos de nuestra sociedad se convirtió en una necesidad la transformación digital, generando la búsqueda de estrategias que “fortalezcan y modernicen la universidad y sus misiones con respecto al avance del conocimiento y de la sociedad” (García, 2020).

Con todos estos cambios presentes, todas las instituciones educativas han implementado estrategias donde han hecho uso de las herramientas digitales tal es el caso de los cursos abiertos en línea.

PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE CURSOS MASIVOS EN LÍNEA PARA LA FORMACIÓN MULTIDISCIPLINAR DE UNA UNIVERSIDAD EN CONFINAMIENTO

Debido a la generalización, las estadísticas de finalización son bajas y generan inquietud sobre la eficacia de los cursos para lograr el efecto que se desea en el alumno cuando no asume un papel activo en sus propios procesos de aprendizaje (Leal & Córdova, 2021). “Esto ha provocado una notable atención a la evolución de los MOOCs que se manifiesta en las publicaciones y resultados obtenidos sobre el tema ya antes mencionado” (Suárez, 2013).

METODOLOGÍA

Tomando en cuenta los tipos de estudios de investigación, el presente trabajo se ejecutó de la siguiente manera de acuerdo con las siguientes clasificaciones:

- Profundidad de la búsqueda planeada del conocimiento que se pretende obtener es de tipo descriptivo típico, debido a que exponen las características de una sola muestra.
- Intervención del investigador sobre el fenómeno estudiado es de tipo Observacional, su objetivo principal es "Observar y registrar" aquellos acontecimientos de interés para el estudio, sin alterar o intervenir en el curso natural de estos.
- Fuente de acopio de los datos es de campo, debido a que se recolectaron en el lugar de ocurrencia del fenómeno, que es la plataforma administrativa de Coursera.
- Fin que persigue la investigación es de tipo básica ya orienta a la acumulación de información o la formulación de una teoría, encaminando la investigación sobre la educación remota con la ayuda de la plataforma Coursera.
- Recolección de los datos es transversal, debido a que se recolectan en un solo momento, en un tiempo único. (Rodríguez & Cabrera, 2007).

Población a observar

Personas de la comunidad universitaria que participaron en el programa Coursera for Campus impartido en el periodo mayo-diciembre 2020.

Variables

La variable para observar son las personas que se registraron en los cursos impartidos en el periodo mayo-diciembre 2020.

Procedimiento sobre la toma de muestra

A continuación, en la figura 1 se muestra el procedimiento que se siguió para la toma de la muestra.

PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE CURSOS MASIVOS EN LÍNEA PARA LA FORMACIÓN MULTIDISCIPLINAR DE UNA UNIVERSIDAD EN CONFINAMIENTO



Figura 1 Procedimiento sobre la toma de muestra.

Fuente: Elaboración propia.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De un total de 404 cursos impartidos, 89 fueron del área de salud, 72 de negocios, 41 de ciencias físicas e ingeniería, 39 de ciencias de la computación, 39 de ciencias sociales, 35 de artes y humanidades, 33 de aprendizaje de idiomas, 27 de ciencia de los datos, 16 de desarrollo personal, 7 de tecnologías de la información, 5 de matemáticas y lógica, y 1 de computación. En la figura 2 se puede apreciar la distribución de los cursos por área.

PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE CURSOS MASIVOS EN LÍNEA PARA LA FORMACIÓN MULTIDISCIPLINAR DE UNA UNIVERSIDAD EN CONFINAMIENTO

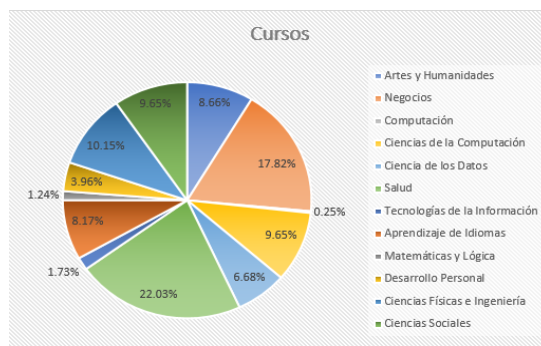


Figura 2 Porcentaje de cursos por áreas.

Fuente: Elaboración propia

Se inscribieron un total de 1010 personas, de las cuales 781 permanecieron activas, es decir que 229 cancelaron su inscripción y 285 personas concluyeron los cursos en su totalidad.

Respecto al área de más interés en la comunidad universitaria fue el área de salud, con 255 personas inscritas en sus cursos, mientras que computación fue el área con menos interés dentro de la comunidad universitaria siendo 1 persona inscrita en el curso impartido, en la figura 3 se puede observar el porcentaje de acuerdo con las personas inscritas por cada área.

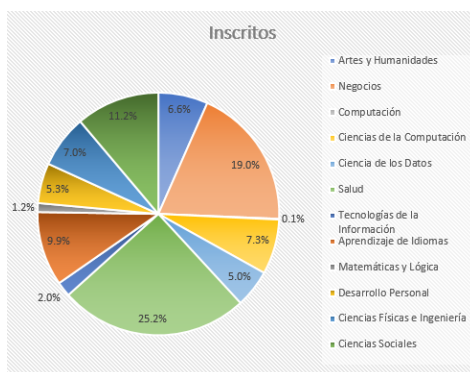


Figura 3 Porcentaje de personas inscritas por área.

Fuente: Elaboración propia

De 781 personas inscritas activas, 187 pertenecen al área de salud, destacando con un mayor número de personas activas, mientras que el área de computación no posee ninguna persona inscrita activa. En la figura 4 se observa la participación de las personas inscritas activas dentro del programa Coursera of Campus en las diferentes áreas.



PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE CURSOS MASIVOS EN LÍNEA PARA LA FORMACIÓN MULTIDISCIPLINAR DE UNA UNIVERSIDAD EN CONFINAMIENTO

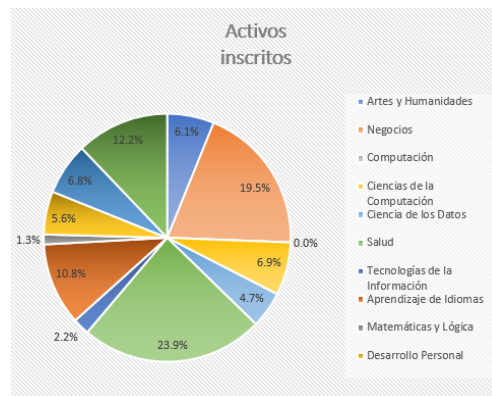


Figura 4 Porcentaje de personas inscritas activas por área.

Fuente: Elaboración propia

A pesar del número de personas activas en los cursos del área de salud, no fue esta el área que destacó por el número de personas que concluyeron exitosamente los cursos. Por consiguiente, se atribuye al área de negocios un total de 70 personas que completaron el curso, colocándolo como la principal área que tiene más cursos completados, es decir, con más egresados. En la figura 5 se puede observar la relación de las personas que finalizaron los cursos con respecto a sus áreas.

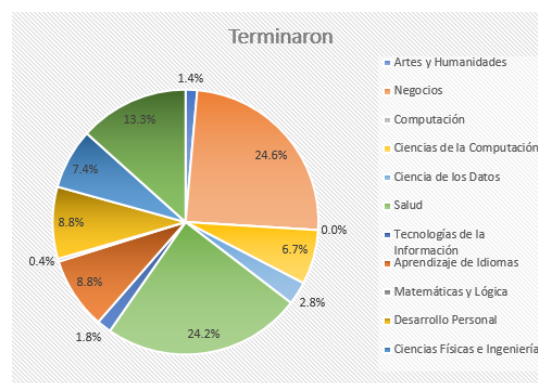


Figura 5 Porcentaje de personas que completaron los cursos.

Fuente: Elaboración propia

Cantidad de personas por área

Del total de participantes del programa Coursera for Campus, 67 se inscribieron en cursos sobre Artes y Humanidades, de los cuales 48 permanecieron activos y solo 4 culminaron los cursos de esta área, es decir un 6% del total de personas inscritas en esta área de conocimiento. Mientras que los cursos de Negocios, 192 se inscribieron, manteniéndose activos 152 y 70 concluyeron estos cursos,

PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE CURSOS MASIVOS EN LÍNEA PARA LA FORMACIÓN MULTIDISCIPLINAR DE UNA UNIVERSIDAD EN CONFINAMIENTO

siendo un 36% del total de personas inscritas. Sin embargo, para el curso de Computación tan solo 1 persona se inscribió y posteriormente canceló su inscripción por lo tanto nadie finalizó el curso.

En los cursos de Ciencias de la Computación se inscribieron 74 personas, 54 continuaron activas, 19 finalizaron los cursos siendo un porcentaje del 26% del total de personas inscritas. Con respecto a los cursos de Ciencia de los datos, 51 personas se inscribieron, 37 estuvieron activas y 8 completaron los cursos, de modo que abarca un 16% del total de personas inscritas.

En cuanto a los cursos del área de Salud se inscribieron 255 personas siendo esta el área de más interés en la comunidad universitaria, 187 personas permanecieron activas y 69 completaron estos cursos, esto quiere decir un 27% del total de personas inscritas. Por otra parte, 20 personas se inscribieron a los cursos de Tecnologías de la Información, 17 se mantuvieron activas y 5 acabaron los cursos, es decir, un 25% del total de personas inscritas.

En los cursos de Aprendizaje de Idiomas, 100 personas se registraron, 84 continuaron activas y 25 culminaron los cursos, por tanto, representa un 25% del total de personas inscritas. Por lo que se refiere a los cursos de Matemáticas y Lógica solo 12 se apuntaron, 10 permanecieron activas y tan solo 1 completo el curso esto nos indica que un 8% corresponde del total de personas inscritas. Con relación a los cursos de Desarrollo Personal, 54 se inscribieron, 44 continuaron activas y 25 finalizaron los cursos esto nos señala que un 46% corresponde al total de personas inscritas.

En cuanto a los cursos de Ciencias Físicas e Ingeniería, 71 fueron las personas que se postularon, 53 se mantuvieron activas y 21 terminaron los cursos, de este modo obtiene un valor de 30% del total de personas inscritas. Por último, en los cursos de Ciencias Sociales se inscribieron 113 personas, 95 permanecieron activas y 38 completaron los cursos, en otras palabras, un 34% del total de personas inscritas. En la figura 6 se muestra la relación de los datos proporcionados anteriormente.

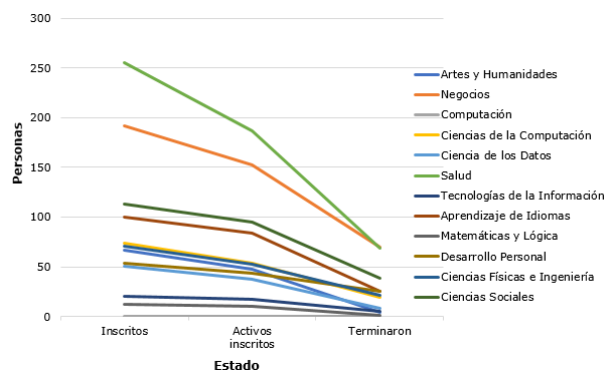


Figura 6 Número de personas por área. Fuente: Elaboración propia

Cantidad de cursos por área

Dentro de la plataforma de Coursera for Campus se impartieron un total de 404 cursos destinados para la comunidad universitaria de la Universidad Autónoma de Campeche. Asimismo, de los 404 cursos impartidos, 338 estuvieron activos durante el periodo mayo-diciembre 2020 y 166 fueron completados. A continuación, se menciona la cantidad de cursos impartidos, activos y completados por área del conocimiento.

PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE CURSOS MASIVOS EN LÍNEA PARA LA FORMACIÓN MULTIDISCIPLINAR DE UNA UNIVERSIDAD EN CONFINAMIENTO

- Artes y Humanidades: Los cursos impartidos en esta área fue un total de 35, de los cuales 27 permanecieron activos durante el periodo y solo 4 fueron concluidos
- Negocios: El total de cursos impartidos fueron 72, de los cuales 62 siguieron siendo del interés de la comunidad universitaria y 40 se completaron. El curso “Contabilidad para no contadores” perteneciente a esta área, es el que más egresados tiene de todas las áreas.
- Computación: En cuanto a esta área, solo se impartió 1 curso, el cual dejo de ser del interés de la comunidad universitaria por lo que no fue completado.
- Ciencias de la Computación: Con respecto a esta área, 39 fueron los cursos impartidos, manteniéndose 30 activos y 13 cursos completados.
- Ciencias de los Datos: Acerca de esta área, corresponden 27 cursos impartidos en el periodo mayo-diciembre 2020, respectivamente, 20 permanecieron activos y 5 fueron finalizados.
- Salud: Esta área constato de 89 cursos impartidos, 74 perduraron activamente y 37 fueron concretados. Asimismo, en esta área se encuentra el curso “Primeros Auxilios Psicológicos (PAP)” que representa el de mayor interés para la comunidad universitaria.
- Tecnologías de la Información: La siguiente área constituye un total de 7 cursos, de los cuales 6 continuaron activos y solo 2 cursos fueron finalizados.
- Aprendizaje de Idiomas: Estuvo conformada por un total de 33 cursos, aunque solo 30 se mantuvieron activos y 18 cursos se concluyeron.
- Matemáticas y Lógica: Esta área está constituida por 5 cursos impartidos, los cuales continuaron activamente pero solo 1 se concluyó.
- Desarrollo Personal: El área se conformó por 16 cursos impartidos, estos se mantuvieron activos y 10 fueron terminados.
- Ciencias Físicas e Ingeniería: Consintió de 41 cursos impartidos, 32 cursos activos y 15 cursos completados.
- Ciencias Sociales: Por último, esta área tuvo 39 cursos impartidos, 36 cursos siguieron activos y 21 fueron finalizados.

En la figura 6 se muestra la relación de los datos proporcionados anteriormente.

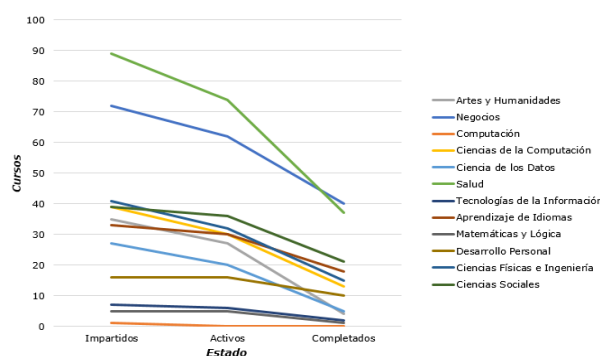


Figura 6 Número de cursos por área. Fuente: Elaboración propia.

PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE CURSOS MASIVOS EN LÍNEA PARA LA FORMACIÓN MULTIDISCIPLINAR DE UNA UNIVERSIDAD EN CONFINAMIENTO

Promedio de días activos por semana

En lo que respecta a plataforma de Coursera for Campus se impartieron un total de 404 cursos destinados para la comunidad universitaria de la Universidad Autónoma de Campeche durante el período Mayo - Diciembre 2020, sin embargo, no todos los días de la semana habían progresos en los cursos. La figura 7 contiene información sobre el promedio de días activos por semana; las variables representadas son el promedio de días activos por semana y los meses en que se impartió los cursos.

Al analizar el comportamiento de los días activos, se puede apreciar que su comportamiento es irregular, tiene intervalos de crecimiento y de decrecimiento. El promedio de días activos creció 1 a 2 días a los inicios de los cursos, es decir, para el mes de mayo, sin embargo, por el mes de junio y agosto hubo un crecimiento muy notorio de los días activos, se aprecia que para esos periodos hubieron picos altos de 3 días activos por semana, pero el descenso más notorio sucede de octubre a mediados de diciembre con un promedio de 2.15 a 1.2 días activos por semana, sin embargo, la línea de tendencia se mantienen en un rango de 2.23 días activos por semana más o menos estable.

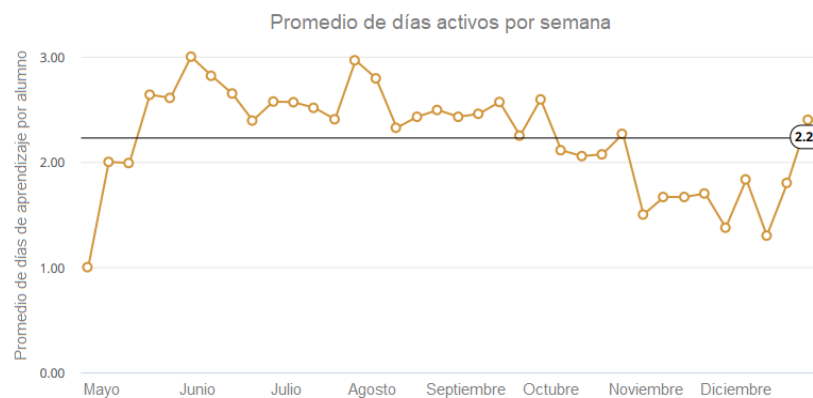


Figura 7 Promedio de días activos por semana. Fuente: [Coursera, 2021]

Estudiantes activos únicos por semana

La plataforma de Coursera for Campus impartió cursos de diferentes áreas de conocimientos destinados para la comunidad universitaria de la Universidad Autónoma de Campeche durante el período Mayo - Diciembre 2020, de los cuales 1010 personas se inscribieron a los cursos. Asimismo, como ya hemos mencionado 338 cursos estuvieron activos y 781 personas permanecieron activos, para que se les considere como estudiantes activos dentro de la plataforma Coursera tienen que tener un progreso en algún curso, es decir, pueden ver una conferencia, realizar una prueba, etc... En la figura 8 se puede apreciar la información sobre el número de estudiantes únicos activos por semana; las variables representadas son estudiantes activos por semana y los meses en que se impartió los cursos.

Al analizar el comportamiento de los estudiantes activos, se puede apreciar que su comportamiento es descendente, a pesar de que empezó de forma ascendente. El número de estudiantes activos en el mes de mayo fue de manera ascendente, paso de 30 a 90 estudiantes por semana, sin embargo, por el mes de junio e inicios de julio hubo un decremento de 90 a 58, para el mes de agosto e inicios de septiembre hubo un incremento en la cantidad de estudiantes activos por semana del 59 al 83 estudiantes por semana. El descenso más notorio fue a finales de septiembre a finales de diciembre, en estos periodos se puede apreciar que fueron disminuyendo la cantidad de estudiantes activos

PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE CURSOS MASIVOS EN LÍNEA PARA LA FORMACIÓN MULTIDISCIPLINAR DE UNA UNIVERSIDAD EN CONFINAMIENTO

por semana que fueron de 70 a 5 estudiantes por semana, sin embargo, la línea de tendencia se mantienen en un rango de 45 estudiantes activos por semana.

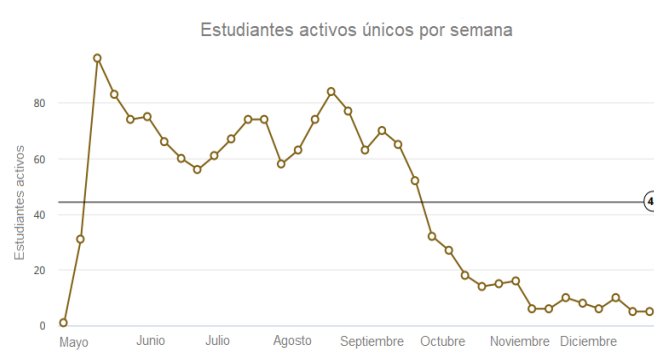


Figura 8 Estudiantes activos por semana. Fuente: [Coursera, 2021]

CONCLUSIONES

El uso de Coursera for Campus como para la formación continua en la Universidad Autónoma de Campeche fue exitosa ya que de acuerdo a Halawa, Greene, y Mitchell, las estadísticas indican que la tasa de eficiencia terminal de los cursos de esta plataforma es menor al 10%. Debido a que 1010 personas pertenecientes a la comunidad universitaria estuvieron interesadas en los 404 cursos impartidos dentro de esta plataforma, cabe mencionar que 255 personas del área de Salud, se inscribieron al curso de “Primeros Auxilios Psicológicos (PAP)” la de mayor demanda para la comunidad universitaria teniendo un total de 24 personas registradas en este curso.

Por otra parte, el área de Negocios fue el que más cursos completados presentó, con un total de 40 cursos finalizados con éxito, emitiendo un total de 70 constancias de participación, sin duda el curso “Contabilidad para no contadores” fue el que tuvo mayor número de egresados obtenidos, es decir, un total de 8 egresados, de esta manera superando la estadística. La elección de la comunidad universitaria a los cursos sobre psicología y finanzas, refieren a la preocupación general de que provocó la pandemia por la COVID-19, que se concentró alrededor de estas áreas.

Lo plasmado en los resultados comprueba que a pesar de estar en confinamiento por el Covid-19, la comunidad universitaria posee el interés de seguir aprendiendo y las ganas de superarse, es importante destacar que además dicha plataforma virtual es de forma gratuita por lo que no infliere en gastos para la comunidad universitaria. Los datos arrojan que, si bien la comunidad universitaria se encontraba confinada en sus casas, las actividades derivadas de la actividad académica del periodo escolar 2020-2021 Fase I, eran bastas y eso repercutía en el tiempo que podían dedicar a su formación continua, pero sin que esto representara el abandono de esta.

Se sugiere para próximas investigaciones se revisen cuáles fueron los cursos desertados para realizar un análisis detallado y una descripción profunda de las perspectivas de los participantes, para comprender mejor las formas en las participan de esta modalidad educativa.

BIBLIOGRAFÍA

Suárez, D., (2013)., iTunesU y Coursera : pedagogía universitaria 2.0 . Obtenida el 18 de julio de 2022, de <http://hdl.handle.net/20.500.12060/639>

**PLATAFORMA TECNOLÓGICA DE CURSOS MASIVOS EN LÍNEA PARA LA FORMACIÓN
MULTIDISCIPLINAR DE UNA UNIVERSIDAD EN CONFINAMIENTO**

Fernández-Ferrer, M. 2019., Revisión crítica de los MOOC: pistas para su futuro en el marco de la educación en línea, *Docencia Universitaria*, 17(1), 73-88, DOI: <https://doi.org/10.4995/redu.2019.11275>

Martin, N., Kelly, N., & Terry, P. 2018., A framework for self-determination in massive open online courses: Design for autonomy, competence, and relatedness. *Australasian Journal of Educational Technology*, 34(2), DOI: <https://doi.org/10.14742/ajet.3722>

Leal, B. E. G., & Córdova, K. E. G. 2021., Compromiso, motivación y persistencia de participantes en Xmooc, *Educación a Distancia*, 21(66), 10, DOI: <https://doi.org/10.6018/red.440241>

MARTÍNEZ, G. G. P., HOLGUÍN, I. G., & VÁZQUEZ, J. A., (2018)., Estudio comparativo entre estudiantes y docentes del Instituto Tecnológico de Chihuahua en la utilización de los recursos online masivos y abiertos (MOOCs). Obtenida el 19 de julio de 2022, de <http://fca.uach.mx/institucionales/2020/02/17/excelencia-administrativa-vol-46.pdf#page=89>

Organización Mundial de la Salud (OMS), (2020). Obtenida el 19 de julio de 2022, de <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advicetofor-public/q-a-coronaviruses>.

Rodríguez, M. C. M., & Cabrera, I. P. 2007. Tipos de estudio en el enfoque de investigación cuantitativa. *Enfermería Universitaria*, 4(1), 35-38. DOI: <https://doi.org/10.22201/eneo.23958421e.2007.1.469>

Universidad Autónoma de Campeche, (2009). Reglamento General de Alumnos de la Universidad Autónoma de Campeche. San Francisco de Campeche, Campeche, México. Obtenida el 20 de julio de 2022, de <http://etzna.uacam.mx/transparencia/X/Reglamento%20General%20de%20los%20Alumnos%20de%20la%20UAC.pdf>

Universidad Autónoma de Campeche, (2020). Políticas de operación durante la enseñanza remota para continuidad del servicio académico para el ciclo escolar 2020-2021. San Francisco de Campeche, Campeche, México. Obtenida el 21 de julio de 2022, de <https://fcqb.uacam.mx/view/download?file=4058/Politicasyeducativas%20Ciclo%20Escolar%202021-2022%20Fase%201.pdf&tipo=paginas>

Valdebenito, V., & Duran, D. (2013). La tutoría entre iguales como un potente recurso de aprendizaje entre alumnos: Efectos de la fluidez y comprensión lectora. Obtenida el 21 de julio de 2022, de <https://www.redalyc.org/pdf/3333/333328170008.pdf>

Segura, R. V. (2013). Nuevos modelos educativos: Los MOOCs como paradigma de la formación online/New educational models: The MOOCs as online teaching paradigm. Obtenida el 22 de julio de 2022, de <https://core.ac.uk/download/pdf/38816663.pdf>

Halawa, S., Greene, D., & Mitchell, J. (2014). Dropout prediction in MOOCs using learner activity features. *Proceedings of the second European MOOC stakeholder Summit*. Obtenida el 22 de agosto de 2022, de https://www.researchgate.net/profile/Anja-Lorenz/publication/263543544_Open_Online_Courses_in_the_context_of_higher_education_an_evaluation_of_a_German_cMOOC/links/54941c560cf2e1b6095f97bc/Open-Online-Courses-in-the-context-of-higher-education-an-evaluation-of-a-German-cMOOC.pdf#page=58

IMPACTO SOCIOECONÓMICO, EN LOS MINERALES INDUSTRIALES EN MÉXICO

SOCIECONOMIC IMPACT, ON INDUSTRIAL MINERALS IN MEXICO

José Alberto Morales Rodríguez¹

Mario Alberto Morales Rodríguez²

Gabriela Cervantes Zubirias³

Lisset Anel Alva Rocha⁴

RESUMEN

México actualmente contribuye con el 2.3 por ciento del producto interno bruto nacional en el sector minero-metalúrgico y ocupa también el primer lugar en la producción de plata a nivel mundial debido a esto la minería se considera de vital importancia en el país ya que representa el inicio de todas las cadenas productivas industriales (estando) presente no solo en toda la actividad económica, sino en nuestra vida diaria.

El propósito de esta investigación es el de investigar el impacto socioeconómico en los minerales industriales en México al igual que la optimización de los procesos metalúrgicos, ya que el gran porcentaje del territorio nacional tiene el potencial y solo un porcentaje menor ha sido explorado, por ello es que el estudio de esto genera información pertinente sobre una serie de variables que pudieran incidir en la capacidad productiva de la minería metálica y no metálica en México.

PALABRAS CLAVE: Socioeconómico, minerales, proceso, optimización e impacto.

Fecha de recepción: 05 de octubre, 2022.

Fecha de aceptación: 31 de octubre, 2022.

1 Profesor de Asignatura. Universidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán de Tamaulipas de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, alberto.morales@uat.edu.mx

2 Coordinador Académico del PE Ingeniero Industrial y Profesor de Tiempo Completo de la Universidad Académica Multidisciplinaria Reynosa Aztlán de Tamaulipas de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, mmorales@uat.edu.mx

3. Docente Tiempo Completo de la Universidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Aztlán gabriela.cervantes@uat.edu.mx.

4. Profesar de Tiempo Completo de la Universidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Aztlán lalva@docentes.uat.edu.mx

ABSTRACT

Mexico currently contributes 2.3 percent of the national gross domestic product in the mining-metallurgical sector and also occupies the first place in silver production worldwide, due to this mining is considered of vital importance in the country since represents the beginning of all industrial production chains (state) present not only in all economic activity, but in our daily lives.

The purpose of this research is to investigate the socioeconomic impact on industrial minerals in Mexico as well as the optimization of metallurgical processes, since a large percentage of the national territory has the potential and only a smaller percentage has been explored, therefore is that the study of this generates pertinent information on a series of variables that could affect the productive capacity of metallic and non-metallic mining in Mexico.

KEYWORDS: Socioeconomic, minerals, process, optimization, and impact

ABSTRACT

The application of assisted design tools, together with the knowledge of handling stingless bees, and knowledge of production processes were the key to achieving the mechanization of one of the activities that took the longest in the manufacturing process. of a sanitizing product, such as antibacterial gel with propolis extract. This mechanization was possible by using the methodology of computer-aided design and the incorporation of existing elements in the design of a prototype, adaptable to home conditions with which antibacterial gel can be generated with a medium-low production that responds to a market. local. The use of products from stingless bee hives is of vital importance to promote the care and preservation of these native bees, as well as to support the local economy, by offering a product with added value and a differentiating element to consumers. that already exist on the market.

KEYWORDS: Use of the beehive, micro-enterprise, sanitizing product, prototype.

INTRODUCCIÓN

Las estadísticas marcan que México contribuye con el 2.3 por ciento del producto interno bruto nacional en el sector minero-metalúrgico, También ocupa el primer lugar en la producción de plata a nivel mundial, así como también se ubica entre los 10 principales productores de 17 diferentes minerales: 1°plata, 2°fluorita, 3°celestita, 3°sulfato de sodio, 3°wollastonita, 5°bismuto, 5°molibdeno, 5°plomo, 6°cadmio, 6°sulfato de magnesio, 6°zinc, 6°diatomita, 6°barita, 8°yeso, 8°sal, 8°oro, 9°cobre. América Latina se mantuvo como el principal destino de la inversión en explotación, con 25% del total mundial, México que se colocó como el 2do destino con el presupuesto de explotación más alto de América Latina de acuerdo con el informe anual S&P global market intelligence. El sector minero-metalúrgico, en nuestro país represento el 8.3% del producto interno bruto (PIB) industrial y el 2.3% del PIB nacional de estadística y geografía. Con un repunte importante de los metales preciosos que llegaron a niveles récord de varios años, genero que el valor de la producción minero-metalúrgica nacional durante el 2020 quedara por arriba incluso del valor del 2019. El valor de la producción de la producción paso de 11 mil 855 millones de dólares en 2019 a 13 mil 95 millones de dólares en 2020, (281 mil 515.9 millones de pesos). (INEGI, 2020)

La minería representa el inicio de todas las cadenas productivas industriales y está presente no solo en toda la actividad económica, sino en nuestra vida diaria, sin minería, no solo tendríamos la calidad de vida de la que hoy gozamos, difícilmente podríamos separar el desarrollo de la humanidad de la actividad minera. Las épocas del progreso se marcaron por eras de aparición de los minerales. La minería no es solo para la vida del ser humano que depende de la presencia de varios materiales y metales para su sobrevivencia sino También es la palanca del Desarrollo de la humanidad. La minería, sin duda, es una actividad esencial. (Camimex, Importancia de la minería en México, 2020)

El propósito de esta investigación es investigar el impacto socioeconómico en los minerales industriales en México, así como también la optimización de los procesos metalúrgicos, ya que la actividad minera puede tener aspectos positivos en el sector minero en México ya que el 70% del territorio nacional tiene el potencial y solamente el 30% ha sido explorado (ubicándose) entre los 10 principales productores a nivel mundial de 17 minerales.

La minería es una actividad económica que tradicionalmente ha definido la vocación productiva de algunas entidades federativas de México como Zacatecas, Guanajuato, Coahuila o Sonora. Tal orientación se hace patente durante la colonia, pero se refrenda en el curso de los años, dando lugar a que esta actividad se convierta en una de las principales actividades de suministro de insumos a industrias tales como la construcción, la química y la electrónica. De esta manera, la minería adquiere un carácter estratégico no solo por su composición de valor en sí, sino por sus reconocidas facultades para inducir crecimiento en el resto del entramado productivo de un país o localidad

JUSTIFICACIÓN

Se considera importante investigar para poder conocer todos los minerales industriales, así como también saber todos los beneficios de la industria minera en México, también quienes serán los beneficiarios. El desarrollo de la actividad minera ha permitido que hoy sea la tercera fuente generadora ingresos para México. A nivel mundial somos el primer lugar en producción de plata y tenemos posiciones relevantes respecto de más de 17 minerales. Asimismo, la minería permite que otras actividades puedan desarrollarse ya que los minerales son necesarios para otras industrias como la agrícola, la acerera, la automotriz y hasta la cinematográfica.

Las empresas mineras reconocen el papel de la naturaleza en nuestras vidas, y por ello han implementado diferentes acciones que sirven para cuidar, conservar y restaurar la diversidad de seres vivos que habitan en la zona de desarrollo de los complejos mineros. Esto se realiza en las empresas que están por iniciar y también en las que ya están trabajando. Esta es una labor permanente, que empieza antes de mover la primera piedra y termina mucho después de que la mina finaliza sus operaciones.

La minería debe ser amigable con todos los seres vivos que habitan en la zona donde se establece, por eso las empresas mineras deben conocer muy bien las características del sitio, así como los organismos que ahí habitan. Para conseguirlo contratan a especialistas en biología e ingeniería ambiental que estudian las especies del lugar e identifican cuáles son comunes, cuáles raras, si hay alguna especie amenazada o en peligro de extinción o bien si hay alguna que solo viva ahí. Toda esta información forma parte integral de la planeación de la mina y sirve de referencia para proteger y conservar a las especies del lugar. Para el caso de la flora, se recolectan semillas que se siembran, germinan, desarrollan y crecen en viveros que las empresas instalan para su cuidado y conservación. (Garza, 2012)

IMPACTO SOCIOECONÓMICO, EN LOS MINERALES INDUSTRIALES EN MÉXICO

La importancia de los minerales han acompañado y servido al hombre a lo largo de toda su historia, el hombre primitivo utilizaba las piedras como amuletos o de forma ornamental, su extracción ha estado ligada al avance de la civilización humana, y el desarrollo tecnológico de la civilización se relaciona directamente con la evolución en el uso de los metales, tan es así que existe la edad de los metales, que es una época de la prehistoria que empieza con las primeras evidencias de la fundición de cobre. El uso de los minerales también es concebido en uso industrial, de hecho, actualmente los minerales se utilizan como materia prima para la elaboración de gran cantidad de objetos de uso cotidiano para el hombre, los que se utilizan de forma industrial se dividen en minerales metálicos y minerales no metálicos. (Salazar, 2018)

Los minerales industriales son aquellos minerales que se utilizan por sus características físicas o químicas. En algunos casos requieren de un tratamiento previo antes de ser empleados, pero en otros se pueden usar en su estado natural, directamente nada más extraerlos de la tierra. Los minerales industriales se emplean en una gran cantidad de industrias, muchos de ellos para la fabricación de productos que usamos o nos rodean a diario como son el vidrio de las ventanas, los ladrillos de las construcciones o el papel que usamos. Tal es su versatilidad que la mayoría de las cosas que tenemos a nuestro alrededor están formadas por minerales industriales o han sido fabricadas gracias a alguno de ellos.

El uso que le demos a un mineral industrial va a depender de dos factores principalmente: de la tecnología que haya en un momento dado y de las propiedades físicas del mineral. La tecnología nos sirve para encontrarle una aplicación concreta, de manera que un mineral que en el pasado carecía de uso en el presente bien puede ser utilizado para alguno de los numerosos aparatos de las nuevas tecnologías. Incluso hay minerales industriales que también son empleados como minerales mena, por lo que la división en este sentido es un poco difícil de determinar. En cualquier caso tenemos minerales industriales que son empleados como refractarios porque son capaces de resistir altas temperaturas (espinelas), otros como abrasivos por su elevada dureza (corindón o diamante), otros son muy utilizados en el mundo de las pinturas por las coloraciones que dan (rutilo e ilmenita son la base de los pigmentos blancos), algunos son empleados para cableado por su elevada conductividad (el oro o el cobre) e incluso hay minerales industriales que son utilizados como correctores del suelo en agricultura.

Antes hemos mencionado minerales y rocas industriales, y es que el sector no solo trata los minerales. En este sentido debemos tener en cuenta que las rocas industriales son, como su propio nombre indica, rocas que son empleadas por sus propiedades físicas, no para la obtención de un elemento químico o de energía. Hasta el año 2005, dentro de ellas se consideraban las llamadas rocas ornamentales, como el mármol o el granito, empleadas por su aspecto y que actualmente son tan habituales encontrarlas revistiendo y decorando las fachadas de algunos edificios, o formando las encimeras de nuestras cocinas.

El mundo de la construcción está lleno de minerales industriales que son empleados para muy diversos fines. Los ladrillos y las tejas, pero también las baldosas, los azulejos o los vidrios (vidrio y cristal son en realidad conceptos opuestos, ya que el vidrio es amorfo mientras que un cristal tiene un ordenamiento interno muy concreto), son productos cerámicos. Todos ellos están fabricados a partir de arcillas, de manera que según el tipo de arcilla y el método empleado en su fabricación se van a tener diferentes materiales idóneos para diferentes funciones. También el cemento que se utiliza para “unir” ladrillos tiene una base mineral, concretamente de carbonato cálcico, y el yeso es sencillamente un mineral, un sulfato de calcio hidratado. Como podéis ver el mundo de la construcción está lleno de minerales industriales, minerales que nos rodean constantemente al formar los lugares donde vivimos y trabajamos, pero como veremos no son los únicos de nuestro entorno

IMPACTO SOCIOECONÓMICO, EN LOS MINERALES INDUSTRIALES EN MÉXICO

Los minerales industriales son muy importantes en nuestra vida cotidiana, de eso no hay duda. No obstante, muchos de ellos no son estrictamente minerales, ya que en muchos casos es mejor fabricarlos en un laboratorio que emplear los que extraemos de una mina (por rentabilidad, por requerimientos de pureza muy elevados). En esos casos no deberíamos hablar tanto de minerales como de especies minerales, ya que hay que recordar que en la definición de mineral queda muy claro que han de ser de origen natural. El sector minero-metalúrgico en México contribuye con el 2.3 por ciento del producto interno bruto nacional, en nuestro país represento el 8.3% del producto interno bruto (PIB) industrial y el 2.3% del PIB nacional de acuerdo con cifras del instituto nacional de estadística y Geografía (INEGI), EN 2020.

Con un repunte importante de los metales preciosos que llegaron a niveles récord de varios años, género que el valor de la producción minero-metalúrgica nacional durante el 2020 quedara por arriba incluso del valor del 2019. El valor de la producción paso de 11 mil 855 millones de dólares en 2019 a 13 mil 95 millones de dólares en 2020, (281 mil 515.9 millones de pesos). Al cierre de 2020, se registraron 367 mil 935 empleos directos de los cuales participaron de la mujer en el sector minero-metalúrgico fue de 57 mil 826 un 15.7%, de acuerdo con el reporte del instituto mexicano del Seguro social (IMSS). (Economía, 2022).

METODOLOGÍA

La metodología aplicada es descriptiva enfocada en la revisión bibliográfica con un proceso flexible, sistemático y con análisis crítico.

La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere. Los estudios descriptivos son relevantes para compartir con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación. (Nieto, 2018)

Se consultaron diversos tipos de bases de datos como Eric, Ebsco, google académico, google scholar Los buscadores especializados científicos son uno de los recursos electrónicos de más interés para la obtención de literatura científica. (López et al., 2014)

En la figura 1 se ve que la existencia de una concesión minera no implica necesariamente la de una mina, sin embargo, la vigencia de las primeras es de hasta 50 años, por lo que estas pueden ser guardadas en los despachos de empresarios y especuladores en espera de tiempos más propicios. Mientras tanto, la gente que tiene sus casas y tierras de cultivo sobre esas tierras, pueden estar viviendo y trabajando sobre ellas sin saber que en determinado momento podría ser víctima de intentos de despojo. Contaminación y otros daños ambientales.

IMPACTO SOCIOECONÓMICO, EN LOS MINERALES INDUSTRIALES EN MÉXICO

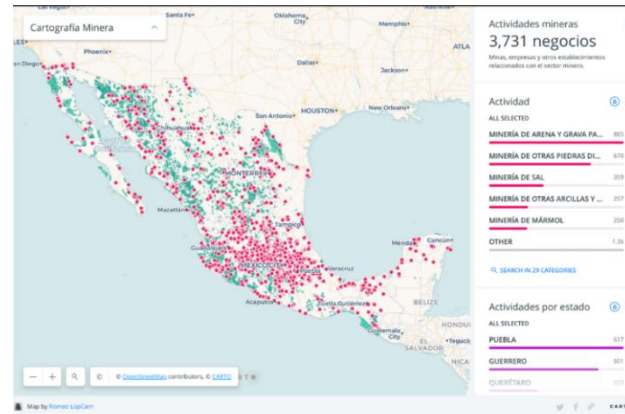


Figura 1. Actividades mineras en el territorio nacional.

El artículo 6 de la ley minera (general) dice: La exploración, explotación y beneficio de los minerales o sustancias a que se refiere esta ley son de utilidad pública, serán preferentes sobre cualquier otro uso o aprovechamiento del terreno, con sujeción a las condiciones que establece la misma, y únicamente por ley de carácter federal pondrán establecerse contribuciones que graven estas actividades. Como se puede observar en la figura 2, el mapa interactivo muestra el contraste entre la actividad económica real en torno a la minería en México y la superficie concesionada.



Figura 2. Mapa de actividades y concesiones minera en México.

IMPACTO SOCIOECONÓMICO, EN LOS MINERALES INDUSTRIALES EN MÉXICO

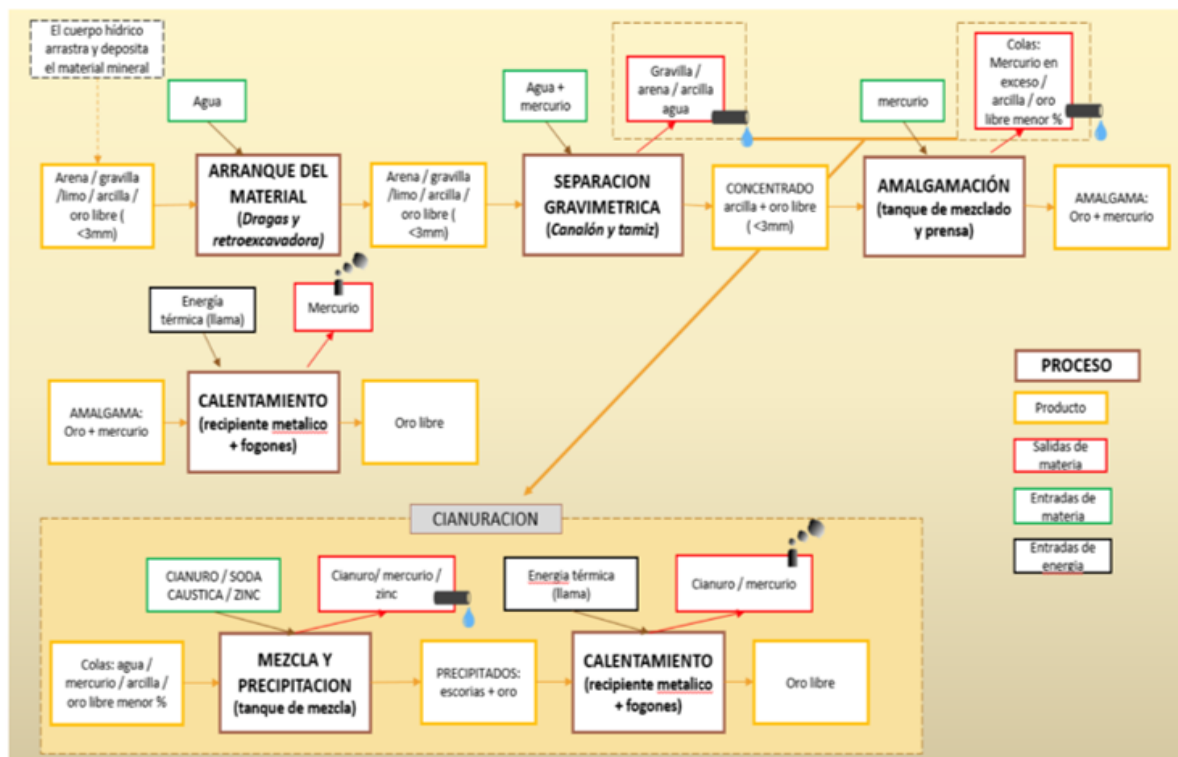


Figura 3. Diagrama de flujo de proceso minería.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En la Tabla 1 pueden apreciarse las diferentes variedades minerales que se explotan en México especificando según entidad federativa. Las variedades mencionadas son las principales, y son las que se incluyeron en el cálculo del índice de eficiencia. Es destacable el hecho de que algunas entidades como Zacatecas, Coahuila, Chihuahua o Sonora tienen presencia en la explotación de prácticamente todas las variedades minerales, hecho que corrobora sus perfiles productivos en actividad minera. En la Tabla 2 se presentan los resultados del índice de eficiencia por entidad federativa. Pueden destacarse cambios abruptos a lo largo de los tres cortes contemplados, esto puede deberse a la incorporación de insumos y/o infraestructura que, al momento del corte, no implicó un crecimiento en el nivel de producción.

IMPACTO SOCIOECONÓMICO, EN LOS MINERALES INDUSTRIALES EN MÉXICO

Tabla Variedad	Entidades productoras
Minería de Carbón Mineral	Coah, NL, Son.
Minería de Hierro	Coah, Col, Chih, Mich, Oax, Pue, Dgo, Hgo, Jal, Son, Zac
Minería de Plomo y Zinc	Ags, Coah, Chih, Dgo, Gto, Gro, Hgo, Mex, Mich, Nay, NL, Oax, Qro, SLP, Sin, Son, Tamps, Zac.
Minería de Piedra de Cal	Ags, BC, BCS, Camp, Coah, Col, Chis, Chih, DF, Dgo, Gto, Gro, Hgo, Jal, Mex, Mich, Mor, Nay, NL, Oax, Pue, Qro, Q Roo, SLP, Sin, Son, Tab, Tamps, Tlax, Ver, Yuc, Zac.
Minería de otras arcillas y otros minerales refractarios	Ags, BC, BCS, Camp, Coah, Col, Chis, Chih, DF, Dgo, Gto, Gro, Hgo, Jal, Mex, Mich, Mor, Nay, NL, Oax, Pue, Qro, Q Roo, SLP, Sin, Son, Tab, Tamps, Tlax, Ver, Zac.
Minería de Mármol	Ags, BC, BCS, Coah, Chih, Dgo, Gto, Gro, Hgo, Jal, Mex, Mich, Mor, NL, Oax, Pue, Qro, SLP, Tamps, Yuc, Zac.
Minería de Arena y Grava para la Construcción	Ags, BC, BCS, Camp, Coah, Col, Chis, Chih, DF, Dgo, Gto, Gro, Hgo, Jal, Mex, Mich, Mor, Nay, NL, Oax, Pue, Qro, Q Roo, SLP, Sin, Son, Tab, Tamps, Tlax, Ver, Yuc, Zac.
Minería de otros Minerales No Metálicos	Ags, BC, BCS, Camp, Coah, Col, Chis, Chih, DF, Dgo, Gto, Gro, Hgo, Jal, Mex, Mich, Mor, Nay, NL, Oax, Pue, Qro, Q Roo, SLP, Sin, Son, Tab, Tamps, Tlax, Ver, Yuc, Zac.
Minería de Sílice	Ags, BC, Coah, Col, Chis, Chih, DF, Dgo, Gto, Hgo, Jal, Mex, Mich, NL, Oax, Pue, Qro, SLP, Sin, Son, Tamps, Ver, Yuc, Zac.
Minería de Sal	BC, BCS, Coah, Col, Chis, Chih, DF, Dgo, Gto, Hgo, Jal, Mex, Mich, NL, Oax, Pue, Qro, SLP, Sin, Son, Tamps, Ver, Yuc, Zac.
Minería de Piedra de Yeso	BCS, Coah, Col, Chis, Chih, DF, Dgo, Gto, Hgo, Jal, Mex, Mich, Mor, NL, Oax, Pue, Qro, SLP, Sin, Son.
Minería de Barita	Coah, Chih, Dgo, NL, Son, Ver.
Minería de Fluorita	Coah, Chih, DF, Dgo, Gto, NL, SLP, Zac

Tabla 1. Variedades de minerales explotados en México según entidad federativa.

Resulta relevante el hecho de que los estados de Baja California Sur, Coahuila, Sonora y Tlaxcala se encontraron por encima de la media para todo el periodo analizado, en donde únicamente Sonora y Tlaxcala presentaron eficiencia máxima en todos los años. Esto puede explicarse, ya que la composición de valor agregado relativamente alta habitualmente está acompañada de índices de eficiencia también altos o, por lo menos, por encima de la media. Estos resultados son congruentes con los perfiles de especialización productiva que dan lugar a la formación de patrones de eficiencia.

Cabe aclarar que el caso de Tlaxcala es especial ya que, no obstante, a una baja participación relativa en la minería del país, cuenta con un alto grado de especialización en minerales no metálicos, particularmente diatomita y tierra de fuller, que son empleados como filtros de agua y decolorantes, respectivamente. Baja California Sur se asume como otro caso relevante debido a la tradicional explotación de diferentes clases de cloruros, particularmente la sal común de mesa en Guerrero Negro. Otro aspecto que hay que rescatar es el hecho de que dos de los principales productores de plata del país están ubicados en Zacatecas: la mina Fresnillo de la empresa Fresnillo Plc, que continúa siendo el mayor productor de plata primaria en México y en el mundo; es seguida por Peñasquito, propiedad de Goldcorp Inc., la cual contribuyó con el 28% de la producción total de plata en México en el año 2020. Esta particularidad podría influir en el hecho de que la entidad presentó eficiencia máxima en el año 2008 y fue superior a la media para el año 20018. Existen también otras entidades de tradición minera como San Luis Potosí, Guerrero, Durango, Nuevo León y Guanajuato que preservan indicadores de eficiencia relativamente altos y estables.



IMPACTO SOCIOECONÓMICO, EN LOS MINERALES INDUSTRIALES EN MÉXICO

		Entidad	2000	2008	2018
Ags	01	Aguascalientes	1	0.6	0.57
Bc	02	Baja California	0.64	0.48	0.09
Bcs	03	Baja California Sur	1	1	0.72
Camp	04	Campeche	0.52	0.37	1
Coah	05	Coahuila	1	1	0.9
Col	06	Colima	0.76	0.65	0.53
Chis	07	Chiapas	0.35	0.18	0.52
Chih	08	Chihuahua	0.58	0.67	0.41
Df	09	Distrito Federal	0.31	0.58	0.26
Dgo	10	Durango	0.69	0.82	0.32
Gto	11	Guanajuato	0.34	0.4	0.59
Gro	12	Guerrero	0.68	0.47	0.49
Hgo	13	Hidalgo	0.81	0.34	0.18
Jal	14	Jalisco	0.06	0.58	0.52
Mex	15	México	0.47	0.55	0.41
Mich	16	Michoacán	1	0.51	0.26
Mor	17	Morelos	1	0.53	0.32
Nay	18	Nayarit	0.83	0.81	0.59
NL	19	Nuevo León	0.83	0.83	0.49
Oax	20	Oaxaca	0.42	0.64	0.18
Pue	21	Puebla	0.91	0.38	0.52
Qro	22	Querétaro	1	0.44	0.13
Q Roo	23	Quintana Roo	1	0.49	0.51
SLP	24	San Luis Potosí	0.82	1	0.99
Sin	25	Sinaloa	0.84	0.84	0.39
Son	26	Sonora	1	1	0.49
Tab	27	Tabasco	0.38	0.55	0.4
Tamps	28	Tamaulipas	0.6	0.68	1
Tlax	29	Tlaxcala	1	1	0.74
Ver	30	Veracruz	0.65	0.25	1
Yuc	31	Yucatán	0.28	0.68	1
Zac	32	Zacatecas	0.67	1	0.29
		Eficiencia media	0.7	0.63	0.55

Tabla 2. Índices de eficiencia para el subsector 212 de minería metálicos y no metálicos excepto petróleo y gas.

En la figura 4 notamos el desempeño de las nueve entidades federativas con mayor eficiencia media a lo largo de los tres censos considerados. En un comparativo en años precisos, destaca el hecho de que 2008 es el año en que las entidades, en una perspectiva general, notaron mayores indicadores de eficiencia. 2018 es el año más irregular, quizá por comenzar a registrar los efectos de la crisis en los Estados Unidos. Dicho año golpea particularmente a Zacatecas, siendo el indicador más bajo junto con San Luis Potosí.

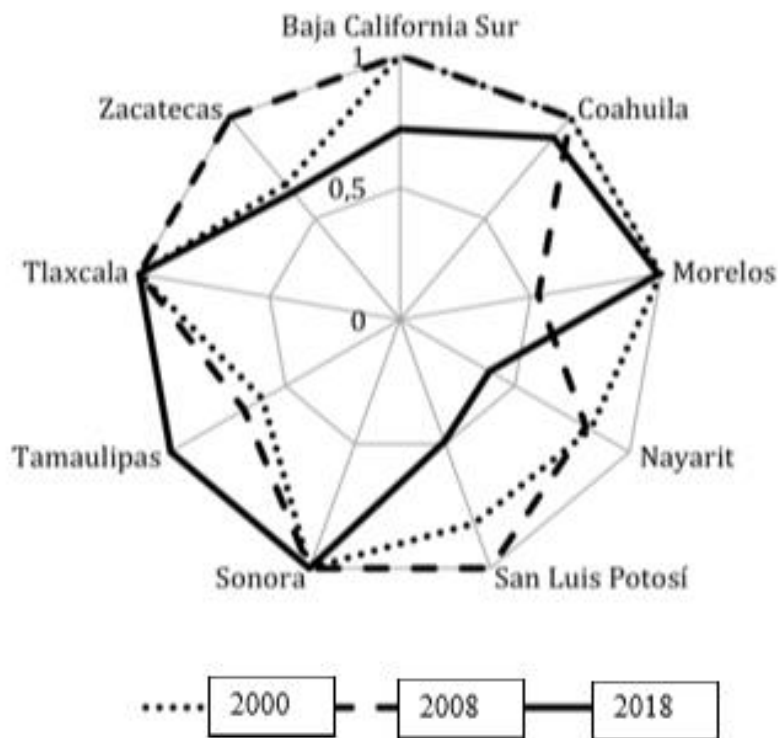


Figura 4. Desempeño de las entidades con mayor eficiencia media: 2000, 2008 y 2018.

En la estimación econométrica, el mejor modelo fue el de mínimos cuadrados generalizados (MCG). Esta especificación fue validada a través de la prueba de multiplicadores de LaGrange de Breusch y Pagan para descartar una regresión agrupada frente a un modelo de efectos aleatorios, así como la prueba F y la prueba de Hausman para preferir el modelo de efectos aleatorios frente a la regresión agrupada y al modelo de efectos fijos. Los resultados de la estimación de la ecuación (5) se presentan en la Tabla 3. De entrada, la intuición sugeriría el uso de un modelo de efectos fijos dadas las propiedades físicamente invariables de las entidades federativas respecto a sus yacimientos mineros. Sin embargo, la pertinencia estadística del uso del modelo por efectos aleatorios podría deberse a la periodicidad quinquenal de la información, pudiendo verse afectada por el ciclo económico de la minería que está estrechamente vinculado a la inversión extranjera directa y las factibilidades tecnológicas para su explotación.

IMPACTO SOCIOECONÓMICO, EN LOS MINERALES INDUSTRIALES EN MÉXICO

Variable	MCG
LQ	0.669*** (0.091)
ESC	0.047*** (0.015)
REC	3.193 (2.975)
INF	-8.444 (16.201)

Tabla 3. Determinantes de la eficiencia en la industria minera no petrolera en México, 2000, 2008 y 2018

Todas las variables, excepto la infraestructura, presentan los signos esperados, es decir, una relación positiva. Esto quiere decir que, a mayor especialización productiva de las regiones en el ámbito minero, mayor será la eficiencia, consistente con lo postulado por la teoría de la localización. Por su parte, las economías de escala, es decir, la existencia de factores propios de cada firma asociados al tipo de proceso de producción, sus características operativas, así como la intensidad de empleo de mano de obra y capital físico, constituyen un elemento determinante en los niveles de eficiencia del sector minero. Aunque la dotación de minerales, según la especificación, influye positivamente con los niveles de eficiencia, su coeficiente no es estadísticamente significativo, por lo que no es posible realizar inferencias. Finalmente, y del mismo modo, el coeficiente de la dotación de infraestructura resulta no significativo, imposibilitando cualquier tipo de inferencia; aunque hay que destacar el hecho de que la infraestructura juega un papel importante, no solo por su criterio de medición en atención a la longitud de vías férreas por kilómetro cuadrado en cada estado, sino por el hecho de que el transporte en tren está asociado a la presencia de actividad minera y ello conlleva, a la postre, a que existan otra serie de aditamentos técnicos que favorecen a la minería y, en última instancia, redundan en la obtención de mayores niveles de eficiencia.

CONCLUSIONES

Realizar un estudio de este tipo genera información pertinente sobre una serie de variables que pudieran incidir en la capacidad productiva de la minería metálica y no metálica en México. Así, al considerarlas en la generación de servicios tecnológicos o consultoría a través de la planeación de políticas públicas, se podría contribuir a la mejora de resultados en términos sectoriales y regionales. Como punto de partida, el estudio caracteriza a la minería del país describiendo su importancia relativa en la economía, pasando revista a su dinámica, la distribución de sus recursos mineros, su perfil de especialización y su infraestructura.

Usando el enfoque de las teorías de la localización, debido a la naturaleza de esta actividad productiva, fue posible realizar un análisis de eficiencia técnica que permitió comparar el desempeño productivo entre todas las entidades federativas. Para el cálculo de la eficiencia se empleó el DEA



por ser un método no paramétrico, que no requiere la formulación puntual de una función de producción. Aunque la literatura ha identificado al menos cuatro métodos para la medición de la eficiencia, se decidió utilizar métodos no paramétricos, ya que determinar una función de producción (y con ello, por ejemplo, aplicar el método de fronteras estocásticas) es, por sí misma, una propuesta para un tema de investigación autónomo, que, además, demanda que las unidades económicas (en este caso las entidades federativas) empleen estructuras de producción similares. Lo anterior es especialmente difícil dada la naturaleza del bien considerado en el modelo, de no ubicuidad y, por ello, de no comparable intensidad de producción. No obstante, lo anterior, se subraya la necesidad de ampliar en estudios ulteriores los presentes resultados a una comparación con otros procedimientos, de manera que se bonifique a la representación de hallazgos más certeros en la descripción del objeto de estudio que nos ocupa.

Los resultados encontrados sugieren que la eficiencia media a nivel nacional y el número de entidades plenamente eficientes tendió a disminuir entre 2000 y 2018. Además, se identificaron a Sonora y Coahuila como los referentes de comparación para otras entidades como Zacatecas y Guanajuato, o a Tlaxcala como referente para entidades como Baja California Sur y Morelos. El análisis permitió comprobar que en aquellas entidades en donde la presencia de la minería es importante en su economía, el sector minero no metálico resulta con altos niveles de eficiencia en comparación con el resto de los estados, encontrando algunas excepciones como Tlaxcala.

Según Cordero (2018) gran número de investigaciones que tratan el tema de la eficiencia se enfocan únicamente en estudiar el comportamiento de los productores en cuanto a su eficiencia y a su capacidad de maximizar beneficios.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilar, J. F. (2021). oro. Obtenido de Economipedia: <https://economipedia.com/definiciones/oro.html>
- Alvarez, D. O. (15 de julio de 2021). plomo. editorial eterce, pág. 4.
- Camimex. (Noviembre de 2020). Importancia de la minería. Obtenido de Camimex: http://www.geomin.com.mx/pdf/panel/litio/ImportanciaMineria_MX_ForoLitio.pdf
- Camimex. (Noviembre de 2020). Importancia de la minería en Mexico. Obtenido de Geomin: http://www.geomin.com.mx/pdf/panel/litio/ImportanciaMineria_MX_ForoLitio.pdf
- Clickmica. (2020). Sal. Obtenido de Clickmica: <https://clickmica.fundaciondescubre.es/conoce/100-preguntas-100-respuestas/que-es-la-sal/>
- Economía, S. d. (2 de marzo de 2022). Gobierno de Mexico. Obtenido de Minería: <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/mineria#:~:text=En%20cuanto%20a%20inversi%C3%B3n%20se,atrae%20mayor%20inversi%C3%B3n%20al%20pa%C3%ADs.>
- Garza, B. M. (2012). Minería y medio ambiente. Mexico, df.
- Gema, p. y. (s.f.). Piedras y gemas. Obtenido de <https://piedrasygemas.org/minerales/celestita/>
- general, s. (s.f.). cámara de diputación del h. congreso de la unión. Obtenido de ley minera: http://www.siam.economia.gob.mx/swb/work/models/siam/Resource/18/1/images/LEY_MINERA_2006.pdf
- Geologiaweb. (2022). Geologiaweb. Obtenido de <https://geologiaweb.com/minerales/wollastonita/>
- INEGI. (2020). INEGI. Obtenido de <https://en.www.inegi.org.mx/>
- Ltd., A. m. (2019). Almaden minerals ltd. Obtenido de <https://www.almadenminerals.com/espanol/la-mineria-en-mexico>
- Ltd., A. m. (2019). Etapas de la minería. Obtenido de Almaden mineals Ltd.: <https://www.almadenminerals.com/espanol/la-mineria-en-mexico>
- mexico, G. d. (2019). sector minero. Obtenido de gobierno de mexico: <http://www.siam.economia.gob.mx>
- Minero, M. (2018). Mexico minero.org. Obtenido de <https://mexicominero.org/tipos-de-minerales/fluorita/>
- Miranda, L. E. (2019). Devenir Histórico de la minería mexicana. Revista heomimet, 10.
- NIH. (20 de marzo de 2015). Instituto nacional del cancer . Obtenido de <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/sustancias/cadmio>
- Plus, M. (28 de agosto de 2019). Zinc. Obtenido de medline plus: <https://medlineplus.gov/spanish/druginfo/natural/982.html>
- Pochteca. (2022). Grupo Ponchteca. Obtenido de <https://mexico.pochteca.net/productos/sulfato-de-sodio/>
- Salazar, N. R. (4 de agosto de 2018). importancia de los minerales. Obtenido de animales y biología: <https://naturaleza.animalesbiologia.com/geosfera/importancia-de-los-minerales>

**EFFECTO DE LA DENSIDAD DE FIBRAS EN LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DE MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS TEXTILES****EFFECTO DE LA DENSIDAD DE FIBRAS EN LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DE MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS
TEXTILES****EFFECT OF THE FIBER DENSITY IN THE MECHANICAL PROPERTIES OF
STITCHED FABRIC REINFORCED COMPOSITES MATERIALS**Ríos-Soberanis, Carlos Rolando¹Pacheco-Cardín, Mayra²Canto-Pinto, Jorge Carlos³Pérez-Pacheco, Emilio⁴**RESUMEN**

La relación entre la geometría del entramado y la densidad lineal de las fibras con los mecanismos de fractura bajo cargas de tensión ha sido investigada para materiales compuestos reforzados con textiles de fibra de vidrio (NCF) de configuración de $[-45^\circ, +45^\circ]$ y diferente densidad lineal basados en una matriz de resina epóxica curada con agente de curado a altas temperaturas. Dos textiles de diferente densidad lineal fueron empleados como refuerzo ($440 \pm 5\%$ and $227 \pm 5\%$ g/m²). El sistema polimérico empleado como matriz en este trabajo consistió en una resina epóxica bifuncional, diglycidyl ether de bisphenol A (DGEBA), curado con una amina tetrafuncional, diaminodiphenyl sulfona (DDS). Este sistema asegura la obtención de un material rígido con excelentes propiedades mecánicas a fin de lograr la observación y analizar e identificar el proceso y la progresión del daño generado así como los mecanismos de fractura que llevan al material a la falla total. El efecto de la arquitectura/geometría del textil y la diferencia de densidades fueron correlacionadas con el comportamiento mecánico identificándose sitios de concentración de esfuerzos y de inicio de los procesos de fractura al analizar los materiales en modo de tensión, flexión y ensayos de esfuerzos cortantes (losipescu).

PALABRAS CLAVES: Materiales Compuestos, Textiles, Caracterización Mecánica

Fecha de recepción: 06 de octubre, 2022.

Fecha de aceptación: 20 de octubre, 2022.

¹ Profesor Investigador Titular C, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C, Unidad de Materiales, rolando@cicy.mx .

² Profesora de Tiempo Completo, Tecnológico Nacional de México. Campus Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Ingeniería Industrial. mpacheco@itescam.edu.mx

³ Profesor de Tiempo Completo, Tecnológico Nacional de México. Campus Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Cuerpo Académico Bioprocesos. jccanto@itescam.edu.mx

⁴ Profesor de Tiempo Completo, Tecnológico Nacional de México. Campus Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Cuerpo Académico Bioprocesos. eperez@itescam.edu.mx * (autor de correspondencia)

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE FIBRAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS TEXTILES

ABSTRACT

The relationship between textile architecture and fiber density with the sequence damage under tensile loading has been investigated for a composite material reinforced with a glass non crimp fiber (NCF) textile of configuration $[-45^\circ, +45^\circ]$ based on epoxy resin matrix cured with high temperature hardener. Two textiles of different density were used ($440 \pm 5\%$ and $227 \pm 5\% \text{ g/m}^2$). The system chosen for this work consists of a bifunctional epoxy, diglycidyl ether of bisphenol A (DGEBA), cured with a tetrafunctional amine, diaminodiphenyl sulfone (DDS). This system ensures the obtaining of a rigid material with excellent mechanical properties in order to observe, analyze and identify the process and progress of the generated damage and the failure mechanism that leads to the materials fracture. The effect of the textile architecture/geometry and density were correlated to the composite mechanical behavior identifying sites of stress concentration and fracture processes by analyzing the material in tension, flexure and losipescu tests.

KEYWORDS: Composite materials, Textile, mechanical characterization.

INTRODUCCIÓN

Los materiales compuestos se han utilizado con éxito para aplicaciones estructurales, debido a sus ventajas estructurales de alta resistencia específica y rigidez para la realización de componentes estructurales de alto rendimiento y ligeros en aplicaciones aeronáuticas y de automoción (Ratna, Chongdar, & Chakraborty, 2004). Los primeros materiales compuestos son los compuestos unidireccionales, basados principalmente en materiales preimpregnados. Los materiales compuestos preimpregnados se caracterizan por su buena calidad y sus elevadas propiedades de rigidez y resistencia, pero adolecen de una corta vida de almacenamiento y de un elevado coste del material sin curar (Hallal, Younes, Fardoun, & Nehme, 2012). Los materiales compuestos textiles describen la amplia gama de materiales compuestos poliméricos con refuerzos textiles, de tejidos y no tejidos, que han demostrado excelentes propiedades mecánicas para la producción de productos de alta resistencia específica. De manera general, los materiales compuestos textiles se basan en prestaciones textiles fabricadas mediante moldeo líquido de materiales compuestos (LCM) de polímeros reforzados con fibras de alto rendimiento (Arredondo Bernal, 2017; Colorado, CHAVES ROLDÁN, & VÉLEZ, 2006). El cosido es el método más común de unión de preimpregnados compuestos y puede utilizarse para resolver una serie de importantes problemas de fabricación de compuestos, como la conexión de capas de tejido de refuerzo en la dirección del grosor, la creación de estructuras de refuerzo tridimensionales a partir de formas bidimensionales, y para proporcionar un medio de conexión a medida entre elementos compuestos y no compuestos en componentes multimateriales (Böhm, Gude, & Hufenbach, 2011; De Carvalho, Pinho, & Robinson, 2011; Kuo, Ko, & Chen, 2007). La flexibilidad del proceso de ejecución aplicado define la posible complejidad de la pieza, el éxito económico y, finalmente, la calidad del plástico reforzado con fibra (FRP) [8,9]. Recientemente, los tejidos multiaxiales de varias capas han atraído mucho la atención de la industria de los materiales compuestos (Colorado et al., 2006; Hallal et al., 2012; Scardino, 1989). La combinación de la colocación unidireccional de las fibras en las capas con la consolidación de la preforma mediante el cosido da lugar a una combinación muy ventajosa de las propiedades del material y el procesamiento. Esto da como resultado el uso completo del módulo y la resistencia de las fibras en una pieza lista y permite el uso del moldeo por transferencia de resina (RTM) para la producción. Las ventajas de este tipo de cosido a través del espesor incluyen no sólo la unión rentable de telas con una mayor facilidad de manejo del rendimiento en seco y la unión de estructuras compuestas con la posible sustitución de los sujetadores mecánicos, sino también una resistencia a la fractura interlaminar y a los daños por impacto potencialmente mejorada y la tolerancia de la pieza



**EFFECTO DE LA DENSIDAD DE FIBRAS EN LAS PROPIEDADES
 MECÁNICAS DE MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS TEXTILES**

compuesta final cuando se utilizan los hilos adecuados (Batch, Cumiskey, & Macosko, 2002; Gu, 2007).

JUSTIFICACIÓN

Los materiales compuestos de textiles describen la amplia gama de materiales compuestos poliméricos con refuerzos de este tipo de tejidos y no tejidos, que han demostrado excelentes propiedades mecánicas para la producción de productos de alta resistencia específica. Sin embargo, el efecto de la arquitectura/geometría del textil y la diferencia de densidades son importantes es por ello que en este trabajo se realizó la correlacionadas del comportamiento mecánico identificando los sitios de concentración de esfuerzos y de inicio de los procesos de fractura.

METODOLOGÍA

Materiales

Los materiales compuestos estudiados en esta investigación se fabricaron utilizando resina epoxi como matriz reforzada con textiles formados por fibra de vidrio tipo E. El sistema epoxi elegido estaba constituido por la resina D.E.R 331 de la empresa Dow que es una resina líquida de baja viscosidad y alto contenido en grupos epoxi. El endurecedor utilizado fue la 4,4'-diaminodifenilsulfona (DDS) de Aldrich que es una amina aromática con funcionalidad 4, peso molecular 248,3 gr/mol y punto de fusión de 175-177 °C. La DDS se utiliza habitualmente para procesos de reticulación a alta temperatura con el fin de obtener una alta fragilidad en el composite.

Tejidos de refuerzo: Los NCF utilizados en este estudio fueron fabricados por la industria italiana Nastrificio Gavazzi, con una masa por unidad de superficie de $440 \pm 5\%$ y $227 \pm 5\%$ g/m² respectivamente y una secuencia de apilado de $[-45^\circ, +45^\circ]$. Las tablas 1(a) y 1(b) resumen las características de estos tejidos. Las capas están cosidas entre sí con un hilo de unión de poliéster multifilm. Los haces de fibras unidireccionales en los dos planos se mantienen unidos por un fino hilo de poliéster en ambos lados. La figura 1 ilustra los dos tejidos multiaxiales de tipo 1 y 2.

<i>(a)</i>		
Layer orientation	Unit Mass g/m ²	Composition
+45°	217	E- Glass
-45°	217	E- Glass
Knit yarn	6	Polyester (PES)
Total	$440 \pm 5\%$	E- Glass

<i>(b)</i>		
Layer orientation	Unit Mass g/m ²	Composition
+45°	109	E- Glass
-45°	109	E- Glass
Threads of stabilization	4	E- Glass
Knit yarn	5	Polyester (PES)
Total	$227 \pm 5\%$	

Tabla 1. Textiles a) Alta densidad, b) Baja densidad.



EFFECTO DE LA DENSIDAD DE FIBRAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS TEXTILES

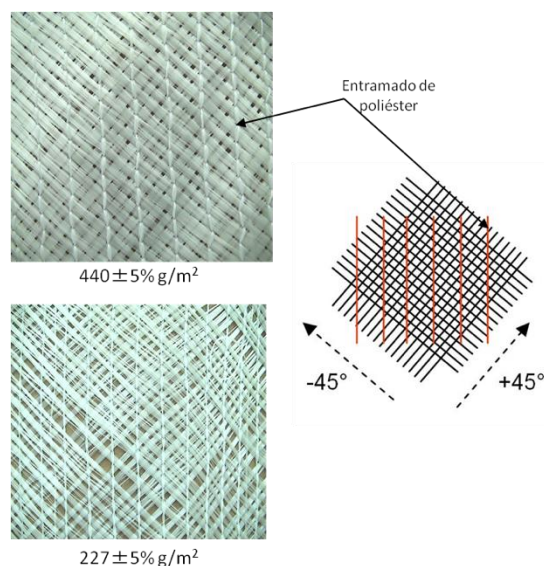


Figura 1. [-45°, +45°] tejido sin rizo (NCF).

Experimental

Preparación de materiales compuestos

Utilizando una capa de lámina de tejido sin arrugas y resina epoxi, se fabricaron composites con una fracción de volumen de fibra del 6,78% y del 3,63% respectivamente (calculada según el procedimiento ASTM D3171) mediante un proceso de colocación en húmedo. El sistema de resina se colocó en un molde y, a continuación, se colocó el tejido asegurando una completa difusión de la resina en los filamentos del tejido. El molde se introdujo en el horno para su curado a 140°C durante 8 horas. Transcurrido este tiempo, la lámina se enfrió hasta la temperatura ambiente y finalmente se retiró del horno para obtener las muestras para el ensayo mecánico.

Prueba de tracción

Las probetas para los ensayos de tracción se cortaron a un tamaño de 230 mm x 20 mm x 3 mm utilizando una fresa de banco de diamante de alta velocidad según la norma ASTM D3039-76. Se utilizó una máquina Shimadzu modelo AG-1 equipada con célula de carga de 5 KN. La velocidad de la cruceta fue de 0.5 mm/min.

Prueba de flexión

Las propiedades de flexión del composite se determinaron mediante una carga en tres puntos con un tamaño de muestra de 80 mm x 25 mm x 3 mm a una distancia libre de 60 mm. El ensayo se realizó en una máquina de ensayos Shimadzu modelo AG-1 a una velocidad de cruceta de 0,1

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE FIBRAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS TEXTILES

mm/min. Se registraron las curvas carga-deflexión. La resistencia a la flexión y el módulo de flexión del material compuesto se calcularon según la Ec. 1 y la Ec. 2, respectivamente.

$$\sigma = \frac{3FL}{2ba^2} \quad \text{Ec. (1)}$$

$$E = \frac{mL^3}{4ba^3} \quad \text{Ec. (2)}$$

F denota la carga aplicada, L es la longitud de la galga o vano en los ensayos de flexión, a denota el espesor de la probeta, b denota la anchura de la probeta y m es la pendiente en la curva tensión-deformación.

Prueba de cizallamiento

El ensayo de cizallamiento de losipescu (figura 2) se investigó experimentalmente como medio para determinar el módulo de cizallamiento en el plano y la resistencia del material compuesto reforzado con textiles multiaxiales. El ensayo de cizallamiento de losipescu utiliza una probeta plana que es más fácil de fabricar y que consigue un estado de tensión de cizallamiento puro y uniforme en la región de ensayo. La norma ASTM D5379 prescribe muescas en V con un ángulo de apertura de 90°, mientras que el campo de tensión resultante en la región de prueba depende en gran medida de la anisotropía del material, una característica presente en muchos materiales compuestos. Por lo tanto, el rendimiento de la prueba depende tanto de las propiedades reales del material como de la orientación del material con respecto a la región de prueba.

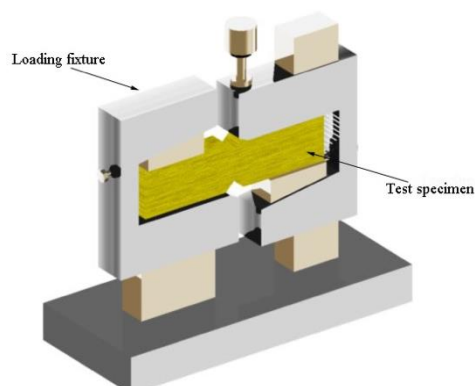


Figura 2. Prueba de esfuerzo cortante (losipescu).

Debido a una diferencia inusualmente pequeña en los índices de refracción óptica del sistema de la matriz y de las fibras de vidrio, las muestras obtenidas mostraron una extraordinaria transparencia, por lo que las grietas de la matriz, los huecos y las inclusiones pudieron detectarse fácilmente

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE FIBRAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS TEXTILES

mediante fotografía de luz transmitida. Las fibras de vidrio no pueden verse mientras que los hilos de unión permanecen visibles.

RESULTADOS

Todos los compuestos fabricados parecían tener una buena calidad y un acabado superficial homogéneos; las costuras del procedimiento no provocaron ningún efecto perjudicial ni en la procesabilidad ni en el aspecto general del producto. Se cortaron muestras de varias láminas con cada una de las dos direcciones de los planos (-45°, +45°) alineadas con la dirección de la carga para probar el efecto del hilo de punto de poliéster en el inicio y la propagación de los daños. La figura 3 muestra las orientaciones probadas para cada uno de los dos tipos de tejidos.

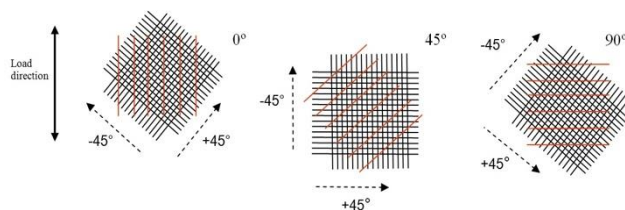


Figura 3. Orientaciones de los textiles.

En las figuras 4 y 5 se muestran las curvas típicas de tensión-deformación para laminados seleccionados en las direcciones 0°, 45° y 90° para los tipos 1 y 2. En la figura 4 se puede visualizar que, debido a la orientación de las fibras a la tensión aplicada, la dirección de 0° muestra una curva suave mientras que para 45° y 90° aparecen algunas discontinuidades o dentados debido a la mayor cantidad de fibras orientadas perpendicularmente a la tensión aplicada. Estas discontinuidades están íntimamente relacionadas con la aparición de grietas importantes antes de la fractura total de la muestra. Por otra parte, a 0° y 45° se presentaron valores más altos para el módulo elástico debido al efecto del refuerzo de las fibras paralelo a la tensión aplicada. Estos resultados son similares a los comunicados por Wang (2002) [11] y Wan, Wang, Luo, Dong, and Cheng (2001).

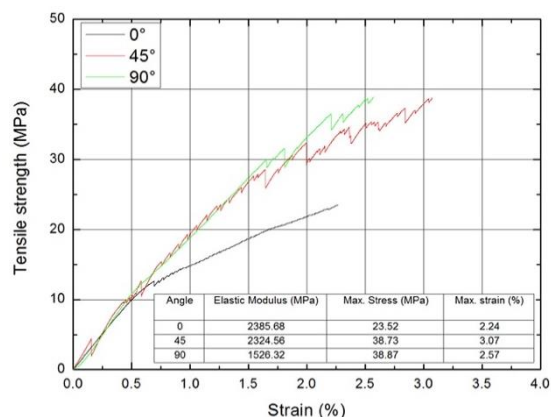


Figura 4. Tejido de mayor densidad (440±5% g/m²) en modo de tensión.



EFFECTO DE LA DENSIDAD DE FIBRAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS TEXTILES

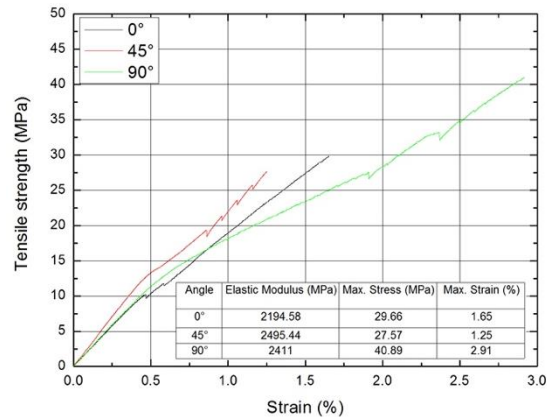


Figura 5. Tejido de menor densidad ($227 \pm 5\% \text{ g/m}^2$) en modo de tensión.

La figura 5 muestra las curvas típicas de tensión-deformación del textil 2. En este caso, 0° , 45° y 90° no mostraron caídas distintivas relacionadas con el desarrollo del daño debido a la repentina fractura cuando apareció la primera grieta significativa. Sólo algunas muestras a 45° mostraron cierto desarrollo de grietas a lo largo de las muestras. El sistema de resina parece dominar los parámetros mecánicos. Un comportamiento similar fue comunicado por Kim et al. Kim, Pourdeyhimi, Abhiraman, and Desai (2000). La figura 6 presenta el desarrollo del daño en las muestras para cada textil.

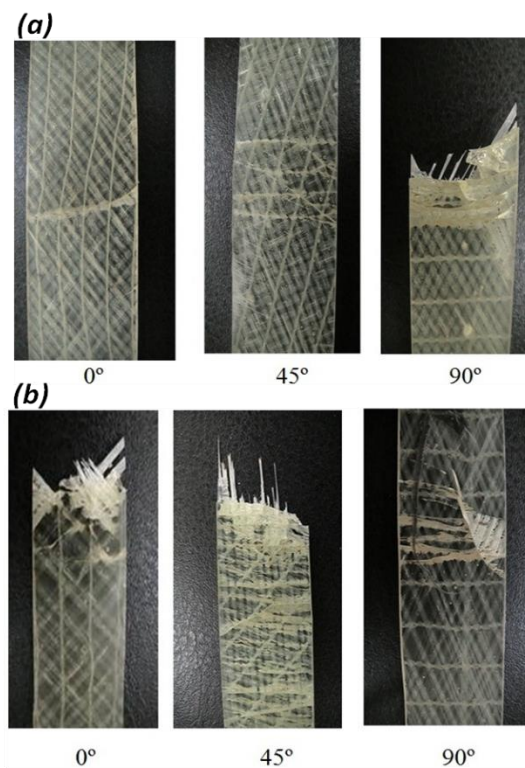


Figura 6. Secuencia de daños en tensión a) Alta densidad, b) Baja densidad.

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE FIBRAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS TEXTILES

La secuencia de daños y las propiedades mecánicas caracterizadas por el ensayo de losipescu no se vieron afectadas por la orientación de las fibras sino por la densidad de estas. Todas las muestras reforzadas con ambos textiles se fracturaron en el centro, entre las muescas, en las zonas de concentración de tensiones según la técnica ASTM D5379. La figura 7 muestra las muestras fracturadas por el ensayo losipescu en las que es posible visualizar la grieta principal sin daños adicionales en los laterales.

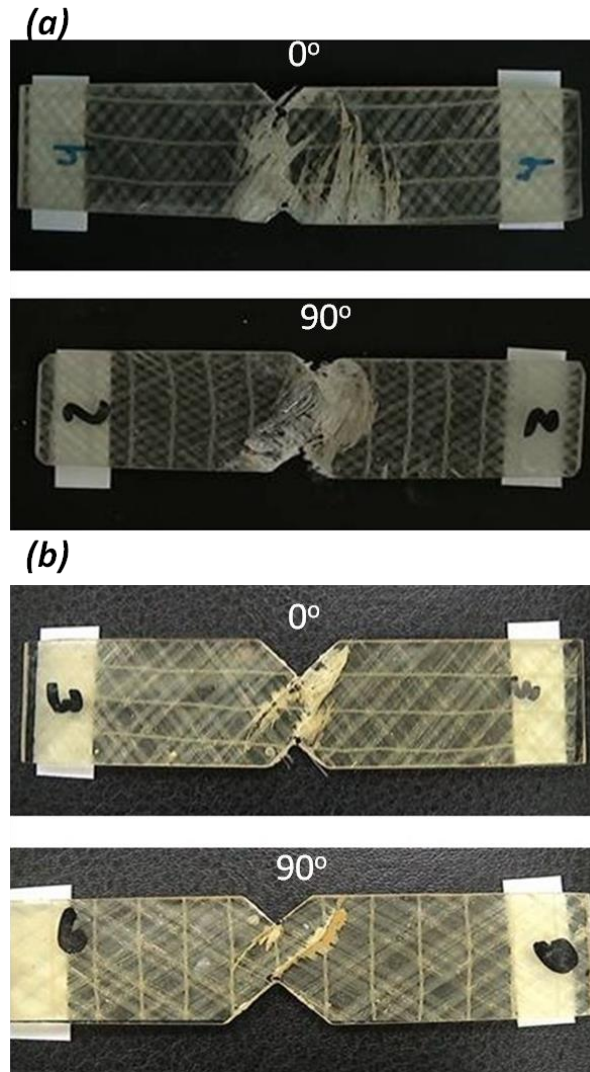


Figura 7. Daño por tensión de cizallamiento a) Alta densidad, b) Baja densidad.

La figura 8 muestra el efecto de la densidad de los textiles mostrando valores más altos de los parámetros mecánicos cuando se refuerza con el textil 1 ($440 \pm 5\%$), aunque la diferencia no es excesivamente significativa.

Los resultados de la tensión de cizallamiento muestran una tendencia similar a los resultados del ensayo de flexión. Las muestras fabricadas en el textil 1, muestran un mayor esfuerzo de cizallamiento en la

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE FIBRAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS TEXTILES

dirección de carga de 90° mientras que la muestra fabricada en el textil 2 muestra un mayor esfuerzo de cizallamiento en la dirección de carga de 0°.

Siguiendo la tendencia de los resultados de flexión, la baja magnitud del esfuerzo de cizallamiento puede explicarse en parte por la baja fracción de volumen de fibra (V_f) de las muestras ensayadas. Los trabajos publicados (Beier et al., 2007; Mahadik, Brown, & Hallett, 2010; Ravi, Iyengar, Kishore, & Shukla, 2000; Van Paepegem & Degrieck, 2001) han mostrado un esfuerzo de cizallamiento de alrededor de 60 MPa a una V_f del 65%.

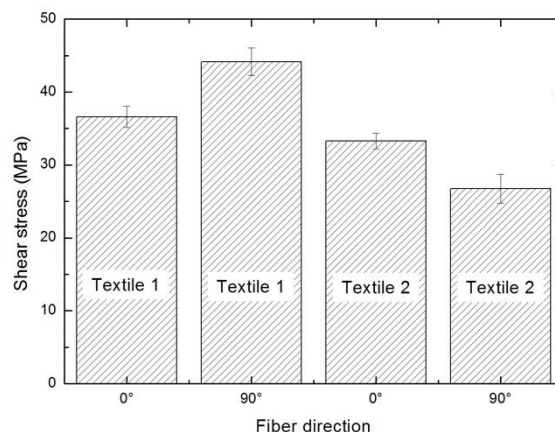


Figura 8. Daños por tensión de cizallamiento en los materiales compuestos reforzados con textiles de alta y baja densidad.

REFUERZO	ESFUERZO MÁXIMO (MPa)	DEFORMACIÓN MÁXIMA (%)	MÓDULO (MPa)
<i>Textil 1 0°</i>	36.60	9.64	272.66
<i>Textil 1 90°</i>	44.14	13.45	321.82
<i>Textil 2 0°</i>	33.28	9.47	352.66
<i>Textil 2 90°</i>	26.75	8.67	342.69

Tabla 2. Propiedades mecánicas de los materiales compuestos reforzados con textiles

Las resistencias a la flexión de todos los laminados ensayados son significativamente mayores que sus resistencias a la tracción, una tendencia similar a la comunicada para los laminados preimpregnados (Böhm, Gude, & Hufenbach, 2010; Böhm et al., 2011; Marsden, Boniface, Ogin, & Smith). Los resultados de la carga-deflexión a la flexión se muestran en las figuras 9 y 10. Todos los laminados ensayados a lo largo de la dirección de la fibra muestran un fallo frágil, generalmente por delaminación de la capa exterior en una superficie de tracción. La zona de delaminación comienza en el centro de la probeta, donde el momento de flexión es máximo, y luego se propaga hacia el exterior hasta que se produce una ruptura significativa de las fibras en la sección media de la superficie de tracción. Por el contrario, los laminados con todas las fibras orientadas a $\pm 45^\circ$ respecto a la dirección de la longitud de la probeta



EFFECTO DE LA DENSIDAD DE FIBRAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS TEXTILES

muestran un fallo dúctil. La delaminación a lo largo de los filamentos de las fibras puede observarse también en la superficie de tracción. Se alcanza una gran deflexión antes de que se produzca el fallo final con rotura de las fibras. Wen and Yazdani (2008) han informado de que cerca de la superficie, en las probetas orientadas a $\pm 45^\circ$ de tracción, se produce una reducción tanto de la estiramiento como de la resistencia. También se observó este comportamiento.

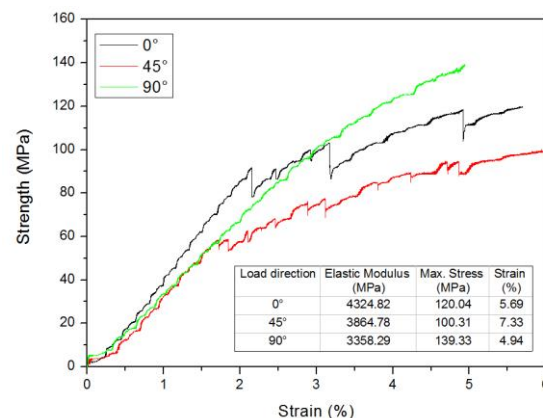


Figura 9. Tejido de mayor densidad ($440 \pm 5\% \text{ g/m}^2$) en modo de flexión.

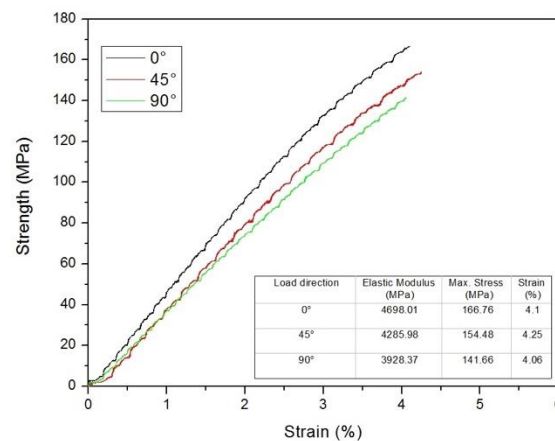


Figura 10. Tejido de menor densidad ($227 \pm 5\% \text{ g/m}^2$) en modo de flexión.

CONCLUSIONES

Se logró la fabricación y caracterización mecánica de composites reforzados con textiles formados por esteras y tejidos que emplean resina epoxi como matriz. El composite reforzado con esterilla presentó una fractura repentina y catastrófica cuando apareció la primera señal significativa de daño sin mostrar un fallo progresivo previo a lo largo de la muestra; este comportamiento se debió a la orientación aleatoria de las fibras continuas que no siguen un patrón de agrietamiento definido. Se comprobó que el fallo se inicia como una deslaminación de la fibra/matriz en aquellos filamentos que

EFFECTO DE LA DENSIDAD DE FIBRAS EN LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS TEXTILES

son perpendiculares a la dirección de carga. Las grietas principales se desarrollan rápidamente ya que no hay ninguna fibra orientada que lo impida. Finalmente, el material se fractura repentinamente en el mismo lugar donde se inició la grieta principal. No se encontraron pruebas de que la arquitectura textil de la estera afecte directamente al crecimiento de las grietas a lo largo de la muestra, ya que las curvas de tensión frente a la deformación no presentaban discontinuidades como una interpretación adicional del progreso del daño en el material compuesto. Por otro lado, la arquitectura textil tejida influye en la progresión del daño cuando las fibras están orientadas en paralelo a la dirección de carga (0° y 90°) pero no cuando están orientadas a 45° . El composite reforzado con tejido puede definirse como un material cuasi-isotrópico que presenta varios grados de anisotropía. Este comportamiento depende de la dirección del eje de carga en relación con la orientación de las fibras. En los materiales orientados en las direcciones de *urdimbre* y *trama* (0° y 90° respectivamente) las grietas se iniciaron en la interfaz fibra/matriz en los extremos de las muestras y se desarrollaron transversalmente. La progresión del patrón de daños se pudo observar debido a que los haces de fibras estaban orientados en la dirección de la carga. Se identificaron lugares de iniciación en las zonas extremas de los haces (región de ondulación) y también en el centro. Para este composite, la arquitectura textil tejida afecta a la forma en que se desarrollan las grietas, influida por la orientación de la geometría de las fibras en relación con el eje de la carga aplicada. Es imprescindible señalar que el empleo de un agente de curado a alta temperatura (DDS) favoreció la obtención de un sistema epoxi rígido que permite la observación del desarrollo del daño y de la secuencia de agrietamiento debido a la transparencia natural de la resina epoxi. Cada grieta desarrollada se relacionó con las fibras textiles de acuerdo con su arquitectura (entretelado).

Agradecimientos Los autores agradecen al Tecnológico Nacional de México por el financiamiento mediante el proyecto 10294.21-PD y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) la concesión de la beca 60204/ CM0042.

REFERENCIAS

- Arredondo Bernal, J. E. (2017). *Elaboración y caracterización de materiales compuestos basados en óxido de circonio estabilizados con cerio y calcio*. Universitat Politècnica de Catalunya,
- Batch, G. L., Cumiskey, S., & Macosko, C. W. (2002). Compaction of fiber reinforcements. *Polymer Composites*, 23(3), 307-318. doi:<https://doi.org/10.1002/pc.10433>
- Beier, U., Fischer, F., Sandler, J. K. W., Altstädt, V., Weimer, C., & Buchs, W. (2007). Mechanical performance of carbon fibre-reinforced composites based on stitched preforms. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 38(7), 1655-1663. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2007.02.007>
- Böhm, R., Gude, M., & Hufenbach, W. (2010). A phenomenologically based damage model for textile composites with crimped reinforcement. *Composites Science and Technology*, 70(1), 81-87. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2009.09.008>
- Böhm, R., Gude, M., & Hufenbach, W. (2011). A phenomenologically based damage model for 2D and 3D-textile composites with non-crimp reinforcement. *Materials & Design*, 32(5), 2532-2544. doi:<https://doi.org/10.1016/j.matdes.2011.01.049>

**EFFECTO DE LA DENSIDAD DE FIBRAS EN LAS PROPIEDADES
MECÁNICAS DE MATERIALES COMPUESTOS REFORZADOS TEXTILES**

- Colorado, H. A., CHAVES ROLDÁN, C., & VÉLEZ, J. (2006). Fricción interna y comportamiento anelástico en sólidos. *Dyna*, 73(148), 39-49.
- De Carvalho, N. V., Pinho, S. T., & Robinson, P. (2011). An experimental study of failure initiation and propagation in 2D woven composites under compression. *Composites Science and Technology*, 71(10), 1316-1325. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2011.04.019>
- Gu, H. (2007). Tensile behaviours of woven fabrics and laminates. *Materials & Design*, 28(2), 704-707. doi:<https://doi.org/10.1016/j.matdes.2005.07.006>
- Hallal, A., Younes, R., Fardoun, F., & Nehme, S. (2012). Improved analytical model to predict the effective elastic properties of 2.5D interlock woven fabrics composite. *Composite Structures*, 94(10), 3009-3028. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2012.03.019>
- Kim, H. S., Pourdeyhimi, B., Abhiraman, A., & Desai, P. (2000). Characterization of structural changes in nonwoven fabrics during load-deformation experiments. *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management*, 1(1), 1-6.
- Kuo, W.-S., Ko, T.-H., & Chen, C.-P. (2007). Effect of weaving processes on compressive behavior of 3D woven composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 38(2), 555-565. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2006.02.025>
- Mahadik, Y., Brown, K. A. R., & Hallett, S. R. (2010). Characterisation of 3D woven composite internal architecture and effect of compaction. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 41(7), 872-880. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2010.02.019>
- Marsden, W., Boniface, L., Ogin, S., & Smith, P. Quantifying Damage in Woven Glass Fibre/Epoxy Laminates. *Proceedings FRC*, 94, 31.
- Ratna, D., Chongdar, T. K., & Chakraborty, B. C. (2004). Mechanical characterization of new glass fiber reinforced epoxy composites. *Polymer Composites*, 25(2), 165-171. doi:<https://doi.org/10.1002/pc.20013>
- Ravi, S., Iyengar, N. G. R., Kishore, N. N., & Shukla, A. (2000). Influence of fiber volume fraction on dynamic damage in woven glass fabric composites: An experimental study. *Advanced Composite Materials*, 9(4), 319-334. doi:10.1163/15685510052000138
- Scardino, F. (1989). An Introduction to Textile Structures and Their Behavior. Textile Structural Composites, Composite Materials series Vol. 3, eds. Chou TW and Ko FK. In: Elsevier.
- Van Paepegem, W., & Degrieck, J. (2001). Fatigue degradation modelling of plain woven glass/epoxy composites. *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 32(10), 1433-1441. doi:[https://doi.org/10.1016/S1359-835X\(01\)00042-2](https://doi.org/10.1016/S1359-835X(01)00042-2)
- Wan, Y. Z., Wang, Y. L., Luo, H. L., Dong, X. H., & Cheng, G. X. (2001). Comparison of mechanical performance and fracture behavior of gelatin composites reinforced with carbon fibers of different fiber architectures. *Polymer Composites*, 22(1), 111-117. doi:<https://doi.org/10.1002/pc.10523>
- Wang, Y. (2002). Mechanical Properties of Stitched Multiaxial Fabric Reinforced Composites From Manual Layup Process. *Applied Composite Materials*, 9(2), 81-97. doi:10.1023/A:1013881422106
- Wen, C., & Yazdani, S. (2008). Anisotropic damage model for woven fabric composites during tension-tension fatigue. *Composite Structures*, 82(1), 127-131. doi:<https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2007.01.003>

DISEÑO DE CUBREBOCAS: MATERIALES Y PROCESOS QUE DETERMINAN EL GRADO DE EFICIENCIA EN LA FILTRACION**DISEÑO DE CUBREBOCAS: MATERIALES Y PROCESOS QUE DETERMINAN EL GRADO DE EFICIENCIA EN LA FILTRACION****FACE MASK DESIGN: MATERIALS AND PROCESSES THAT DETERMINE THE DEGREE OF EFFICIENCY IN FILTRATION**Susana Gabriela de la Cruz Mauricio¹Elisa Janeth Garza Martínez²Martin Gerardo Jacinto Escobedo³Diana Garza Rocha⁴Joel González Marroquín⁵Cesar Augusto Leal Chapa⁶**RESUMEN**

El equipo de protección personal es fundamental ante el afán de brindar protección a la población humana contra el contagio de enfermedades respiratorias como la causada por COVID-19. Uno de los dispositivos primordiales es la mascarilla o cubrebocas y su eficiencia está altamente relacionada con los materiales empleados en su elaboración, así como los procesos que intervienen para lograr la obtención de filtros adecuados que cumplan con los requerimientos ante la demanda de una filtración óptima capaz de minimizar la probabilidad de la transmisión del virus. El objetivo de esta investigación documental es comparar la capacidad de filtración de los cubrebocas más comunes basándose en la consulta de artículos de investigación científica que sirvan para que los estudiantes de las carreras de ingeniería puedan conocer los diferentes materiales para utilizar en dichos equipos de protección personal. Los resultados obtenidos permiten observar diversos porcentajes de filtración y conducen a la conclusión de la importancia de las características de los materiales y sus propiedades, así como el apego a la normatividad de sus procesamientos para el éxito ante el gran propósito de optimizar la filtración.

PALABRAS CLAVE: cubrebocas, aerosoles, materiales, mecanismos de filtración.

Fecha de recepción: 03 de octubre, 2022.

Fecha de aceptación: 31 de octubre, 2022.

¹ Profesora de Tiempo Completo de la FIME-UANL, susana.delacruzmr@uanl.edu.mx

² Profesora de Tiempo Completo de la FIME-UANL, elisa.garzamr@uanl.edu.mx

³ Profesor de Tiempo Completo de la FIME-UANL, martin.jacinto@uanl.edu.mx

⁴ Profesora de Tiempo Completo de la FIME-UANL, diana.garzar@uanl.edu.mx

⁵ Profesor de Tiempo Completo de la FIME-UANL, joel.gonzalezmr@uanl.edu.mx

⁶ Profesor de Tiempo Completo de la FIME-UANL, cesar.lealch@uanl.edu.mx

DISEÑO DE CUBREBOCAS: MATERIALES Y PROCESOS QUE DETERMINAN EL GRADO DE EFICIENCIA EN LA FILTRACION

ABSTRACT

The personal protection equipment it's fundamental in view of providing protection to the human population against the contagion of respiratory diseases caused by pandemics such as COVID-19. One of the primary devices is the mask, due to his efficiency highly related with the material used in it's productions, as well as the processes who are involved with the requirements unto the demand of one optimal filtration who its capable to minimize the transmission probability of the virus. The objective of this documental consultation of research articles of scientific investigation who serve to the engineer students may know the different materiales to use in such personal protectional equipments. The obtained results allow to observe different percentages of filtration and conduct or lead to the conclusion of the importance of the characteristics of the materiales and its properties, as well as the attachment to the normativity of its processings to the success for the great purpose of enhancing optimization.

KEYWORDS: face masks, aerosols, materials, filtration mechanisms

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud [OMS] (2020), define que “La COVID-19 es la enfermedad causada por el nuevo coronavirus conocido como SARS-CoV-2. La OMS tuvo noticia por primera vez de la existencia de este nuevo virus el 31 de diciembre de 2019” y en los meses posteriores debido a la propagación por todos los continentes fue caracterizada como pandemia.

La pandemia por COVID-19 representa uno de los problemas más serios en materia de salud a los que la humanidad ha tenido que enfrentarse en tiempos recientes. La medicina ha tenido que trabajar multidisciplinariamente con muchas otras ramas de las ciencias como la biología, la química, la mecánica de fluidos, la estadística, la ingeniería de materiales, etc. en una búsqueda intensa por comprender a profundidad el comportamiento del virus, su mecanismo de transmisión y su forma de erradicación o por lo menos la manera de ralentizar su propagación. Tal intensidad en dicha búsqueda obedece, y casi está de sobra decirlo, a las graves repercusiones que implica una pandemia de tal envergadura: sanitarias, económicas y sociales.

Aunque la investigación científica y su difusión crecen aceleradamente hay muchos aspectos que considerar y difícilmente podría profundizarse en cada uno de ellos en un texto de unas cuantas páginas, sin embargo, se pueden formular cuestionamientos simples en cuanto a cómo se transmite; cómo se previene; la controversia entre la diversidad de vacunas con sus aspectos propios de eficacia y sus presuntos efectos secundarios y no menos importante, cuál es la idiosincrasia de la población tan diversa entre una región del mundo y otra determinada por su educación, religión, cultura, etc. y que en muchos casos, desafortunadamente, limitan al individuo impulsándolo a acciones negligentes, renuentes o limitantes.

Si bien, son muchos los factores a observar, en tanto no se desarrolle una vacuna capaz de exterminar por completo el virus SARS-CoV-2 y que, por supuesto, se ponga al alcance de toda la población, seguirá siendo fundamental la aplicación de medidas de prevención como el aseo de manos de forma constante y de manera correcta, la preservación de la distancia adecuada entre una persona y otra, evitar la asistencia a lugares muy concurridos, el estornudo de etiqueta y el uso correcto de equipo de protección personal. Medidas que están al alcance de la población en general siendo esta capaz de ejercer un rol importante en la velocidad de transmisión de la enfermedad con el implícito nivel de ocupación hospitalaria y el desabastecimiento de insumos. Un desabastecimiento de cubrebocas, por ejemplo, representaría un grave problema, partiendo de la consideración de que es un instrumento primordial en la prevención de los contagios.

DISEÑO DE CUBREBOCAS: MATERIALES Y PROCESOS QUE DETERMINAN EL GRADO DE EFICIENCIA EN LA FILTRACION

Un cubrebocas es una especie de máscara que cubre una gran parte del rostro. Su finalidad es evitar o minimizar la probabilidad de transmisión de enfermedades respiratorias contagiosas. Dado su objetivo, debe cubrir nariz, boca y barbilla y pueden ser elaborados con diversos materiales y de variados diseños.

Pérez (2021), define que “El cubrebocas es un instrumento fundamental para evitar el contagio microbiológico que se transmite por la nariz y la boca” y hace memoria de que al inicio de la pandemia la OMS recomendaba el uso de cubrebocas solo para los empleados trabajadores del sector salud haciendo extensa la recomendación para la población en general, dadas las evidencias de la importancia de su uso como preventivo, en junio de 2020.

En esta investigación el objetivo es observar los porcentajes de filtración de los cubrebocas más comunes, enfocándose en los materiales más empleados para su fabricación y puntualizando algunos procesos a los que son sometidos dichos materiales para lograr la obtención de filtros de alta eficiencia.

Antecedentes

La revista Medicina Interna de México hace un recuento histórico del cubrebocas:

El uso de cubrebocas inició a finales del siglo XIX. En 1867 Lister postuló que las infecciones de las heridas quirúrgicas eran causadas por los microorganismos que poco tiempo antes había descrito Louis Pasteur. En el decenio de 1880 los cirujanos sospechaban que estos gérmenes contaminaban las heridas a través de las manos, el instrumental e incluso la exhalación. En esos mismos años Carl Flügge demostró que las gotas respiratorias tenían bacterias y el cirujano Johann Mikulicz propuso en 1897 el uso de una mascarilla facial que describió como “un trozo de gasa atado a la gorra con dos cuerdas que cubriera la nariz, la boca y la barba”. Para evitar la contaminación su uso se popularizó y para 1935 casi todas las fotografías de cirujanos los muestran con cubrebocas. Durante la plaga de Manchuria en 1910 y la pandemia de influenza entre 1918-1919 se usó por primera vez fuera de los quirófanos con el objetivo de proteger a los trabajadores de la salud y a la población general. De hecho, la disminución en la mortalidad en algunas ciudades como San Francisco se atribuyó, en parte, a su uso. La mayor parte eran de material lavable, por lo que eran reutilizados por tiempo prolongado. Poco a poco se fueron reemplazando por otros de materiales sintéticos y para el decenio de 1960 casi todos eran desechables pues las fibras sintéticas se deterioraban con la esterilización. La industria encargada del diseño de los cubrebocas desechables realizó estudios sobre su eficacia, pero los reusables fueron muy poco estudiados, lo que con el paso del tiempo propagó la idea de que eran inseguros (Ramírez-Guerrero, 2021, pág. 97).

La epidemia de SARS (Síndrome Respiratorio Agudo Grave o Severe Acute Respiratory Syndrome) ocurrida desde noviembre de 2002 hasta finales de junio de 2003, al sur de China, según Vaqué Rafart (2005), fue especialmente dramática en algunas zonas ocasionando gran preocupación y alarma mundial. Una vez que la OMS declaró al respecto que todo estaba bajo control, la experiencia y las evidencias demostraron que la aplicación de medidas de control, entre ellas el uso de cubrebocas o mascarillas, son capaces de bloquear la transmisión del virus. Tales evidencias consideran una variedad de nuevos estudios sobre la evolución de los cubrebocas y su afán por mejorar cada vez más su función.

La eficiencia de los cubrebocas puede depender de un conjunto de factores diversos: el buen uso de quien lo porta, la cantidad de fuga que hay alrededor y la capacidad del material con que son

DISEÑO DE CUBREBOCAS: MATERIALES Y PROCESOS QUE DETERMINAN EL GRADO DE EFICIENCIA EN LA FILTRACION

diseñados para bloquear la entrada y salida de partículas y es en este sentido, en el de la capacidad de los materiales, que la ruta de transmisión juega un papel relevante.

Rutas de transmisión de enfermedades respiratorias

Bourouiba (2020, p. 1837) sostiene que, según estudios realizados en 1897, Carl Flügge demostró que los patógenos estaban presentes en gotitas espiratorias lo suficientemente grandes como para asentarse alrededor de un individuo infectado. Se pensó que la "transmisión de gotitas" por contacto con la fase fluida expulsada e infectada de las gotitas era la ruta principal para la transmisión respiratoria de enfermedades. Este punto de vista prevaleció hasta que William F. Wells se centró en la transmisión de la tuberculosis en la década de 1930 y dividió las emisiones de gotitas respiratorias en gotitas "grandes" y "pequeñas".

Según Wells, las gotas aisladas se emiten al exhalar. Las gotitas grandes se asientan más rápido de lo que se evaporan, contaminando las inmediaciones de la persona infectada. Por el contrario, las gotas pequeñas se evaporan más rápido de lo que se depositan. En este modelo, a medida que las pequeñas gotas pasan de las condiciones cálidas y húmedas del sistema respiratorio al ambiente exterior más frío y seco, se evaporan y forman partículas residuales hechas del material seco de las gotas originales. Estas partículas residuales se denominan núcleos de gotitas o aerosoles.

Estudios más recientes entre los decenios 1940-1950, como lo señala Ramírez-Guerrero (2021), dividieron a las secreciones respiratorias por su tamaño en gotas (las mayores a 5 micras) y en aerosoles (menores de 5 micras). Estos trabajos sugieren que las gotas gravitan y se asientan a una distancia máxima de aproximadamente 2 metros. Es esta consideración la base para sugerir que se sea esa la distancia adecuada que debe mantenerse entre personas para evitar la transmisión.

Sin embargo, la directora del Laboratorio de Transmisión de Enfermedades y Dinámica de Fluidos, Lydia Bourouiba (2020), del Massachusetts Institute of Technology (MIT, EEUU), considera que el concepto de gotas y aerosoles es insuficiente para describir el movimiento de las secreciones respiratorias por estornudos, exhalaciones y tos. Demuestra que las gotas que no caen de forma inmediata siguiendo una trayectoria de emisión semibalística de corto alcance, se quedan suspendidas conformando una nube de gas turbulento de partículas que contienen virus. Debido al impulso hacia adelante de la nube, las gotas portadoras de patógenos son impulsadas mucho más lejos que si fueran emitidas de forma aislada sin una nube turbulenta que las atrape y las lleve hacia adelante. Dadas varias combinaciones de un individuo, la fisiología del paciente y las condiciones ambientales, como la humedad y la temperatura, la nube de gas y su carga útil de gotitas portadoras de patógenos de todos los tamaños pueden viajar de 23 a 27 pies (7-8 m). Es importante destacar que el rango de todas las gotitas, grandes y pequeñas, se extiende a través de su interacción y atrapamiento dentro de la nube de gas turbulento, en comparación con el modelo de gotitas dicotómicas comúnmente aceptado que no tiene en cuenta la posibilidad de un ambiente cálido y húmedo. Además, a lo largo de la trayectoria, gotitas de todos los tamaños se sedimentan o se evaporan a velocidades que dependen no sólo de su tamaño, sino también del grado de turbulencia y velocidad de la nube de gas, junto con las propiedades del entorno ambiental (temperatura, humedad y flujo de aire).

Además de las consideraciones anteriores, existen diversos tipos de mecanismos de filtración. Alonso (2001), menciona algunos de ellos: impacto por inercia, interceptación, difusión browniana y atracción electrostática. Estos mecanismos están intrínsecamente relacionados con el tamaño de partícula, por lo tanto, forman parte del conjunto de los aspectos a observar a la hora del diseño de cubrebocas para alcanzar la capacidad de filtración adecuada para controlar los aerosoles.

METODOS

El método de búsqueda se realiza mediante Google Académico como herramienta básica para el acceso a la localización de documentos de contenido académico concerniente a la literatura en torno

DISEÑO DE CUBREBOCAS: MATERIALES Y PROCESOS QUE DETERMINAN EL GRADO DE EFICIENCIA EN LA FILTRACION

al tema de interés y a través de revistas reconocidas de divulgación científica, repositorios, gaceta universitaria y páginas web de organizaciones internacionales como la OMS.

Se enlistan al final del documento las referencias de consulta por orden alfabético de acuerdo con el autor.

Tipos de cubrebocas

Existe una gran variedad de mascarillas y su clasificación puede variar, según la literatura, de acuerdo con cada autor o institución. La siguiente clasificación solo observa tres grupos y se basa en los más utilizados y en el porcentaje de filtración.

Cubrebocas de tela (casero o industrial)

Este tipo de cubrebocas suele ser elaborado con materiales textiles como el algodón, la celulosa o el lino que ayudan a bloquear la entrada y salida de gotas y salpicaduras y que por ser de origen natural son biodegradables. Su producción puede ser casera o industrial y de bajo costo e incluso pueden ser fabricados de telas de ropa usada y disponible en casa, no necesariamente naturales sino sintéticas. Generalmente son de una sola capa y poseen la ventaja de que se pueden lavar y reusar, aunque conlleva la gran desventaja de que no siguen ninguna normatividad para su fabricación. Entre este tipo de protección se incluye el uso de bufandas, paliacates, bandas deportivas, etc. en los que generalmente se utilizan polímeros textiles sintéticos como el nylon, fleecy y poliéster.

Las mascarillas que suelen ser delgadas y constan de una sola capa, solo pueden filtrar partículas bastante más grandes que 3 μm , afirma Hirschmann et al. (2020). La literatura consultada no reporta investigación respecto al porcentaje de filtración de las mascarillas de tela, pero un estudio realizado por MacIntyre et al. (2015), comprueba una mayor cantidad de contagios por infecciones virales, confirmadas por laboratorio, en personas que utilizaron mascarillas de tela y menor en el grupo de quienes utilizaron mascarillas médicas.

Considerando como antecedentes que los cubrebocas de tela tienen capacidad de filtración inferior a los quirúrgicos, la carencia de regulación, su carácter de unicapa, la ausencia de filtros y el diseño inapropiado para un buen ajuste, se resume que este conjunto de características le confieren una eficiencia moderada o baja y aunque la literatura coincide en que cualquier tipo de protección es mejor que no usar ninguna, son poco recomendados.

Cubrebocas quirúrgico

El cubrebocas quirúrgico, también llamado mascarillas quirúrgicas o mascarillas médicas suelen estar plegadas para permitir el ajuste alrededor de la cara, el clip nasal es ajustable para que el usuario ajuste la forma alrededor del puente nasal. Esto reduce el espacio entre la máscara y la cara, por lo tanto, evita una fuga excesiva de los márgenes de la máscara.

Según Arellano et al. (2020), tienen un diseño de protección unidireccional para capturar los fluidos corporales que salen del usuario, es decir, que impiden el paso de microorganismos presentes de adentro hacia afuera.

Su constitución de tres capas es descrita por Burbano (2020), como una capa de filtro colocada entre dos capas de tela no tejida, la capa intermedia del filtro suele estar hecha de materiales poliméricos como el polipropileno, material de baja densidad y resistente a la humedad, fabricado a través de una tecnología de soplado en fusión (aunque no es la única técnica posible). El proceso de soplado en fusión permite la formación de materiales con fibras no tejidas conocidas como tejidos no tejidos. Trabajos de investigación como el de Gazzola et al. (2014), definen un patrón no tejido como el resultado del enmarañamiento de las fibras causado por corrientes de aire caliente que genera una

DISEÑO DE CUBREBOCAS: MATERIALES Y PROCESOS QUE DETERMINAN EL GRADO DE EFICIENCIA EN LA FILTRACION

fuerza de arrastre a alta velocidad sobre el polímero que se dirige hacia un colector en las tres direcciones, x, y, z. Estos movimientos son los que conducen a enredos de las fibras y facilitan la formación de la estructura no tejida que posee características muy definidas en cuanto a porosidad, conectividad de los poros, diámetro de las fibras y módulo de elasticidad. La presión de aire y la distancia entre el punto de disparo del polímero y el colector son parámetros que se puede controlar para regular el tamaño de poro y su diámetro es fundamental en la elaboración de filtros para objetivos diversos, entre ellos la fabricación de cubrebocas.

Servín et al. (2020) menciona la existencia de un estudio en el cual se comparan las mascarillas quirúrgicas vs. respiradores N95 en un contexto médico, este estudio describe la efectividad para filtrar la entrada de partículas menores de 5 μm , demostrando que la mejor mascarilla quirúrgica ofrece una protección de 75% en comparación con más de 95% de un respirador N95.

La opinión de Lagarón et al. (2020), es que la mayoría de las barreras de filtrado de los cubrebocas convencionales no están funcionalizadas con biocidas o virucidas, por lo tanto, solo sirven como barrera física y en la mayoría de los casos tienen capacidad de filtrar partículas de diámetro mayor al de los microorganismos más pequeños como los virus y hace una consideración importante en cuanto a que tampoco los eliminan del tejido con el que entran en contacto. Por lo tanto, los microorganismos unidos a la superficie del cubrebocas pueden sobrevivir durante varias horas, lo que aumenta el riesgo de infección. Otra observación fundamental es que los filtros están hechos de materiales no biodegradables, por consecuencia, el uso masivo de este tipo de protección por parte de la población no médica puede acabar generando un problema medioambiental grave.

Los cubrebocas quirúrgicos, a diferencia de los de tela o caseros, obedecen a una normatividad, de acuerdo a la ASTM (2020), el rendimiento del material de las mascarillas médicas se basa en pruebas de eficiencia de filtración bacteriana, presión diferencial, eficiencia de filtración de partículas submicrónicas, resistencia a la penetración de sangre sintética e inflamabilidad según la norma ASTM F2100-19e1 “Especificación estándar para el rendimiento de los materiales utilizados en mascarillas médicas”.

Cubrebocas filtrantes N95, N99 y N100 o equivalentes

A diferencia de las mascarillas quirúrgicas, los cubrebocas filtrantes o respiradores están diseñados específicamente para proporcionar protección respiratoria al crear un sello hermético contra la piel y no permitir que pasen partículas que se encuentran en el aire, entre ellas, aquellas que contienen patógenos como el causante de COVID-19.

Las tres normas que regulan y vigilan la calidad de los respirados las menciona Parihar et al. (2020), a manera de resumen: según la norma E.E.U.U dada por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH), el certificado N95 clasifica respiradores de careta filtrante según su capacidad para filtrar gotas de aceite en nueve categorías: N, no resistente al aceite (N95, N99, N100); R, algo resistente al aceite (R95, R99, R100); y P, fuertemente resistente al aceite (P95, P99, P100).

Las mascarillas KN95 son las que se fabrican en China y cumplen con la norma china correspondiente GB2626-2006. KN significa apto para resistir partículas no aceitosas, como varios tipos de polvo, humo, mientras que KP significa apto para resistir partículas no aceitosas y partículas aceitosas. Los dígitos que conforman la designación alfanumérica, para ambas normas, indican el porcentaje de filtración lograda en las pruebas.

Las máscaras FFP1, FFP2 Y FFP3 son aquellas que siguen la norma europea EN149-2001 y le designa el dígito para indicar el porcentaje de filtración en 80%, 94% y 99% respectivamente.

Las máscaras o respiradores N95 se componen de cuatro capas, según Ren et al. (2020),: una capa exterior construida con polipropileno hidrofóbico no tejido que es resistente a la humedad, seguida

DISEÑO DE CUBREBOCAS: MATERIALES Y PROCESOS QUE DETERMINAN EL GRADO DE EFICIENCIA EN LA FILTRACION

de dos capas de filtro de polipropileno no tejido soplado en fusión que capturan partículas de varios tamaños a través de impacto inercial, intercepción, difusión y atracción electrostática, además de una capa interna que también está hecha de material de polipropileno no tejido resistente a la humedad. La calificación "N95" se basa en el rendimiento de estas capas de filtro e indica que la máscara puede recolectar al menos el 95 % de los aerosoles de prueba que tienen un diámetro medio de 0.3 μm .

Si bien el SARS-CoV-2 tiene un diámetro de 0.06 a 0.14 micras, de acuerdo con cifras citadas por Ramírez-Guerrero (2021), las partículas virales son casi siempre transmitidas por secreciones respiratorias de pacientes infectados, en forma de gotas que tienen dimensiones en el rango de 0.6 a 1,000 micras. Tal diámetro puede ser filtrado por los respiradores N95 y equivalentes logrando el mencionado 95 % de recolección.

Es gracias a la carga electrostática proveída en las dos capas filtrantes centrales que los cubrebocas de este tipo proporcionan una protección adecuada en dos direcciones, es decir, pueden filtrar tanto el aire entrante como el saliente. La atracción electrostática del material del filtro se logra una vez que el material es cargado electrostáticamente durante el proceso de fabricación para aumentar la captura de partículas, estas son atraídas hacia el filtro y quedan fijamente unidas a él. Hay dos tipos de filtros electrostáticos descritos por Fredes et al. (2013):

Filtros tribocargados: son filtros que se construyen con dos tipos diferentes de materiales, las fibras modacrílicas y las fibras de polipropileno. Durante el proceso de fabricación, estas fibras se frotran entre sí, creando fibras cargadas en forma positiva y otras en forma negativa; con las fibras tribocargadas se construye luego un fieltro no tejido, lo que proporciona el material del filtro.

Filtros fibrilados: se construyen de una lámina de polipropileno. Se aplica una carga electrostática a la hoja en forma de corona, implementando la aplicación de un electrodo de punto que emite iones a un lado de la hoja; una carga opuesta se aplica luego al lado opuesto de la hoja. Una vez cargada electrostáticamente, la hoja de material, a menudo, se denomina "electreto". A continuación, el material se separa en fibras mediante un proceso llamado fibrilación y luego se construye la lámina del filtro.

RESULTADOS

Acorde a la literatura consultada se construye la siguiente tabla que resume los datos obtenidos:

TABLA 1. TIPOS DE CUBREBOCAS

Tipo de cubrebocas	Cantidad de capas	Material de las capas	Material de filtración	Eficiencia	Recomendación de uso
De tela	1	Algodón, lino, celulosa, nylon, fleece o poliéster	Sin filtro	Inferior al del cubrebocas quirúrgico	Población en general
Quirúrgico o médico	3	Polipropileno generalmente	Polipropileno estructurado en fibras no tejidas	75 % **	Individuos con síntomas o sospechosos
Respiradores N95, N99 y N100 (o equivalentes)	4*	Polipropileno generalmente	Polipropileno en capas con carga electrostática	95, 99 y 99.97 % respectivamente	Personal médico y trabajadores de la salud

*Algunos autores reportan 5 capas, de funcionamiento muy semejante.

DISEÑO DE CUBREBOCAS: MATERIALES Y PROCESOS QUE DETERMINAN EL GRADO DE EFICIENCIA EN LA FILTRACION

**Hay diversidad de opiniones en cuanto al porcentaje, dado que las condiciones de ensayo pueden ser variables, aunque hay coincidencia en el sentido de que son inferiores al porcentaje de los respiradores.

Los porcentajes de filtración reportados en la literatura fueron obtenidos de acuerdo con las normas de calidad establecidas por los organismos citados y considerando que las mascarillas se ajustan a la cara adecuadamente sin permitir escape de partículas.

En este documento no se citan otros procedimientos como la aplicación de carbón activado en la construcción de filtros, o la aplicación de nanopartículas para matar bacterias a través de mecanismos que pueden causar la ruptura de la membrana celular, ni la aplicación de tecnología por impresión 3D o los respiradores purificadores de aire motorizados. Dado que son equipos de protección más sofisticados, son por consecuencia, más costosos y no se encuentran aún entre los más comúnmente utilizados.

CONCLUSIÓN

Los materiales, por naturaleza, poseen características que les confieren propiedades peculiares. Respecto a ellos se puede decir que unos son mejores que otros siempre y cuando se establezcan las condiciones específicas bien definidas bajo las cuales son analizados para establecer una comparación. En el caso particular de la intervención de los materiales en la elaboración de cubrebocas se observa que la combinación de dos capas de materiales o más y la funcionalidad que el material adquiere una vez que ha sido sometido a un determinado proceso son factores cruciales para la producción de filtros que cumplan con las características que satisfagan la captura de aerosoles.

Estableciendo como condiciones las exigencias de los filtros empleados en la construcción de cubrebocas de tela, quirúrgicos o respiradores se puede concluir que un número mayor de capas de material es mejor que uno menor; los materiales tratados para filtrar en forma bidireccional son mejores que los unidireccionales; los materiales sometidos a cargas electrostáticas son capaces de atraer partículas, los no sometidos son incapaces de desempeñar esta función; los materiales expuestos a procesos bajo normatividad pueden desempeñar mejor rendimiento que los no expuestos. Esto explica por qué los materiales de los respiradores N95 o equivalentes son mejores en cuanto a porcentaje de filtración que los quirúrgicos y estos a su vez mejores que los de tela caseros.

Finalmente, cabe resaltar la relevancia del ajuste del cubrebocas y su higiénica manipulación pues estas acciones son determinantes para lograr el gran objetivo de maximizar la filtración y minimizar la fuga pues de nada servirá que la mascarilla sea de alta calidad si esta es minimizada por el manejo inadecuado del usuario.

DISEÑO DE CUBREBOCAS: MATERIALES Y PROCESOS QUE DETERMINAN EL GRADO DE EFICIENCIA EN LA FILTRACION**REFERENCIAS**

- Pérez S., (2021). Coronavirus. El cubrebocas ¿llegó para quedarse? Ciencia UNAM-DGDC, 24 septiembre. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) Dirección General de Divulgación de la Ciencia (DGDC).
- Ramirez-Guerrero. (2021). La importancia del cubrebocas en la población general durante la pandemia de covid-19. Medicina interna de México, 37, 94-109.
- Vaqué Rafart, J. (2005). Síndrome respiratorio agudo grave (SARS). Anales de pediatría. 62 (S1): 6-11. <https://www.analesdepediatria.org/es-sindrome-respiratorio-agudo-grave-sars--articulo-13074489>
- Bourouiba L. (2020). Turbulent Gas Clouds and Respiratory Pathogen Emissions: Potential Implications for Reducing Transmission of COVID-19. JAMA. 323(18):1837–1838. doi:10.1001/jama.2020.4756
- Alonso, M., & Alguacil, F. J. (2001). Introducción a la filtración de aerosoles. Revista De Metalurgia, 37(6), 693–712. <https://doi.org/10.3989/revmetalm.2001.v37.i6.536>
- Hirschmann, M., Hart, A., & Henckel, J. et al. (2020). Coronavirus COVID-19: equipo de protección personal recomendado para el cirujano ortopédico y traumatólogo. Rodilla Cirugía Deportiva Traumatol Arthrosc 28, 1690–1698. <https://doi.org/10.1007/s00167-020-06022-4>
- MacIntyre, C., Seale, & H., Dung, TC., et al. (2015). Un ensayo aleatorio grupal de máscaras de tela en comparación con máscaras médicas en trabajadores de la salud. Abierto BMJ; 5: e006577. doi: 10.1136/bmjopen-2014-006577
- Arellano-Cotrino, J., Marengo, N. Atoche-Socola, K.J., Peña, C. & Arriola-Guillén, L. (2020.) Efectividad y Recomendaciones para el Uso de Mascarillas Dentales en la Prevención del COVID-19: Una Revisión de la Literatura. Publicado en línea por Cambridge University Press
- Burbano , V. (2020). Prendas de protección de uso odontológico como medidas de bioseguridad en tiempos de pandemia covid19. Tesis de grado. Universidad Nacional de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.
- Gazzola, W., Hammonds, R., & Benson, R. (2014). Efecto de las propiedades físicas de esterillas no tejidas de poli (ácido láctico) sobre la adhesión y proliferación celular. Revista Iberoamericana de Polímeros, 15(3), 158-171.
- Servín, E., Nava L, H., Romero, A., Sánchez, F., & Huerta, G. (2020). Equipo de protección personal y COVID-19. Cirujano general, 42(2), 116-123. Epub 04 de octubre de 2021. <https://doi.org/10.35366/95370>
- Lagarón, J., de las Mercedes, P., & Chiva, A. (2020). Filtro multicapa con propiedades antimicrobianas y su uso en aplicaciones de respiradores y mascarillas protectoras. <http://hdl.handle.net/10261/242170>
- ASTM Internacional. (2020). ASTM F2100-19e1. Especificación estándar para el rendimiento de los materiales utilizados en mascarillas médicas. doi: 10.1520/F2100-19E01

**DISEÑO DE CUBREBOCAS: MATERIALES Y PROCESOS QUE
DETERMINAN EL GRADO DE EFICIENCIA EN LA FILTRACION**

Parihar, A, Sahoo, R. & Parihar, S. (2020). Práctica dental en tiempos de Covid: una descripción general. Revista india de medicina preventiva y social, 51 (2), 48-60.
<http://www.ijpsm.co.in/index.php/ijpsm/article/view/252>

Ren, Y., Feng, C., Rasubala, L., Malmstrom, H., & Eliav, R. (2020). Riesgo para los profesionales de la salud dental durante la pandemia mundial de COVID-19: una evaluación basada en evidencia. Diario de odontología. 101,1. Doi.org/10.1016/j.jdent.2020.103434.

Fredes, S., Gogniat, E., Plotnikow, G., Rodrigues., & La Moglie, R. (2013). Utilización de filtros bacterianos/virales durante ventilación mecánica invasiva. Revista Argentina De Terapia Intensiva, 30(1). <https://revista.sati.org.ar/index.php/MI/article/view/340>

