

# El Atractivo del Empleador, desde una Perspectiva Generacional en el Employer Branding

Ing. Nadia Ávila Chávez<sup>1</sup>, MA. Alicia Casique Guerrero<sup>2</sup>,  
Dr. Ramón Ramiro Sorín Vereda<sup>3</sup> y Lic. María Jesús González de la Rosa<sup>4</sup>

**Resumen**— En las organizaciones, no siempre se cuenta con el talento deseado y esto afecta definitivamente el desarrollo de la empresa, pues la fuerza laboral es uno de los principales medios para lograr los objetivos y metas.

Antes el marketing en las organizaciones era orientado hacia los consumidores o hacia los inversionistas. Actualmente el marketing se ha enfocado hacia los trabajadores actuales o potenciales de la organización. Este tipo de marketing se le conoce como employer branding, que es la marca que desarrolla el empleador con el objetivo de ser atractivo hacia sus empleados actuales o potenciales.

En el campo laboral se encuentran cuatro generaciones participando, cada una con características diferentes en cuanto a desempeño profesional y expectativas laborales. El employer branding debe tomar en cuenta estas características generacionales para encontrar la forma de ofrecer a los candidatos y trabajadores los aspectos que consideran más atractivos de un lugar de trabajo.

**Palabras clave**— employer branding, atractivo del empleador, perspectiva generacional.

## Introducción

El reclutamiento y retención de talento sigue siendo un reto para las organizaciones. No siempre se cuenta con el talento deseado y esto afecta definitivamente el desarrollo de la empresa, pues la fuerza laboral es uno de los principales medios para lograr los objetivos y metas, si no es que el principal. Las habilidades, conocimiento y experiencias de las personas son un capital demasiado valioso para perderse. Además de lo anterior, hace dos décadas el capital humano era abundante, las organizaciones podían darse el lujo de elegir entre muchos candidatos, en la actualidad, el panorama ha cambiado y se vive una crisis de mano de obra, pues el mercado demanda una gran cantidad de trabajadores que no están disponibles. Esto provoca una constante competencia entre las organizaciones.

Anteriormente, el marketing en las organizaciones era orientado hacia el cliente final, que eran los consumidores o hacia los inversionistas. A partir de la década de los 90's, y ante la inminente crisis de mano de obra, se ha vuelto más común el marketing enfocado hacia los trabajadores actuales o potenciales de la organización. Este tipo de marketing se le conoce como employer branding, que es la marca que desarrolla el empleador (organización), con el objetivo de ser atractivo hacia sus empleados actuales o potenciales. El propósito es ser y parecer un buen lugar para trabajar. Dentro del concepto del employer branding surge el "el atractivo del empleador", Berthon (2005, p. 156) lo define como "los beneficios previstos que un empleado potencial ve en trabajar para una organización específica."

Actualmente, en el campo laboral se encuentran cuatro generaciones participando, desde los Baby Boomers hasta la generación Z. Cada una de estas generaciones tienen características diferentes en cuanto a desempeño profesional y expectativas laborales. Es por esto, que el employer branding que actualmente desarrollan las organizaciones, deberá tomar en cuenta estas características generacionales, para encontrar la forma de ofrecer a los candidatos y trabajadores los aspectos que ellos consideran más atractivos de un lugar de trabajo donde desarrollarse. De no tomar en cuenta lo anterior, el reclutamiento y retención de personal, se vería muy limitado, enfocando tiempo y recursos en vano.

## Descripción del Método

### Referencias bibliográficas

Los primeros en definir el Employer branding fueron Amber y Barrow (1996). Inicialmente, el branding se refería únicamente al desarrollo de la marca hacia el cliente o consumidor final, es decir, la imagen de la organización hacia el exterior. Conforme fueron pasando los años y ante la inminente crisis de talento, las organizaciones adoptaron iniciativas orientadas al interior, dirigidas a los empleados. Estas iniciativas orientadas al mercado, tienen el propósito de crear un buen lugar para trabajar y por consiguiente ser una empresa atractiva para los candidatos y empleados.

<sup>1</sup> El Ing. Nadia Ávila Chávez es estudiante del posgrado en Gestión Administrativa del Instituto Tecnológico de México en Celaya, Guanajuato. [nadiavilachavez@gmail.com](mailto:nadiavilachavez@gmail.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> La MA. Alicia Casique Guerrero es Profesora Investigadora del posgrado en Gestión Administrativa del Instituto Tecnológico de México en Celaya. [alicia.casique@itcelaya.edu.mx](mailto:alicia.casique@itcelaya.edu.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Daniel Hernández Soto es Profesor Investigador del posgrado en Gestión Administrativa del Instituto Tecnológico de México en Celaya. [daniel.hernandez@itcelaya.edu.mx](mailto:daniel.hernandez@itcelaya.edu.mx)

<sup>4</sup> El Dr. José Porfirio González Farías es Profesor Investigador y coordinador del posgrado en Gestión Administrativa del Instituto Tecnológico de México en Celaya. [porfirio.gonzalez@itcelaya.edu.mx](mailto:porfirio.gonzalez@itcelaya.edu.mx)

Según refieren Fernández, Avello, Gávilan y Blasco en su artículo 18 años de employer branding, hacia una definición más precisa, se han desarrollado un número considerable de artículos, ponencias, congresos, tesis y libros en los últimos 21 años, enriqueciendo cada vez más, este concepto y proporcionando herramientas a las organizaciones para tomar los beneficios de implementar el employer branding.

### *Justificación*

La rotación de personal, es un tema que afecta con frecuencia a las organizaciones. Representa un área de oportunidad muy grande, ya que genera altos costos para la organización, además de quitarle continuidad a los proyectos que se desarrollan.

•Portales de trabajo populares como LinkedIn y Computrabajo, reportan que En México el costo de reemplazar una posición puede representar un:

•35% del salario anual de dicha posición

•70% de la rotación sucede entre los empleados de entre 3 y 36 meses de servicio, generando clima de inestabilidad.

•México registra los niveles más altos de América Latina, al tener un nivel de rotación del 16.75%, es el octavo país con el índice de movilidad laboral más alto.

•A nivel general, los beneficios monetarios continúan siendo la razón principal para aceptar una oferta de empleo, pero las personas también valoran la cultura organizacional, las posibilidades de maximizar su potencial y las condiciones laborales prevalecientes según el estudio de Remuneración 2021: México y Centroamérica de PageGroup.

Por otra parte, según el estudio de Randstad Award 2020:

•84% de los empleados considerarían dejar su puesto de trabajo si una empresa con excelente reputación les ofrece empleo.

•80% de los managers coinciden en que un employer brand fuerte, aumenta significativamente su capacidad para contratar a los empleados adecuados.

•96% piensa que tener valores personales en consonancia con la cultura de una empresa es fundamental para sentirse satisfecho en ella.

•52% de los candidatos buscaron primero el sitio web de la empresa y sus redes sociales para conocerla mejor.

•El obstáculo principal para los candidatos en el proceso de solicitud es no ser consciente de lo que supone trabajar en una organización.

Las dificultades para atraer y retener talento parecen estar relacionadas con el salario emocional, el prestigio y atractivo de la organización, la cultura organizacional, las pocas posibilidades de maximizar su potencial y las condiciones laborales prevalecientes entre otros factores que el employer branding incluye en el atractivo del empleador, por lo anterior, es importante que las organizaciones definan cómo desarrollarlo e integrarlo en las empresas. (Remuneración 2021: México y Centroamérica de PageGroup.)

### *Objetivos*

- Identificar cuáles son los factores que las personas con talento consideran más atractivos a la hora de elegir una empresa dónde trabajar.
- Determinar cuáles son las dimensiones en la marca del empleador de mayor atractivo para los profesionales activos.
- Observar las diferencias en las valoraciones según la perspectiva generacional.
- Determinar los aspectos que pueden mejorar la marca del empleador hacia los potenciales empleados.

### *Perspectiva generacional*

No cabe duda que las personas son el recurso clave en toda organización, en cualquier nivel el recurso humano es lo que conforma y constituye su representación, de ellas dependerá el éxito y fracaso. Por este motivo, es importante que, en el proceso de reclutamiento, gestión, selección y retención de talento humano, se tome en cuenta que el personal debe sentirse parte de la estructura, para que brinde un óptimo desempeño de sus labores. Por lo anterior, las organizaciones requieren personas comprometidas, flexibles, con capacidad para aprender y que se adapten a las características propias. Para lograr esto, es importante tomar en cuenta que actualmente la fuerza laboral está constituida por hasta cuatro grupos generacionales, cada uno de estos, con características diferentes dadas por sus fechas de nacimiento y el entorno en el que se desarrollaron (Chirinos, Nilda, 2009; Montiel, 2020).

Las cuatro generaciones que albergan actualmente las organizaciones son las siguientes: los Baby Boomers nacidos entre 1946 y 1963, la generación X, nacidos entre 1964 y 1979, los Millennials o generación Y, nacidos entre 1980 y 2000 y la generación Z que comienza a incorporarse al mercado laboral, nacidos a partir del 2000.

Nombre de la generación	Marco temporal	Circunstancia histórica	Rasgo característico	Expectativas laborales
Baby Boomers	1946 - 1964	Generación postguerra.	Ambición	Estabilidad económica. Liderazgo y trabajo en equipo.
Generación X	1965 - 1978	Hijos de madres que se incorporan a la vida laboral.	Obsesión por el éxito.	Buscan equilibrio entre la vida y el trabajo.
Millennials	1979 - 1996	Inicio de la digitalización.	Deseo de vivir el presente, emprendedores.	Flexibilidad y libertad laboral, salario ligado a objetivos, reconocimiento.
Generación Z	A partir de 1995	Expansión masiva de internet.	Creativos, autodidactas.	Seguridad laboral, más exigentes en cuanto a oportunidades laborales, la remuneración económica es muy importante.

Cuadro 1 Análisis y comparativo de grupos generacionales activos laboralmente.  
Fuente: Elaboración propia

*Dimensiones del atractivo del empleador*

En esta investigación los factores más atractivos para los profesionistas al momento de elegir una organización para desarrollarse, se agruparon en ocho categorías que llamaremos dimensiones. Cada una de estas dimensiones engloba ciertas características que se mencionan en la figura 1.



Figura 1. Dimensiones del atractivo del empleador

*Metodología y tipo de investigación*

El presente trabajo de investigación "El atractivo del empleador, desde una perspectiva generacional" tiene un enfoque cuantitativo, es transversal y descriptivo.

### Hipótesis

#### Hipótesis de investigación

Los factores más atractivos para los profesionistas al momento de elegir una organización para trabajar, serán variables desde una perspectiva generacional.

#### Hipótesis nula

Los factores más atractivos para los profesionistas al momento de elegir una organización para trabajar, no tendrán variación desde una perspectiva generacional.

### Instrumentos

El instrumento aplicado en esta investigación fue un cuestionario de 38 ítems basado en la investigación de Berthon Captivating Company: Dimensions of Attractiveness in Employer Branding, para medir el atractivo del empleador. La investigación de Berthon cuenta con 5 categorías, y en esta investigación se agregaron 3 más resultando 8 categorías distintas, las cuáles como mencionamos anteriormente son nombradas dimensiones. Los 38 ítems de respuesta cerrada se midieron a través de una escala tipo Likert de 1 a 5. La duración de la encuesta será de 15 minutos máximo. Se valoraron cuáles son las dimensiones más importantes para cada entrevistado a la hora de elegir una organización para trabajar.

El total de encuestas válidas fue de 203, las encuestas fueron aplicadas a profesionales de la región. El rango de edad fue de 21 a 65 años y se realizó por vía electrónica.

El análisis de confiabilidad de este instrumento se evaluó usando el valor alfa Cronbach, teniendo como resultado un valor de 0.956 lo que nos determina una confiabilidad aceptable.

### Estadísticos descriptivos

Los estadísticos descriptivos nos dieron como resultado los datos contenidos en el cuadro 2, donde a través de la media y la desviación estándar pudimos determinar cuáles son los factores más importantes para las cuatro generaciones consideradas en la investigación.

<b>BABY BOOMERS</b>	Mínimo	Máximo	Media	Dev est	<b>GENERACIÓN X</b>	Mínimo	Máximo	Media	Dev est
Valor de interés	3	5	4.8	0.98	Valor de interés*	2	5	4.28	0.891
Valor social	3	5	3.48	1.064	Valor social	1	5	2.45	1.449
Valor de aplicación	1	5	3.45	1.398	Valor de aplicación	1	5	3.25	1.102
Valor económico	3	5	3.77	0.98	Valor económico	3	5	4.07	0.98
Valor psicológico	1	5	3.24	1.293	Valor psicológico	1	5	3.24	1.057
Valor de facilidad	1	5	2.57	1.408	Valor de facilidad	1	5	2.98	1.106
Valor de desarrollo	2	5	3.18	1.083	Valor de desarrollo*	3	5	4.27	0.874
Valor ético	2	5	4.33	0.907	Valor ético	1	5	3.57	1.116

<b>MILLENIALS</b>	Mínimo	Máximo	Media	Dev est	<b>GENERACIÓN Z</b>	Mínimo	Máximo	Media	Dev est
Valor de interés	2	5	4.28	0.891	Valor de interés	2	5	3.8	0.98
Valor social	1	5	2.98	1.347	Valor social	1	5	2.39	1.529
Valor de aplicación	1	5	3.67	1.186	Valor de aplicación	1	5	2.45	1.389
Valor económico	3	5	4.32	0.973	Valor económico	2	5	3.57	1.191
Valor psicológico	1	5	3.19	1.492	Valor psicológico	1	5	2.95	1.293
Valor de facilidad	2	5	3.876	1.095	Valor de facilidad	2	5	3.95	0.933
Valor de desarrollo	2	5	4.019	0.995	Valor de desarrollo	3	5	4.26	0.907
Valor ético	1	5	2.39	1.529	Valor ético	1	5	2.98	1.102

Cuadro 2. Resultados de los estadísticos descriptivos

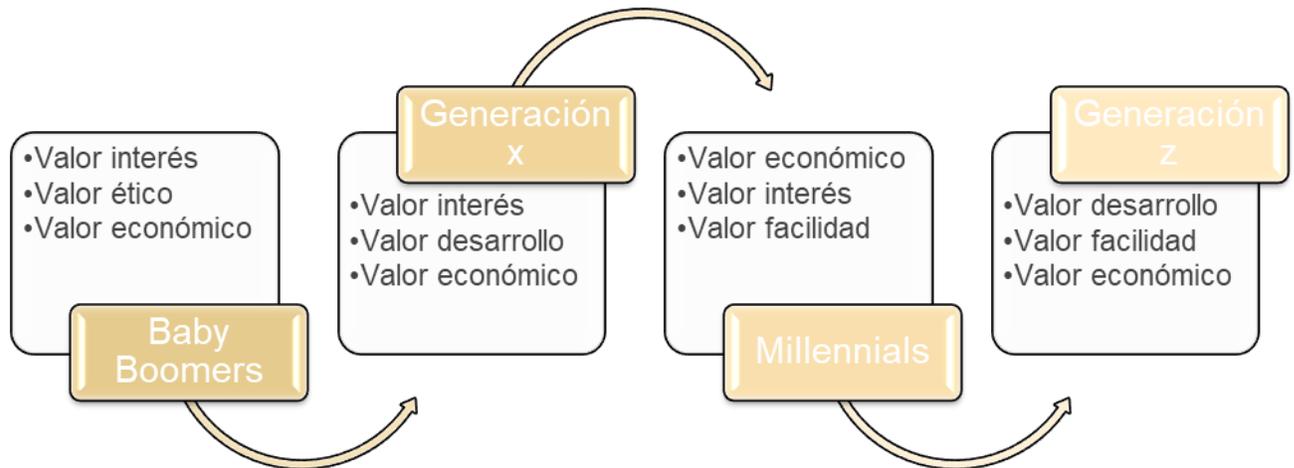


Figura 2 Factores más importantes desde una perspectiva generacional

### Comentarios Finales

Los resultados de los estadísticos nos arrojan diferencias considerables entre cada generación, prevaleciendo en cada una valores diferentes. Sin embargo, es importante mencionar que entre todas las generaciones comparten el valor económico, es decir para las cuatro es importante la estabilidad, oportunidades promoción y salario. Existe una distinción muy importante entre las primeras dos generaciones (baby boomers y generación x) y las últimas (millennials y generación z) que es el valor de facilidad. Lo anterior se refiere a que baby boomers y millennials prefieren una organización que les proporcione horarios flexibles, conciliar vida laboral y familiar, poder trabajar desde cualquier parte del mundo haciendo home office. Los baby boomers y la generación x comparten la preferencia por el valor de interés, que se refiere a poder desarrollar su creatividad, que la organización ofrezca productos innovadores y de calidad, que exista un ambiente estimulante que los haga comprometerse con la organización donde laboran.

Podemos concluir que el atractivo del empleador si debe observarse y trabajarse tomando en cuenta la perspectiva generacional, pues las cuatro generaciones que convergen actualmente en el campo laboral no unifican sus características y expectativas laborales, por lo tanto la estrategia para ser y parecer un buen lugar para trabajar no puede ser la misma para todos.

Se recomienda a las organizaciones construir su employer branding basado en la perspectiva generacional, si para un análisis más detallado se requiere aplicar el instrumento de esta investigación en cada organización, deberán hacerlo, con el propósito de obtener resultados más concisos y enfocados a las características de su personal.

### Resumen de resultados

En este trabajo investigativo se estudió el atractivo del empleador desde una perspectiva generacional. Los resultados de la investigación incluyen el análisis estadístico de las respuestas de la encuesta así como una interpretación de estos resultados en los comentarios finales.

### Conclusiones

En esta investigación la hipótesis de la investigación se comprueba que *es "los factores más atractivos para los profesionistas al momento de elegir una organización para trabajar son variables desde una perspectiva generacional"* y la hipótesis nula se descarta.

Con lo anterior, podríamos dar una explicación a los problemas actuales de rotación y retención que hay en las organizaciones sobre todo con los millennials y la generación z, probablemente en la mayoría de las organizaciones no se ha analizado las expectativas que estas dos generaciones tienen en cuanto a la cuestión laboral. A comparación de los baby boomers y la generación x, que llegan a comprometerse con un trabajo y son las personas que actualmente están por jubilarse en las organizaciones, después de haber trabajado más de 30 años en la misma, esto nos puede dar indicios del compromiso que tienen estas generaciones con el trabajo de forma tradicional. Ir a la oficina de lunes a viernes en el mismo horario no parece incomodar a las primeras generaciones, sin embargo, para las últimas generaciones que entran en el ámbito laboral esto parece no satisfacerlos, muchas de estas personas pueden incluso

Llegar a monetizar a través de los canales digitales desde su adolescencia, ¿por qué habrían entonces de encerrarse en un cubículo en horario laboral como 7 días de vacaciones al año? Será todo un reto para las organizaciones tratar de incluir en su estrategia de employer branding todas estas variaciones, pero no parece imposible, puesto que hay organizaciones que ya parecen estar innovando en este sentido.

Podemos concluir que el atractivo del empleador si debe observarse y trabajarse tomando en cuenta la perspectiva generacional, pues las cuatro generaciones que convergen actualmente en el campo laboral no unifican sus características y expectativas laborales, por lo tanto, la estrategia para ser y parecer un buen lugar para trabajar no puede ser la misma para todos.

### Referencias

- Ambler, T., & Barrow, S. (1996). The employer brand. *Journal of Brand Management*, 4(3), 185-206.
- Chirinos, Nilda (2009). Características generacionales y los valores. Su impacto en lo laboral. *Observatorio Laboral Revista Venezolana*, 2(4),133-153.
- España: Randstad. Employer brand research. (2020) Disponible en: <https://www.randstad.es/employerbranding/randstadaward/>
- Fernández, Avelló, Gavilán, & Blasco. (diciembre 2014). 18 años de Employer Branding: hacia una definición más precisa.

### Apéndice

#### Cuestionario utilizado en la investigación

Valor de interés	1	2	3	4	5						
1Trabajar en un ambiente vibrante/desafiante (1)						24La organización alienta y patrocina un nivel de educación mayor en sus empleados					
2La organización es innovadora – tiene prácticas de trabajo novedosas/pensamiento progresista (2)						<b>Valor de facilidad</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
3La organización valora y hace uso de tu creatividad (3)						25La organización ofrece horario de trabajo flexible					
4La organización ofrece productos y servicios de alta calidad (4)						26La organización ofrece la opción de trabajar desde casa					
5La organización ofrece productos y servicios innovadores (5)						27La organización ofrece programas de bienestar familiar					
<b>Valor social</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	28La organización tiene disponibles políticas de cuidado de niños					
6Tener una buena relación con tus compañeros de trabajo (1)						29La compañía promueve y alienta a un balance entre trabajo y vida personal/familiar					
7Tener una buena relación con tus superiores						<b>Valor psicológico</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
8Compañeros de trabajo solidarios y alentadores						32Sentir reconocimiento y apreciación por parte de la organización					
9Existe en la organización un ambiente de trabajo feliz						33Sentirse bien trabajando para la organización					
10Existe reconocimiento al mérito en la organización						34Sentirse más seguro de sí mismo como resultado de trabajar para la organización					
11El tamaño de la organización						<b>Valor ético</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>Valor de aplicación</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	35La organización es ética					
12La organización es humanitaria – devuelve a la sociedad (2)						36La cultura de la compañía es fuerte y clara					
13Tener la oportunidad de aplicar lo que se aprendió en el colegio/universidad						37Trabajar en una compañía con un crecimiento sustentable					
14Tener la oportunidad de enseñar a otros lo que has aprendido						38La compañía no recurre a publicidad engañosa o promesas falsas para colocar en el mercado sus servicios o productos					
15Sentir aceptación por mis compañeros y superiores y pertenencia hacia la organización						39 La compañía evita la competencia desleal con otras organizaciones o empresas					
16La organización es orientada al cliente						39La compañía fomenta un ambiente de trabajo motivador, donde se desarrolla un trabajo basado en el respeto					
<b>Valor económico</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	38Trabajar en una compañía que respete y promueva el respeto a la diversidad y la equidad					
17Tener buenas oportunidades de promoción dentro de la organización (3)											
18Tener un salario básico por encima del promedio											
19Tener un atractivo paquete de compensación global (prestaciones)											
20La organización ofrece seguridad laboral											
<b>Valor de desarrollo</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>						
21Adquirir experiencia que permitirá mejorar su carrera profesional (4)											
22La organización ofrece programas internacionales de entrenamiento											
23La organización te ofrece una trayectoria profesional clara											

# Impacto de un Plan de Seguridad en una Pequeña Empresa Ferretera Ubicada en Irapuato

Antonia Saraí Ayala Chávez<sup>1</sup> Karla Pamela Jaramillo Galván<sup>2</sup>  
Daniela Fernanda Sierra Díaz<sup>3</sup>, Elisa Daniela Tovar Juárez<sup>4</sup> y Dr. Juan Carlos Soto Patiño<sup>5</sup>

**Resumen**—El presente trabajo se analiza la recurrencia de accidentes e incidentes en las actividades laborales de una microempresa ferretera ubicada en Irapuato, Gto, cuyo objetivo fue determinar el impacto en los incidentes y accidentes durante la implementación de un plan de seguridad en una pequeña empresa de giro ferretero. El estudio se declara cuantitativo, prospectivo, descriptivo con diseño cuasi experimental de tipo pre-post test. Para la prevención de riesgos se usa como estrategia en la mejorar procesos e implementar cambios el ciclo PVHA. El análisis de datos se apoyó en estadística descriptiva y el comparativo mediante prueba t de student. Se concluye que los incidentes y los accidentes a partir de la implementación del plan de seguridad en la empresa ferretera no manifiestan cambios durante el periodo de aplicación inicial del mismo.

**Palabras Clave**—seguridad, accidentes, incidentes, ciclo PVHA.

## Introducción

La Seguridad y Salud en el Trabajo - SST es la disciplina que trata de la prevención de las lesiones y enfermedades causadas por las condiciones de trabajo y de la protección y promoción de la salud de los trabajadores. Tiene por objeto generar y promover el trabajo sano y seguro, así como buenos ambientes y organizaciones de trabajo; realzar el bienestar físico, mental y social de los trabajadores y respaldar el perfeccionamiento y el mantenimiento de su capacidad de trabajo (ISOTools Excellence, 2016).

En las micro y pequeñas empresas, la seguridad y la salud en el trabajo (SST) suele gestionarse de manera deficiente, y los trabajadores corren mayor riesgo de sufrir accidentes en el lugar de trabajo y enfermedades profesionales (EU-OSHA, 2021).

Las empresas MIPYMES y especialmente las del sector de la construcción y sus proveedores, se encuentran en un estado de ausencia preventiva, lo que trae consigo un impacto negativo en la gestión de la seguridad y salud en el trabajo, que a su vez se conecta de manera directa con la accidentalidad (López Tirado & Blanco Velosa, 2021).

De acuerdo con las estadísticas de riesgos de trabajo registrados en el IMSS del 2008 al 2018, en promedio ocurren 527,802 riesgos de trabajo por año, distribuidos en accidentes de trabajo (77%), accidentes en trayecto (22%) y enfermedades de trabajo (1%). Si se desglosa esta información, se podría decir que en promedio ocurren 1,446 riesgos de trabajo por día en todo el territorio nacional, presentándose adicionalmente 1,364 defunciones por año durante el mismo periodo (Sánchez, 2019).

Lo antes expuesto, se deriva de diversos factores entre los que se encuentra las bajas condiciones presentes en los sistemas de seguridad de los espacios laborales, mismas que de no aplicar normas y procedimientos de seguridad se podría presentar accidentes que repercutan en el buen rendimiento de los colaboradores entre los cuales se puede mencionar: fatiga, incapacidades permanentes o parciales de los trabajadores que vendrían dando un bajo rendimiento de los mismos y un aumento de accidentes laborales que además podrían ocasionar demandas a la empresa (Glizer, 1993).

De igual manera, se han desarrollado diversas intervenciones para mejorar las condiciones de seguridad en empresas proveedoras de materiales de la construcción y ferreteras, en las que se establecen diagnósticos y planes de mejora que han repercutido en mejores condiciones para los trabajadores (Alarcón, 2019; Carbajal & Ransés, 2020; Lotero & González, 2020; Pérez, 2020)

Ante este escenario, se presenta como caso de estudio una microempresa familiar dedicada a la comercialización de productos ferreteros o de construcción con cinco años de presencia en el mercado, que manifiesta áreas de

<sup>1</sup> Antonia Saraí Ayala Chávez IGEP es ingeniería en gestión empresarial de pregrado del TECNM/Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Guanajuato. [LIS18110589@irapuato.tecnm.mx](mailto:LIS18110589@irapuato.tecnm.mx)

<sup>2</sup> Karla Pamela Jaramillo Galván IGEP es ingeniería en gestión empresarial de pregrado del TECNM/Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Guanajuato. [LIS18110278@irapuato.tecnm.mx](mailto:LIS18110278@irapuato.tecnm.mx).

<sup>3</sup> Daniela Fernanda Sierra Díaz IGEP es ingeniería en gestión empresarial de pregrado del Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Guanajuato. [LIS18111586@irapuato.tecnm.mx](mailto:LIS18111586@irapuato.tecnm.mx) (autor corresponsal)

<sup>4</sup> Elisa Daniela Tovar Juárez IGEP es ingeniería en gestión empresarial de pregrado del TECNM/Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Guanajuato. [LIS18110160@irapuato.tecnm.mx](mailto:LIS18110160@irapuato.tecnm.mx)

<sup>5</sup> El Dr. Juan Carlos Soto Patiño es Profesor Titular B del TECNM/ Instituto Tecnológico Superior de Irapuato, Irapuato, Guanajuato, México [juan.sp@irapuato.tecnm.edu.mx](mailto:juan.sp@irapuato.tecnm.edu.mx)

oportunidad importantes relacionado con la seguridad y salud en el trabajo, lo que implica que la población trabajadora esté expuesta a riesgos que podrían provocar accidentes e incidentes provenientes de los procesos, los lugares de trabajo y de las acciones laborales de los mismos empleados.

De lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo determinar el impacto en los incidentes y accidentes durante la implementación de un plan de seguridad en una pequeña empresa familiar de giro ferretero en la ciudad de Irapuato, México, el cuál responderá a la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál es el impacto en los incidentes y accidentes derivado de la implementación de un plan de seguridad en una pequeña empresa familiar de giro ferretero en la ciudad de Irapuato, México?

### **Descripción del Método**

#### *Definición de sujetos y muestra*

Es una pequeña empresa familiar de giro ferretero en la ciudad de Irapuato, México. Se aborda mediante una muestra no probabilística.

#### *Método de selección*

Por conveniencia

#### *Tipo de investigación*

Cuantitativa, cuasiexperimental pre – post test, prospectiva, descriptiva.

#### *Instrumento*

Para poder medir la cantidad de accidentes e incidentes en el negocio ferretero, se utilizó una adaptación del modelo de los registros OSHA 300 de la Administración de la Seguridad y Salud Ocupacional (Occupational Safety & Health Administration –OSHA, por su nombre y siglas en inglés), Código 29 de los Reglamentos Federales (29 Code of Federal Regulations -CFR, por su nombre y siglas en inglés), Sección 1904, según la enmienda de octubre de 2001 y enero de 2015.

Con datos proporcionados por los empleados del negocio de la siguiente manera de izquierda a derecha para su registro:

- Fecha
- Nombre del trabajador en turno
- Tarea desarrollada
- Incidente de trabajo
- Accidente de trabajo
- Descripción de accidente o incidente - (dónde, qué, y cómo ocurrió)

#### *Procedimiento*

1. Se solicita el permiso para realizar el estudio en el establecimiento, presentándose a la gerencia las finalidades y metodología; así como, las directrices legales y éticas aplicables, para finalizar con la firma de un acuerdo de colaboración y confidencialidad.

2. Se realiza la recolección de datos, mismos que inician por la revisión de los accidentes e incidentes, mismos que se recuperaron mediante la aplicación vía online por Microsoft Forms de un formulario a ser contestado por los trabajadores de la empresa.

3. Se implementa el registro del Planificar-Hacer-Verificar-Actuar (PHVA), mismo que para el componente de planear que abarcan los recursos de la gestión integral del SG-SST; el componente hacer se encuentran los estándares de gestión de la salud, la gestión de los peligros y riesgos, y la gestión de amenazas; el componente verificar esta la gestión y resultados del SG-SST y para finalizar el componente actuar está el mejoramiento ante las desviaciones observadas estableciendo acciones correctivas y preventivas para definir las posibilidades de mejora.

Lo expuesto, servirá de soporte para las acciones a desarrollar en el plan de seguridad con actividades de intervención en los trabajadores, en labores de sensibilización, divulgación y educación en seguridad, para el que

se empleó un sistema de gestión que relaciona la formulación y planificación estratégica con la ejecución operacional que se compone de seis etapas las cuales son:

- Desarrollo de la estrategia
  - Planificación de la estrategia
  - Alineación de la organización con la Estrategia
  - Planificación y mejora de las operaciones
  - Control y Aprendizaje
  - Prueba y adaptación de la estrategia
4. La implementación de la estrategia se llevará a cabo en cuatro sesiones con una duración de 30 minutos, la estructura de la sesión es la siguiente:
- Asamblea inicial
  - Actividad motriz
  - Asamblea final
5. Se realiza a continuación la revisión de los incidentes y accidentes posteriores a la intervención, para ser descritos mediante estadística y comparar los datos con apoyo de la prueba t de *student*, mediante el software SPSS v. 28.0.1.1.

### Comentarios finales

#### Resumen de resultados

Para la hipótesis se disminuyen los incidentes y los accidentes a partir de la implementación del plan de seguridad en la en una pequeña empresa familiar de giro ferretero en la ciudad de Irapuato, México, se obtuvieron los resultados que se mencionan a continuación.

Para la intervención se llevó a cabo el registro de incidentes y accidentes en las actividades laborales dentro del negocio ferretero “Ferre Alex” con aplicación de pre-test y post-test en el periodo de finales de enero a principios de mayo del año 2022 mostrados en el Cuadro 1.

Mediante el software SPSS 26 se calculó la media, desviación estándar de los accidentes e incidentes registrados por día, dando a destacar que no todos los días eran laborables (6 días por semana) y que no siempre se presentaban estos infortunios.

	APLICACIÓN	N	MEDIA	DESV.
<b>INCIDENTES</b>	Pre-test	54	.4074	.65929
	Post-test	30	.4333	.56832
<b>ACCIDENTES</b>	Pre-test	54	.5000	.60657
	Post-test	30	.4333	.72793

Cuadro 1. Pre-test y Post-test Accidentes e incidentes

En el Cuadro 2 se observan los resultados respecto a la comparación de los accidentes e incidentes entre el pre y posttest, mismo que se apoyó con la aplicación de la Prueba de Levene para visualizar si las varianzas eran iguales y la Prueba T de *student* de muestras independientes para comprobar la diferencia.

VARIABLES	PRETEST		POSTEST		t	p
	ME	DE	ME	DE		
<b>INCIDENTES</b>	0.4	0.69	0.43	0.56	-0.18	0.85
<b>ACCIDENTES</b>	0.5	0.6	0.43	0.72	0.44	0.65

Cuadro 2. Comparativo de incidentes y accidentes durante la implementación de un plan de seguridad.

Por lo que al observar el Cuadro 2, se puede identificar que los incidentes y accidentes no tuvieron diferencia estadísticamente significativa en su ocurrencia ya que arrojan una probabilidad mayor a 0.05.

Atendiendo a que no se identificó una diferencia estadísticamente significativa en los incidentes y accidentes se establece que la hipótesis se disminuye los incidentes y los accidentes a partir de la implementación del plan de seguridad en una pequeña empresa familiar de giro ferretero en la ciudad de Irapuato, México se declara FALSA.

### Conclusiones

A continuación, se presentan las principales conclusiones de este trabajo:

- Se lograron alcanzar los objetivos relativos a la implementación del plan de seguridad y los de generación de conocimiento establecidos de la presente investigación.
- Se identifica que el promedio de accidentes e incidentes es menor a uno por día, tanto en el pretest como en el postest.
- Se acepta la hipótesis nula  $H_0$  ya que, la prueba no presentó un valor  $P < 0.05$  y las medias de accidentes antes de implementar el plan de seguridad no fueron mayores a las medias posterior a la aplicación del plan de seguridad.
- Se recomienda ampliar el análisis de la información a unidades de medida como semanas o mes y ampliar el tiempo de la intervención y verificar los cambios en las unidades de estudio.

### Recomendaciones

A pesar de la casi nula disminución en los accidentes e incidentes de la Ferretería “Ferre Alex” debido al tiempo empleado, se recomienda que las empresas, en especial las microempresas que son las más propensas a no contar con un plan que salvaguarde la seguridad de tanto el negocio como los empleados. El incremento de incidentes o enfermedades laborales son comunes, sobre todo en empresas como la que se revisa en este estudio (Gallo, 2020) debido a la mala información sobre los factores de riesgo que se pueden encontrar en cualquier empresa.

Teniendo ya éstas mejoras al implementar un plan de seguridad, se podrá brindar un servicio de calidad y atención al cliente idóneo, así mismo al haber implementado el plan de seguridad se busca que los trabajadores se sientan satisfechos con el buen manejo de su seguridad, que ellos mismos se den cuenta que la empresa por pequeña que sea se preocupa por su seguridad y ambiente laboral.

### Referencias

- Alarcón, A. C. (2019). Programa de control de riesgos laborales para ferretería San Antonio. Viña del Mar: Universidad Técnica Federico Santa María.
- Carbajal, D., & Ransés, A. (2020). Análisis de la gestión de seguridad y salud en el trabajo en las ferreterías de la ciudad de Trujillo. Trujillo: Universidad César Vallejo.
- EU-OSHA. “Seguridad y salud en el trabajo en micro y pequeñas empresas”, 2021. Dirección de internet: <https://osha.europa.eu/es/themes/safety-and-health-micro-and-small-enterprises>.
- Gallo, K. “Accidentes laborales producen más de 2 millones de muertes al año”, 15 de Enero de 2020. Dirección de internet: <https://noticias.utpl.edu.ec/accidentes-laborales-producen-mas-de-2-millones-de-muertes-al-ano>
- Glizer, I. M. “Prevención de accidentes y lesiones: Conceptos, métodos y orientaciones para países en desarrollo”. Tandil, Argentina: Organización Panamericana de la Salud, 1993.
- ISOTools Excellence. 2016. Dirección de internet: <https://www.isotools.org/2016/09/06/consiste-sistema-gestion-la-seguridad-salud-trabajo-sg-sst/>
- López Tirado, Y. P., & Blanco Velosa, R. “Propuesta de diseño para el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo para la empresa Ferretería Norue S.A.S.” Colombia: Universidad ECCI, 2021.
- Lotero, A., & González, V. (2020). Diseño del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo para Torni & Max Ferreteria en la ciudad de Pereira. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.
- Pérez, A. (2020). Diseño de un plan de seguridad y seguridad industrial en la Empresa Subservind S.A. en el área de bodegas. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial.: Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Prevenir Perú. (2 de Noviembre de 2020). Obtenido de <http://prevencionar.com.pe/2020/11/02/que-es-un-incidente-y-un-accidente/>
- Sánchez, I. 2020. “Repositorio”. Dirección de internet: <https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/7763>

# Comunidad Híbrida con Aprendizaje 4.0 para Promover el Intercambio de Conocimientos con Alumnos y Profesores del CECyT No. 3 para Mejorar el Desempeño Escolar

M. en C. Esteban Ayala Peña<sup>1</sup>, M. en G.E. Xóchitl Minerva García Cruz<sup>2</sup>, y  
M. en G.E. José Erwin Rodríguez Pacheco<sup>3</sup>

**Resumen**— La pandemia de coronavirus, (COVID-19) ocasionada por el virus SARS-CoV-2, es una pandemia a nivel mundial reconocida el 11 de marzo del 2021 por la Organización Mundial de la Salud.

Esta pandemia ha generado consecuencias a nivel social, productivo, económico y educativo, lo que ocasionó el cierre de escuelas en muchos países, sin embargo, Delfina Gómez Álvarez, secretaria de Educación Pública señaló que el regreso a clases es un tema que corresponde a todos, por lo que instó a sumar esfuerzos para un retorno seguro en el sector educativo.

Atendiendo a este exhorto, el Instituto Politécnico Nacional, dirigido por nuestro Director General, el Dr. Arturo Reyes Sandoval, en septiembre del 2021, se comenzaron actividades híbridas en diversas Unidades Académicas del Instituto, entre las que se suma nuestro Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 3 “Estanislao Ramírez Ruíz”, como la primera escuela a nivel medio superior en retomar actividades híbridas, por lo cual, la instrucción ha sido realizar una estrategia bajo estrictas medidas de protección y prevención sanitaria para hacer de nuestra Unidad académica un espacio seguro para un regreso a clases presencial.

Con estas razones nos orientamos a formar un grupo multidisciplinario de docentes y alumnos que puedan asesorar de manera híbrida a los estudiantes que requieran ayuda en contenidos o en prácticas de las diferentes unidades de aprendizaje proponiendo un Portal Web con los contenidos, ejercicios y recursos de apoyo para las unidades de aprendizaje y atender las áreas de oportunidad, propiciando el desarrollo del talento 4.0.

**Palabras clave**—Comunidades de aprendizaje híbrido, portal web, asesoría virtual, herramienta.

## Introducción

En pleno siglo XXI, es fácil observar la influencia que las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (en adelante TIC) han adquirido en infinidad de aspectos de la sociedad actual. La denominada Sociedad de la Información y del Conocimiento ha alcanzado una madurez que ha derivado en un ambiente de globalidad y fácil acceso a la información y los recursos distantes.

Es a mediados de los años 1996 cuando empezaron a aparecer escuelas donde era posible acceder a una enseñanza virtual. Muchas de las escuelas virtuales actuales provienen de escuelas a distancia. Las primeras escuelas virtuales se desarrollaron en Australia, Nueva Zelanda, América del Norte y el Reino Unido, generalmente en áreas donde la baja densidad de población hacía difícil la escolarización por medios tradicionales.

El desarrollo de la informática consolida la utilización de ordenadores con fines educativos, dando lugar a la creación de diferentes escuelas virtuales alrededor de todo el mundo. La pregunta de si la enseñanza virtual es tan efectiva como la enseñanza presencial para el logro de resultados de aprendizaje, continuará siendo objeto de debates e investigaciones durante mucho tiempo. En un reporte sobre el tema Phipps y Merisotis (1999) señalan que los estudios realizados pueden agruparse en tres categorías: los que contrastan resultados alcanzados por los estudiantes, los que comparan las actitudes de los estudiantes frente al aprendizaje a través de estos medios, y los que evalúan el nivel de satisfacción de los alumnos con la enseñanza virtual. Por ejemplo, en una investigación realizada por Shutte (1996), los estudiantes de un curso sobre estadística social se asignaron aleatoriamente a una clase virtual y a una clase presencial. Los contenidos de las clases y de los exámenes fueron comparables para ambos grupos. Se encontró que los estudiantes de la clase virtual obtuvieron mejores resultados en las pruebas. El investigador concluye que las diferencias en el desempeño pueden atribuirse a una mejor capacidad de los estudiantes para colaborar entre ellos cuando trabajan en línea. En efecto, se observó que los estudiantes con un mejor desempeño en ambos grupos también evidenciaron una mayor interacción con sus compañeros. Shutte (1996), señala que este factor colaboración es una variable clave que debe controlarse cuidadosamente en futuros estudios.

<sup>1</sup> M. en C. Esteban Ayala Peña, docente investigador del CECyT No. 3 “Estanislao Ramírez Ruíz” del IPN, en Ecatepec de Morelos, Estado de México. [ayala@ipn.mx](mailto:ayala@ipn.mx).

<sup>2</sup> M. en G. E. Xóchitl Minerva García Cruz, docente investigadora del CECyT No. 3 “Estanislao Ramírez Ruíz” del IPN, en Ecatepec de Morelos, Estado de México. [xochitlcompu@hotmail.com](mailto:xochitlcompu@hotmail.com).

<sup>3</sup> M. en G. E. José Erwin Rodríguez Pacheco, docente investigador del CECyT No. 3 “Estanislao Ramírez Ruíz” del IPN, en Ecatepec de Morelos, Estado de México. [jrodriguezp@ipn.mx](mailto:jrodriguezp@ipn.mx).

Un aula virtual funciona principalmente como: Complemento de las clases presenciales. Con este tipo de herramientas digitales podrás poner al alcance de los alumnos el material educativo o bien, enriquecerlo con contenido útil que encuentres en internet.

Se consideran diversos beneficios al implementar una comunidad virtual de aprendizaje 4.0 para promover el intercambio de conocimientos con alumnos y profesores del CECyT No. 3 y mejorar el desempeño escolar con la el diseño, creación y uso de un entorno digital por internet ofreciendo un espacio adecuado para el intercambio de conocimiento y aprendizaje a distancia.

Además, dadas las circunstancias en las que nos encontramos, la creación de una Comunidad Virtual de Aprendizaje puede contribuir a que los estudiantes se sientan menos aislados y más apoyados, con la seguridad de poder expresar sus dudas y de que estas serán resueltas. Es importante que tanto el profesor como los estudiantes estén implicados en la creación de la comunidad de aprendizaje para uso híbrido.

El profesor debe actuar de facilitador, estableciendo pautas de comunicación y participación efectivas, promoviendo temas de discusión y resolviendo las dudas que puedan surgir. Asimismo, puede asignar tareas que requieran de la colaboración entre los participantes (tanto en el grupo general como en pequeños grupos para luego poner en común las conclusiones), establecer revisiones entre pares o procedimientos de tutorización entre compañeros, de modo que se ayuden unos a otros en la comprensión de los materiales trabajados.

La situación después de estar confinados por un par de años ha incidido en el desempeño académico de los alumnos ya que cambio la forma en que los jóvenes se educan y nosotros impartimos nuestra cátedra, es por lo anterior que realizamos la presente investigación y propuesta de asesoría híbrida.

### Descripción del Método

El método aplicado es de muestreo probabilístico estratificado. Para este trabajo de investigación se considera el 100% de la población inscrita en tercer y quinto semestre. Se desea conocer la disposición de los estudiantes al estudiar en línea, Apoyar el asesoramiento en sesiones virtuales, el tiempo invertido para estudiar, temas que requieren apoyo, facilidad al utilizar la plataforma, y retroalimentación de la propia plataforma.

La población de alumnos considerados de tercero y quinto semestre es de alrededor de 1750 alumnos, para esta investigación se desea obtener un nivel de confianza del 99%, con un margen de error del 2%, por lo tanto, el tamaño de la muestra será de aproximadamente 1700 alumnos y 50 docentes.

### Comentarios finales

#### Resumen de resultados

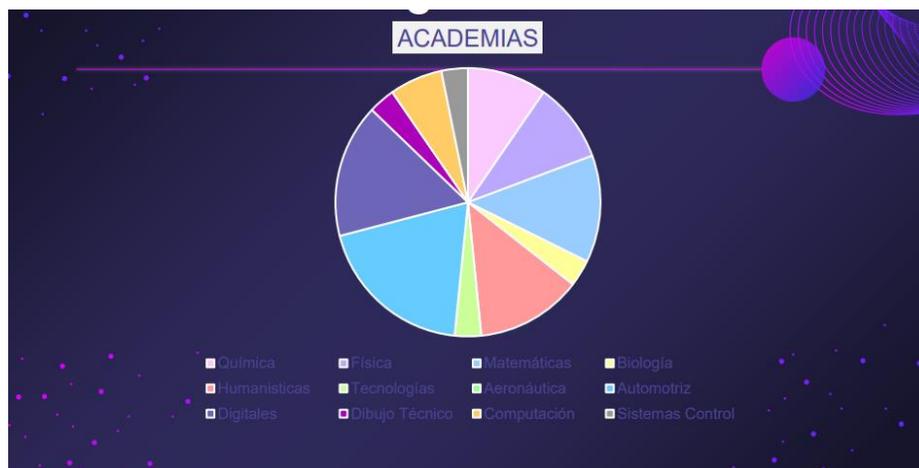


Figura No. 1” Unidades de aprendizaje donde se requiere mayor asesoría”

De los 1700 alumnos encuestados se puede observar que las principales unidades de aprendizaje donde los alumnos requieren apoyo son las de tronco común: química, física, matemáticas y algunas del área tecnológica.



Figura 2.

Como se puede apreciar en la figura 2 son pocos los docentes que ofrecen asesoría, lo cual refleja un área de oportunidad para involucrar el asesoramiento con alumnos que dominen temas y prácticas de las diferentes unidades de aprendizaje.



Figura 3. Profesores dispuestos a dar asesorías

En esta gráfica observamos que son también pocos los docentes que están interesados en brindar asesoría, se pueden apreciar que uno de cada cinco docentes están dispuestos a participar en esta comunidad híbrida de asesoramiento.

¿Qué tan bueno te consideras explicando un tema a otra persona?

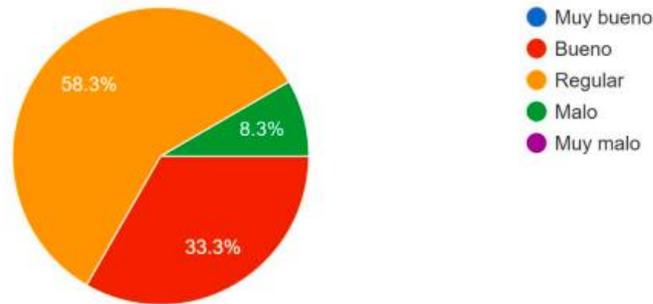


Figura 4. "Capacidad de los alumnos para explicar"

En esta grafica se aprecia que solo una tercera parte de los alumnos se consideran buenos para explicar algún tema o asignatura que dominan.

¿Te gustaría formar parte de un grupo virtual en el cual tu darías asesorías?

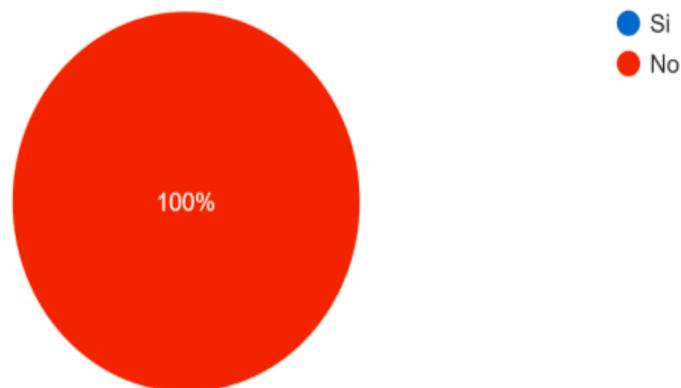


Figura 5. "Grupo virtual de asesoría"

Los resultados en esta pregunta fueron inesperados porque regularmente se considera que los alumnos que tienen dominio y habilidad en ciertas áreas de conocimientos quieren apoyar a sus compañeros.

*Conclusiones.*

Al finalizar este informe podemos concluir que los objetivos planteados en un inicio se fueron cumpliendo como la creación de una investigación donde recopiláramos información significativa y con más detalle, la realización de las encuestas orientadas tanto a profesores como a alumnos permiten iniciar el programa para la generación de dos grupos de asesorías uno de maestros y otro de alumnos, aunque se esperaba obtener más ayuda para la realización de los grupos anteriormente mencionados aun así se logró la meta mínima que teníamos de los alumnos y profesores para dar las asesorías de manera híbrida con el apoyo de medios digitales y electrónicos.

*Recomendaciones.*

Con esta información obtenida se puede diseñar la estructura de la comunidad híbrida de aprendizaje 4.0 incorporando el uso de medios electrónicos y digitales ofreciendo mayor flexibilidad a nuestra institución para que

el alumnado se regularice en su situación académica y mejore su desempeño escolar con mayor responsabilidad y acompañamiento por parte de los docentes y compañeros alumnos.

### **AGRADECIMIENTOS.**

Nuestro agradecimiento al Instituto Politécnico Nacional por brindarnos la oportunidad de asistir al Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Celaya 2022; así mismo agradecemos a las autoridades del CECyT No.3, por el apoyo otorgado en la realización de esta ponencia.

### *Referencias bibliográficas*

CC&amp; P. (2004, enero 6). Comunidades Virtuales de Aprendizaje. Centrocp.com. <http://www.centrocp.com/comunidades-virtuales-de-aprendizaje/>

Ibáñez, F. (2020, noviembre 20). *Educación en línea, Virtual, a Distancia y Remota de Emergencia, ¿cuáles son sus características y diferencias?* Observatorio - Instituto para el Futuro de la Educación. <https://observatorio.tec.mx/edu-news/diferencias-educacion-online-virtual-a-distancia-remota> (S/f).

Ipn.mx. Recuperado el 8 de noviembre de 2022, de [https://cecyt3.ipn.mx/avisos/pirap/PIRAP%20CECyT%20No.%203%20ERR\\_PRESENCIAL.pdf](https://cecyt3.ipn.mx/avisos/pirap/PIRAP%20CECyT%20No.%203%20ERR_PRESENCIAL.pdf)

# Nutrición Mineral de Nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) en Condiciones Protegidas

Ing. Geovanny Ayora Ricalde<sup>1</sup>, Dr. Oscar Antonio Palma Gamboa<sup>2</sup>,  
Dr. Eduardo Villanueva Couoh<sup>3</sup>, José Manuel Cumi Chan<sup>4</sup> y Dr. Luis Leonardo Pinzón López<sup>5</sup>

**Resumen**— Una de las principales causas de la escasa producción de Nochebuena en Yucatán es el desconocimiento en el manejo del cultivo (condiciones climáticas, temperatura, luz, aspectos de nutrición mineral, plagas y enfermedades). En este trabajo se presenta una evaluación del efecto de seis soluciones nutritivas en la producción de Nochebuena. Los seis tratamientos evaluados fueron: la solución nutritiva de Steiner (1984) a diferentes porcentajes de concentración de nutrimentos (50%, 75%, 100%, 125%), la solución nutritiva utilizada por la empresa Tecnoflor S de R.L (Tecnoflor), la solución nutritiva utilizada por la empresa Flores Finas de Teya S.A, y un testigo con solo agua. El área foliar y la biomasa de las plantas que crecieron en las soluciones nutritivas fueron iguales estadísticamente, sin embargo, superaron al testigo.

**Palabras clave**— Solución nutritiva, Nochebuena, Condiciones protegidas, Yucatán.

## Introducción

La floricultura tiene como finalidad la explotación económica de aquellas plantas que por su belleza sirven para decorar los espacios creados por el ser humano. México es origen de una amplia diversidad de plantas de ornato y es considerado uno de los países con mayor biodiversidad del planeta (García Pérez, 2019). Dentro de esta biodiversidad se encuentra la flor conocida como Nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd ex. Klotzsch) que es una de las plantas de interior más vendidas en México y en otros países durante un periodo de tiempo relativamente corto, generalmente los meses de noviembre y diciembre (época navideña) (Colinas y Mejía, 2006). La tradición de adornar los espacios con esta flor ha incrementado su importancia a nivel industrial, aumentado la calidad promedio de las plantas que salen al mercado. Las principales entidades productoras de Nochebuena son Morelos, Guerrero, Puebla, Colima, Jalisco, Michoacán, Guanajuato y Distrito Federal (García Pérez et al., 2019). En Yucatán también se ha incrementado el consumo de esta flor, pues la demanda asciende a alrededor de cincuenta y cinco mil plantas anuales (Rodríguez, 2020).

Esta flor se introduce a Yucatán desde otros estados de la República Mexicana, debido al desconocimiento en el manejo del cultivo (nutrición de la planta) y a la creencia de que las condiciones climáticas de la región (temperatura, humedad, luz, etc) no permiten el desarrollo adecuado de esta planta, sin embargo, desde el año 2004 se iniciaron algunas pruebas para la producción de esta especie obteniéndose buenos resultados (Villanueva et al., 2008).

La Nochebuena tolera hasta 40°C en estado vegetativo y 35°C en floración, con una sombra del 60% a 70%, (Carmichael, 1991) lo que sugiere que puede cultivarse en las condiciones climáticas del Estado de Yucatán, ofreciendo una oportunidad a los productores de plantas de ornato locales de cubrir la demanda y obtener mayores ingresos.

En este estudio se hace la evaluación de seis soluciones nutritivas aplicadas a la Nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd ex. Klotzsch) bajo las condiciones que ofrece la región de Conkal, Yucatán. Se evaluaron el contenido de Nitrógeno, Fósforo y Potasio (Alarcón, 2004; Ecke et al 2004; Mills y Benton, 1996; Zamudio et al, 2006) al final del cultivo.

## Descripción del Método

El experimento se estableció en un invernadero de 500 m<sup>2</sup> tipo túnel con cubierta de plástico lechoso y malla con 70% sombra, las paredes se cubrieron con malla anti-áfidos. Se utilizó la variedad supjibi proveniente del Rancho Paul Ecke en Xochimilco, Ciudad de México. Las plantas utilizadas tenían 44 días de establecidas con el primer pinchado, en macetas de siete pulgadas conteniendo un sustrato con hojas de encino (70 %) y tepojal (30 %).

<sup>1</sup> Geovanny Ayora Ricalde es Profesor de la Ingeniería en Agronomía del TECNM Campus Conkal, Yucatán.  
[geovanny.ar@conkal.tecnm.mx](mailto:geovanny.ar@conkal.tecnm.mx)

<sup>2</sup> El Dr. Oscar Antonio Palma Gamboa es Profesor de la Ingeniería en Agronomía del TECNM Campus Conkal, Yucatán.  
[oscar.pg@conkal.tecnm.mx](mailto:oscar.pg@conkal.tecnm.mx) (autor correspondiente)

<sup>3</sup> El Dr. Eduardo Villanueva Couoh es Profesor de la Ingeniería en Agronomía del TECNM Campus Conkal, Yucatán.  
[eduardo.cv@conkal.tecnm.mx](mailto:eduardo.cv@conkal.tecnm.mx)

<sup>4</sup> José Manuel Cumi Chan es estudiante egresado de la Ingeniería en Agronomía del TECNM Campus Conkal, Yucatán.

<sup>5</sup> El Dr. Luis Leonardo Pinzón López es Profesor de la Ingeniería en Agronomía del TECNM Campus Conkal, Yucatán.  
[luis.pl@conkal.tecnm.mx](mailto:luis.pl@conkal.tecnm.mx)

Se realizó una poda de saneamiento dejando solo las hojas con los brotes nuevos. Un segundo pinchado fue realizado a los 54 días después del primero con el objetivo de romper la dominancia apical y emitir mayor cantidad de brotes, cada hoja que se dejó emitió un brote, al final cada brote formó una flor.

Se realizaron dos aplicaciones de Daminozide, se utilizó el producto comercial B-NineR la dosis empleada fue 2g·litro<sup>-1</sup> de agua (a los 30 y 36 días después del segundo pinchado) aplicado al sistema radicular con una bomba de mochila de 20 litros, con el objetivo de regular la altura de la planta y para obtener plantas uniformes.

Para la inducción de la floración y el pintado de las plantas se aplicó un fotoperiodo con una duración de 14 horas de oscuridad (de las seis de la tarde a las ocho de la mañana) hasta obtener brácteas completamente pigmentadas (ocho semanas), para ello se colocó un plástico negro tanto en el techo (dentro del invernadero) como en las paredes, de tal manera que al tapar quedó completamente oscuro.

Se evaluaron seis soluciones nutritivas: Steiner (1984) con cuatro diferentes porcentajes, una solución utilizada por la empresa Tecnoflor, una utilizada por la empresa Flores Finas de Teya y un testigo con solo agua, ver cuadros 1a y 1b.

Tratamiento	meq·L <sup>-1</sup>					
	NO <sup>-3</sup>	H <sub>2</sub> PO <sup>-4</sup>	SO <sup>-4</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>++</sup>	Mg <sup>++</sup>
Testigo	0.9	0.05	0.6	0.4	0.6	0.1
Teya	3.06	1.95	**	4.87	0	8.30
Tecnoflor	5.16	1.57	***	5.64	0	1.66
Steiner 50%*	6	0.5	3.5	3.5	4.5	2.0
Steiner 75%*	9	0.75	5.26	5.25	7.6	3.0
Steiner 100%*	12	1.0	7.0	7.0	9.4	4.0
Steiner 125%*	15	1.25	8.76	8.75	11.2	5.0

\* Porcentaje de la solución de Steiner (1984); \*\*Teya mezcla de sulfatos; \*\*\*mezcla de sulfatos. Zn: 15 g, Mg: 50 g, Cu: 5 g, Mn: 5 g; \*\*\*\*se realizaron aplicaciones foliares de Fe

Cuadro 1a. Concentración de las soluciones nutritivas evaluadas en Nochebuena.

Tratamiento	meq·L <sup>-1</sup>					
	Mn <sup>++</sup>	Cu <sup>++</sup>	Zn <sup>++</sup>	B <sup>+++</sup>	Fe <sup>++</sup>	Mo <sup>++</sup>
Testigo	0.0002	0.0002	0.0002	0.015	0.0004	0.0002
Teya	0.039	0.08	0.025	-----	-----	-----
Tecnoflor	-----	-----	-----	-----	-----	-----
Steiner 50%*	0.011	0.00024	0.0016	0.061	0.023	0.00125
Steiner 75%*	0.017	0.00048	0.0026	0.093	0.035	0.00075
Steiner 100%*	0.023	0.00062	0.0034	0.122	0.047	0.001
Steiner 125%*	0.028	0.00078	0.0042	0.153	0.059	0.00125

\* Porcentaje de la solución de Steiner (1984); \*\*Teya mezcla de sulfatos; \*\*\*mezcla de sulfatos. Zn: 15 g, Mg: 50 g, Cu: 5 g, Mn: 5 g; \*\*\*\*se realizaron aplicaciones foliares de Fe

Cuadro 1b. Concentración de las soluciones nutritivas evaluadas en Nochebuena.

Las soluciones de Steiner al 50%, 75%, 100%, 125% y Tecnoflor se aplicaron diariamente, la de Teya cada dos días, todas las soluciones se aplicaron a través del riego y el testigo se regó tres veces por semana.

La conductividad eléctrica (CE) en la solución de Steiner fue 1.81mS·cm<sup>-1</sup>, 2.80mS·cm<sup>-1</sup>, 3.05mS·cm<sup>-1</sup> y 3.52mS·cm<sup>-1</sup> para 50%, 75%, 100% y 125 % respectivamente, para la solución de Tecnoflor fue 2.92mS·cm<sup>-1</sup> y la solución de Teya 1.72mS·cm<sup>-1</sup>. El pH de las soluciones se ajustó con ácido nítrico entre 5.5. a 6.2 antes del fertirriego.

A los ocho días después del segundo pinchado se midió el diámetro del tallo utilizando un vernier, la altura de la planta con una regla graduada desde la base de la planta hasta la punta del ápice más elevado. Posterior a la primera medición de diámetro de tallo y altura se realizaron las siguientes una vez por mes. Se cuantificó el número de flores al final del cultivo a los 92 días después del pinchado. Se obtuvo el área foliar (AF), cuantificado en cm<sup>2</sup> con un integrador de área foliar (portable área meter model LI-3000 A marca LI-COR) al final del cultivo. Se cuantificó la acumulación de masa seca (MS) de la planta completa al final del cultivo, esto se hizo en una estufa (Isotempoven model 655 Fisher Scientific) a una temperatura de 55 °C hasta tener un peso constante registrado en una balanza analítica.

El contenido de Nitrógeno en la planta se determinó por el método Kjeldahl (Cottenie, 1984), el contenido de Fósforo por el método de molibdato de sodio con p-metilaminofenol sulfato con un espectrofotómetro UV visible marca GBC modelo Cintra 10 (Fick, 1979) y el contenido de Potasio por digestión ácida con el método de espectrofotometría de absorción atómica con un espectrofotómetro marca GBC modelo 932 B plus (AOAC, 2019).

Las condiciones ambientales de temperatura (°C), intensidad lumínica ( $W \cdot m^{-2}$ ) y humedad relativa (%) del sitio del experimento se midieron con un data logger HOBO (H4).

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y siete tratamientos incluyendo al testigo, la unidad experimental estuvo conformada por 63 plantas. Se realizaron análisis de varianza y comparación de medias por el método de Tukey ( $P \leq 0.05$ ) para determinar el mejor tratamiento.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Los factores climáticos son importantes por su efecto en el crecimiento de las plantas, para Nochebuena se indica que las temperaturas óptimas en el día son de 24 a 35 °C, en el Cuadro 2 se muestran los factores climáticos registrados durante el cultivo de Nochebuena lo cual se encuentran en el rango mencionado por Carmichael (1991).

Mes	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	Luz ( $W \cdot m^2$ )
Agosto	27.8	43.5	149.11
Septiembre	28.4	42.8	168.3
Octubre	27.9	43.6	141.6
Noviembre	27.6	23.2	120.4
Diciembre	25.8	23.4	70.8

Cuadro 2. Factores climáticos durante el ciclo de cultivo de Nochebuena (valores promedio).

En la Figura 1 se muestra el efecto de las soluciones nutritivas evaluadas en la altura de las plantas de Nochebuena al final del cultivo (92 ddp).

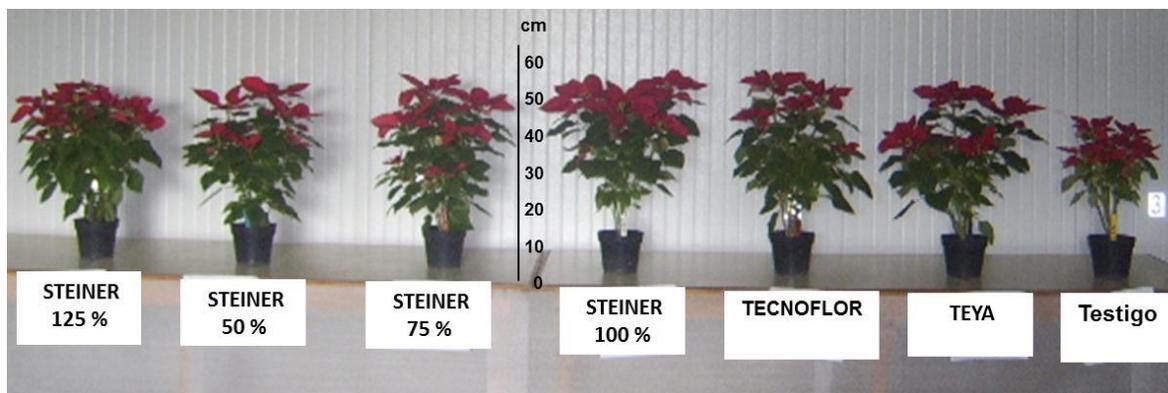


Figura 1. Altura de Nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd ex. Klotzsch) en seis soluciones nutritivas a los 92 días después del pinchado.

El número de flores obtenidas en las plantas de Nochebuena de acuerdo con los tratamientos aplicados se muestran en el Cuadro 3. En las figuras 2, 3, y 4 se muestran los resultados de las mediciones hechas para obtener el porcentaje de nitrógeno, fosforo y potasio respectivamente, en la planta.

Tratamientos	Flores (N)	Área foliar ( $cm^2$ )	Biomasa (g)
Testigo	5.53	3456.1 b	26.417 b
Teya	6.60	8096.8 a	47.833 a
Tecnoflor	4.60	9303.1 a	52.00 a
Steiner 50	6.13	8752.7 a	46.833 a

Steiner 75	5.60	8590.2 a	49.500 a
Steiner 100	5.46	9059.6 a	49.167 a
Steiner 125	6.86	10067.2 a	47.500 a
**DMS		2672	18.291
Cifras con literales iguales son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$ ). **Diferencia mínima significativa.			

Cuadro 3. Número de flores, área foliar y biomasa al final del cultivo (92 ddp)

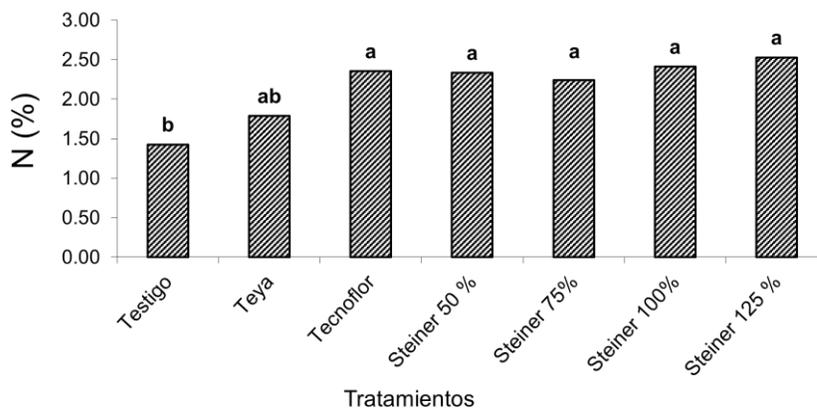


Figura 2. Contenido de nitrógeno en plantas de nochebuena al final del cultivo. Cifras con literales iguales son estadísticamente iguales (Tukey,  $P \leq 0.05$ )

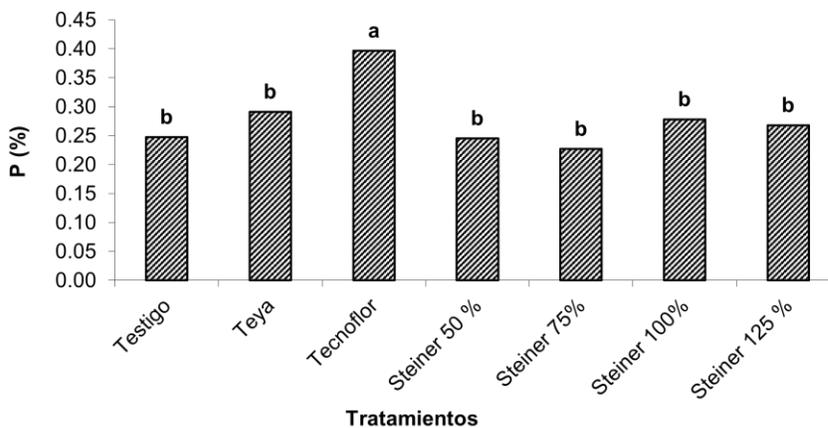


Figura 3. Contenido de fósforo en plantas de nochebuena al final del cultivo. Cifras con literales iguales son estadísticamente iguales (Tukey,  $P \leq 0.05$ )

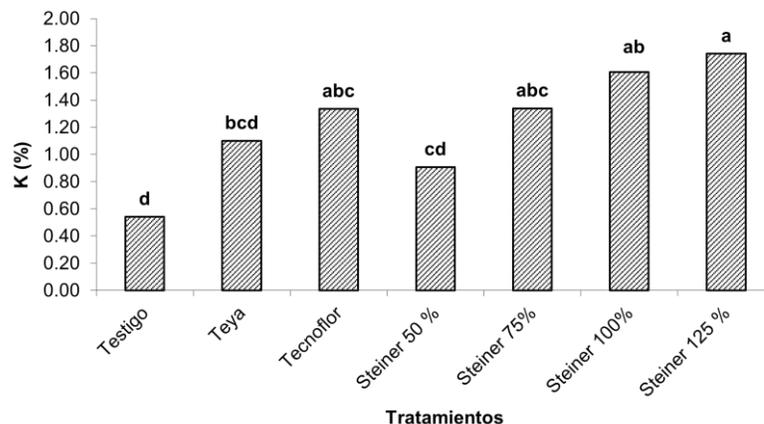


Figura 4. Contenido de potasio en plantas de nochebuena al final del cultivo. Cifras con literales iguales son estadísticamente iguales (Tukey,  $P \leq 0.05$ )

### Conclusiones

A los 92 días después del pinchado no existieron diferencias en el diámetro del tallo y la altura de las plantas que crecieron en las seis soluciones nutritivas, pero sí con el Testigo. El área foliar y la biomasa de las plantas que crecieron en las soluciones nutritivas fueron iguales estadísticamente, sin embargo, fueron superiores al Testigo. El contenido de nitrógeno en las plantas de Nochebuena que crecieron en las diferentes soluciones nutritivas fue igual, en cuanto al fósforo el mayor contenido se obtuvo con la solución de Tecnoflor (0.39 %) y para el potasio se obtuvo con las soluciones de Steiner 75 %, 100 %, 125 % y Tecnoflor.

### Referencias

- Alarcón, V. A. L. "Diagnóstico de nutrición Agrícola: agua, suelo y material vegetal". Máster de Nutrición vegetal de cultivos hortícolas protegidos. Ed. U. Politécnica Cartagena España, 2004.
- AOAC. Official methods of analysis 21st ed. 2019.
- Carmichael, J. L. "Manual de Nochebuena". Sexta edición. Publicada por viveros Plantec, S.A. de C.V. Puente de Ixtla Morelos, México. pp: 23-25. 1991.
- Colinas, L. M. T. y J. M. MEJÍA, M. 2006. La Nochebuena. En: extensión al campo. Universidad Autónoma de México. 1(2): 31-32. 2006.
- Cottien, A. "Los análisis de suelos y de plantas como base para formular recomendaciones sobre fertilizantes". Boletín de suelos de la FAO 38/2. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma Italia. p:116. 1984
- Ecke, P., J. E. Faust, J. Williams, A. Higgins. "The Ecke Ponsettia Manual. Ball Publishing". Batavia, Illinois, USA. 287 p.2004
- Fick, K. R.; Miller, S. M.; Funk, J. D.; McDowell, L. R. and Houser, R. H. Methods of mineral analysis for plant and animal tissues. University of Florida institute of food and agriculture. Department of Animal Sciences, Gainesville, FL. USA. pp 63-67 p. 1979.
- García Pérez, F., Rangel Estrada, S. E., Barrios Gómez, E. J., Ramírez Rojas, S. G., Portas Fernández, B., & Canul Ku, J. "Leticia: nueva variedad mexicana de Nochebuena para interiores". Revista mexicana de ciencias agrícolas, 10(2), 461-466. 2019
- Mills, H. A. y J. Benton, J. "Plant analysis handbook II. A practical sampling, preparation, analysis, and interpretation guide". Micro-Macro Publishing, Inc. 246 p, 1996.
- Villanueva, C. E., Pinzón, L. L. L., Borges, G. L., Poblano, C. F., Cumi, CH. J. M., Bacab, P. C. M. "Producción de Nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch.) en Yucatan". Uuy u T aan. Revista informativa. Fundación Produce Yucatán A. C. 1:21-24. 2008.
- Rodríguez, María Andrade. Fenología floral de nueve variedades de Nochebuena (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch). POLIBOTÁNICA, vol. 1, no 51, 2020.
- Steiner, A. A. "The universal nutrient solution". Proceeding of the Sixth International Congress on Soilless Culture. International Soc. For Soilless Culture. ISOSC. Wageningen, Netherland. pp. 633-649, 1984.
- Zamudio, G. B., A. Díaz, V. y C. Ortiz, T. "Diagnóstico nutrimental de nochebuena en cinco estados de México". Ornamentales CONACYT SAGARPA-COFUPRO. INIFAP-Sitio Exp. Metepec CEVAMEX, 2006

# Aplicaciones para Negocios Electrónicos Móviles Inteligentes de Bajo Costo

M. en R.I. Ivan Azamar Palma<sup>1</sup>, Dr. Marco Antonio Acosta Mendizábal<sup>2</sup>,  
Carla Stefannia Llanes González<sup>3</sup> y Teddy Saul Oliver Pacheco<sup>4</sup>

**Resumen**—El presente proyecto tecnológico tiene como finalidad cubrir las necesidades de información que necesitan las micropymes para identificar a sus clientes y tener una mejor toma de decisiones en el área de marketing basadas en una analítica de datos. El objetivo es implementar un CRM (Customer Relationship Management) tradicional que se adapte a las micropymes y que contiene las funcionalidades y características perfectamente adaptables para estas empresas. Esta tecnología ofrece el registro de los posibles clientes o prospectos, administración de equipos de ventas, planificación y control de las actividades y administración de las oportunidades de negocio, además como característica innovadora incluye un asistente personal digital (chatbot), este permite recolectar información valiosa obtenida del prospecto a cliente, para posteriormente ser analizada mediante herramientas de IA (inteligencia artificial) y utilizar estos datos para incrementar la rentabilidad del negocio mediante la toma de decisiones dentro de la micropyme.

**Palabras clave**— negocios electrónicos, crm, tecnología web, chatbot.

## Introducción

Un CRM significa Sistema Gestor de Relaciones con el Cliente y proporciona el seguimiento de las oportunidades de negocio con los clientes hasta concretar una venta. El presente prototipo se realizó con la finalidad de registrar vendedores, productos, actividades y oportunidades de negocio con la finalidad de cubrir las necesidades de información que necesitan las Micropymes (pequeños negocios) y así poder dar mejor atención a sus clientes y evitar pérdidas de oportunidades de negocio, lo que conlleva tener una toma de decisiones basada en el área de marketing y en la analítica de datos de forma confiable.

Se utiliza la metodología Kanban para llevar un control en fases de cada venta, es decir, se van etiquetando los prospectos de acuerdo a la fase que les corresponde y se realizan ciertas actividades de seguimiento, una vez recopilado la información suficiente y avance en las negociaciones, se procede cambiar de fase hasta llegar a una venta lograda.

El software además de administrar a los vendedores, prospectos, y oportunidades de negocio, cuenta con un calendario en donde cada vendedor puede anotar una actividad que está ligada a su oportunidad de negocio, estas actividades son acciones que realiza el vendedor con su posible cliente para darle atención y cumplir compromisos hasta llegar a su meta.

La idea principal de esta publicación es que hoy en día existen muchos CRM en la nube, la mayoría son de tipo *shareware*, es decir, son de acceso gratuito pero con limitantes en funcionamiento o vigencia, ya que la mayoría caduca cada cierto tiempo o tienen restricciones en la funcionalidad que depende del pago de una licencia o membresía. La propuesta deriva de la experiencia de varios empresarios del ramo de los negocios electrónicos en la zona metropolitana de la Ciudad de México, que han observado una oportunidad de negocio al detectar que las Micropymes no usan este tipo de sistemas tecnológicos que les pueden ayudar en su proceso de ventas sin realizar grandes inversiones de capital.

Entonces, se pretende ofertar un CRM simplificado y de muy bajo costo a la gran cantidad de Micropymes de la zona, se observó también que no cuentan con gente especializada en el manejo de software informático, por lo que una interfaz sencilla es lo más conveniente para el uso del CRM, pero sin perder la gran experiencia que tienen los grandes CRM del mercado.

El principal aporte de este trabajo es que este software informático trabaja en modelo cliente-servidor en la nube y es capaz de conectarse a cualquier *front-end*, es decir, el sistema web será capaz de conectarse a cualquier página web, tienda *on-line* o *e-commerce*, gracias al uso de su *web services* que intercambia datos con cualquier plataforma

<sup>1</sup> M. en R.I. Iván Azamar Palma es Profesor Investigador del Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco, Edo. Méx. [ivan.azamar@edu.mx](mailto:ivan.azamar@edu.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Dr. Marco Antonio Acosta Mendizábal es Profesor Investigador del Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco, Edo. Méx. [marco\\_am@tesch.edu.mx](mailto:marco_am@tesch.edu.mx)

<sup>3</sup> Carla Stefannia Llanes González es Estudiante de Residencias Profesionales y Tesista del Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco, Edo. Méx. [carla\\_lg@tesch.edu.mx](mailto:carla_lg@tesch.edu.mx)

<sup>4</sup> Teddy Saul Oliver Pacheco es Estudiante de Residencias Profesionales y Tesista del Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco, Edo. Méx. [teddy\\_op@tesch.edu.mx](mailto:teddy_op@tesch.edu.mx)

sin importar su tecnologías o arquitectura, ya que usa el protocolo *http* para ello y el transporte de datos en el formato *JSON* que es el más usado en el intercambio de la información.

Finalmente, y como característica innovadora se pretende construir un chatboot permitiendo la empresa recolectar información valiosa de un *front-end* para ser vaciados en el CRM y construir una cartera de clientes de forma automatizada, ya que también se ha observado que la mayoría de los clientes o prospectos usan el *wattaspp* como medio principal de comunicación en tiempo real

### Descripción del Método.

Esta tecnología se desarrolló a través de la modelo-vista-control, en donde se pretende que en la parte del modelo estén todos los archivos de programación como base de datos, archivos *PHP* son los que reciben la información a través de los diferentes métodos como el envío de mensajes a través de *POST*, la forma en la que el front-end le pasa los datos al *back-end* es a través de *JQuery* con la tecnología *AJAX*, esta tecnología permite desarrollar aplicaciones web asíncronas, dentro de esta misma tecnología se encuentra el método *LOAD* muy conocido en *JQuery* que permite cargar un archivo externo en el momento que se solicite. En la vista será la programación de interfaz gráfica del sitio web denominado el *front-end*, donde estarán los archivos *HTML*, *templates* y *CSS* que interactúan con el usuario final.

El método *Pipeline* es una herramienta que un equipo de ventas necesita para saber paso a paso que es lo que ellos necesitan hacer para ayudar al cliente a pasar de etapa por etapa. (SYDLE, 2021).

El objetivo del método *Kanban* es poder visualizar tu trabajo, limitar la acumulación de tareas pendientes y maximizar la eficiencia de trabajo, ir paso por paso “Por hacer”, “En proceso” y “Hecho”. En pocas palabras, Kanban es un método visual para gestionar y procesar el trabajo, y puede hacer un cambio real en la forma en la que se lleva a cabo un proceso de venta, que va desde la prospección hasta el cierre de la venta. (Sánchez, 2021).

Una *Lead* en ventas es un cliente potencial que cede sus datos a una empresa. Es decir, una persona de la que tenemos ciertos datos (como nombre, teléfono y email) porque los ha cedido voluntariamente a cambio de algo (BeeDIGITAL, 2022).

El presente proyecto usa un diagrama de Entidad-Relación que ayuda a ilustrar de mejor manera cómo las "entidades", como vendedores, clientes, oportunidades, y actividades se relacionan entre sí dentro de un sistema. En la Figura 1 se observa el diagrama Entidad- Relación del sistema CRM, existen tablas como: actividades, estatus, oportunidades, ubicaciones, clientes, usuarios. En donde una oportunidad tiene muchas actividades, pero solo un estatus, también tiene muchas ubicaciones o productos, un cliente puede tener muchas oportunidades y un usuario o vendedor puede tener muchos clientes.

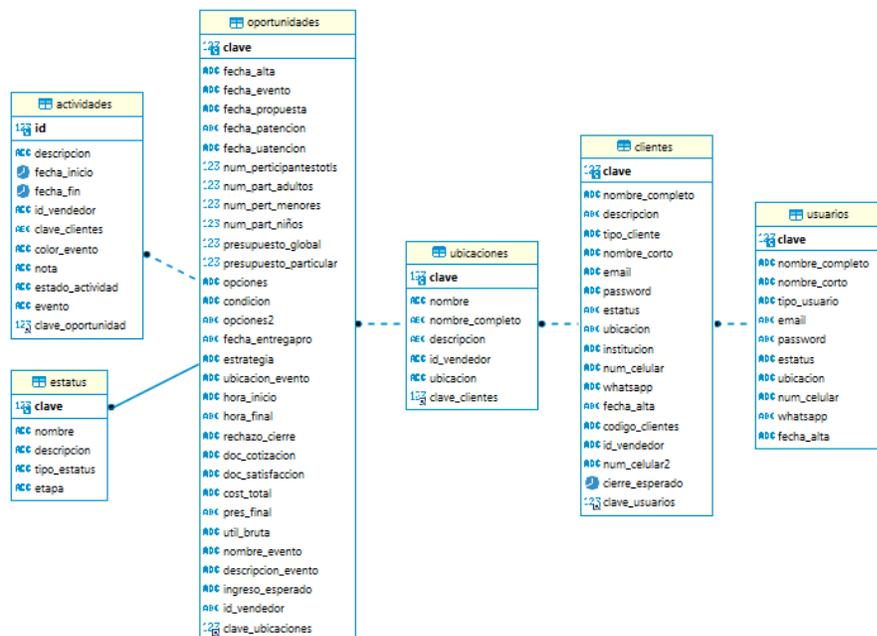


Figura 1. Diagrama Entidad relación de la plataforma CRM

## Comentarios Finales

### Resumen de resultados

En la figura 2, se muestra que para acceder al sistema es necesario por parte de los vendedores y administradores del CRM tener un usuario y una contraseña para seguridad del sistema.



Figura 2. Autorización para el acceso al sistema.

En la figura 3, se muestra el registro de los vendedores que a su vez son los usuarios del mismo sistema que tienen el rol de usuarios que pueden dar seguimiento a las ventas, pero no pueden asignar oportunidades de negocio, sólo los administradores son capaces de asignar oportunidades y ver el desempeño de los vendedores.



Figura 3. Registro de vendedores en la plataforma CRM.

En la figura 4, se muestra un listado de todos los vendedores que pueden ser administrados por el gerente de ventas.



Figura 4. Administración de vendedores en la plataforma CRM.

En la figura 5, se observa el registro de los clientes por parte de los vendedores por parte de los gerentes de ventas.



Figura 5. Registro de Clientes en la plataforma CRM.

En la figura 6, se observa la lista de clientes de los cuales los vendedores pueden continuar su registro o dar seguimiento.



Figura 6. Administración de Clientes en la plataforma CRM.

En la figura 7, se puede observar un ejemplo de las búsquedas filtrada por diferentes categorías como son: vendedores, oportunidades, clientes y actividades. Mientras que en la figura 8 y 9 se muestran las diferentes formas de listar cada proceso como: alta, baja y cambios en cada uno de sus registros

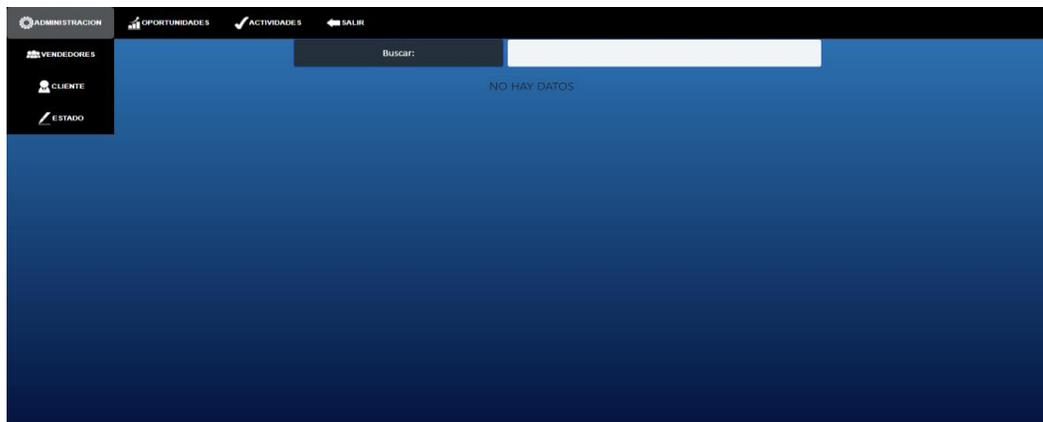


Figura 7. Búsqueda por diferentes categorías CRM.

IDENTIFICACIÓN	Descripción	Fecha de inicio	hora de Fecha	Estado Actividad	Nombre Completo del Cliente	Tipo de clientes	Nombre Completo del Vendedor	Resultado	Opciones
sesenta y cinco	asada	2022-08-30	00:00:00	2022-08-31	00:00:00	Ramada	Selene SANCHEZ MARTINEZ	prueba?	[icon]
80	Prueba	2022-08-31	00:00:00	2022-09-01	00:00:00	Ramada	Selene SANCHEZ MARTINEZ	prueba de actualizacion 2	[icon]
84	Prueba 3000	2022-09-08	00:12:00	2022-09-07	00:12:00	SMS	Iván Avamar Palma	Prueba 3000	[icon]
85	prueba2	2022-10-08	00:00:00	2022-10-12	00:00:00	visita	Selene SANCHEZ MARTINEZ	Prueba Actualizada2	[icon]
101	Descripcion prueba	2022-10-12	15:40:00	2022-10-12	15:40:00	Ramada	Selene SANCHEZ MARTINEZ	P1	[icon]
102	Descripcion 2	2022-10-12	15:45:00	2022-10-12	15:48:00	Facebook	Selene SANCHEZ MARTINEZ	No hubo respuestakk	[icon]
103	ejemplo	2022-10-12	15:02:00	2022-10-12	15:58:00	Visitas	Selene SANCHEZ MARTINEZ	Mensaje de respuesta	[icon]
104	A1	2022-10-14	18:00:00	2022-10-13	17:00:00	Visitas	Selene SANCHEZ MARTINEZ	No respondió	[icon]
105	Llamar para confirmar próxima visita	2022-10-14	01:01:00	2022-10-14	01:01:00	Correo electrónico	Selene SANCHEZ MARTINEZ	No respondió	[icon]

Figura 8. Administración de Actividades de la plataforma CRM.

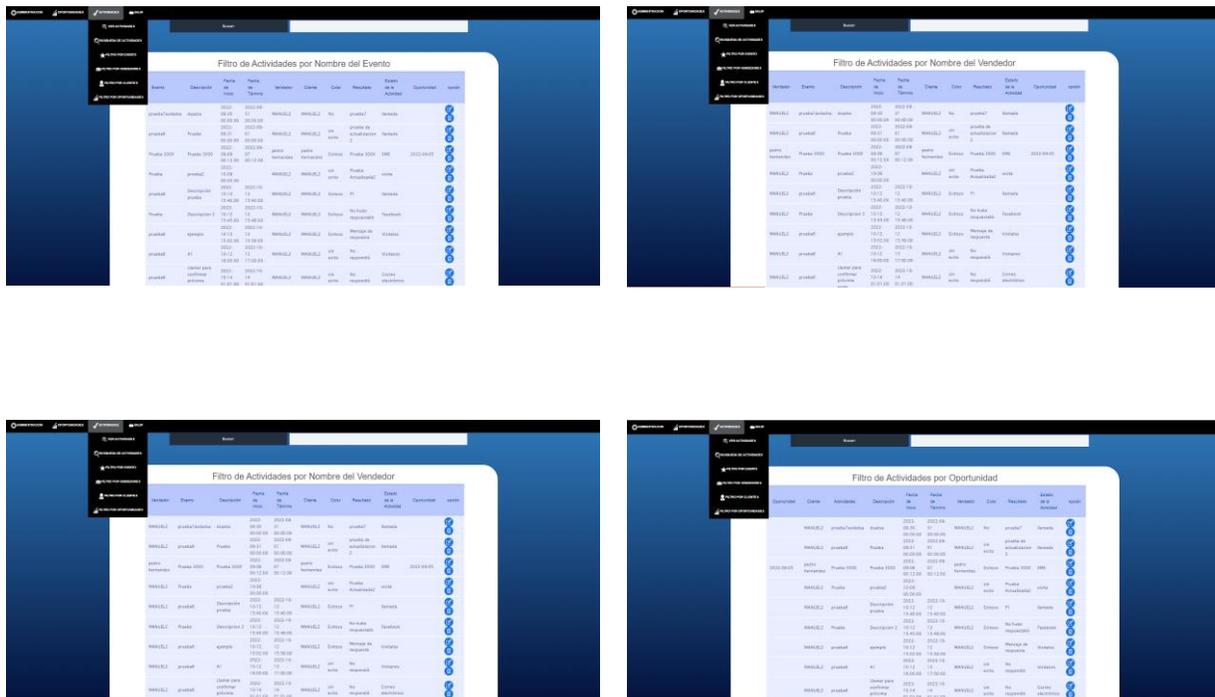


Figura 9. Administración de Actividades de la plataforma CRM.

**Conclusiones**

El presente proyecto tiene por objetivo demostrar las oportunidades de negocio que existen para las Pymes en México, ya que este nicho de mercado tiene una demanda de software informático que sea especializado, pero a su vez, menos robusto que los grandes competidores.

La idea es implementar microservicios que se integren mejor a las necesidades de las Pymes en donde el coste de los errores sea bajo, por lo que se puede experimentar, actualizar el código y acelerar la comercialización de los productos. Se ha observado que el CRM en el contexto de la Pymes, se necesita lo fundamental como: captación de

prospectos, el seguimiento de actividades, manejo de equipos de ventas y seguimiento de las fases evitando la pérdida de los prospectos y tratar de ir creciendo con servicios tecnológicos conforme crece el negocio..

Los grandes sistemas de CRM tradicionales y vigentes llegan a tener demasiadas funcionalidades a veces innecesarias para negocios emergentes (*startups*), con grandes costes de licenciamiento, y una difícil adaptabilidad a los procesos estratégicos que requieren tiempo en capacitación del personal especializado e instalación de tecnologías y arquitecturas de hardware diversas.

El presente proyecto es un prototipo real y surge de las asesorías académicas que realiza la Universidad hacia el sector productivo y el presente prototipo académico solo es la parte previa del producto final. Este prototipo es una versión mínima de un CRM que cumple con las características esenciales que requiere la pequeña empresa, como son seguimiento y atención al cliente hasta la consolidación de la venta.

Se planea implementar un chatbot para tener una mayor comunicación con el cliente para registrar oportunidades con el fin de ser vaciados al crm sin la necesidad de que el vendedor sea quien elabore esa tarea, ahorrando tiempo y brindando la misma atención al prospecto utilizando la herramienta Dialogflow, esta tecnología es una plataforma con comprensión del lenguaje natural que te facilita el diseño de una interfaz de usuario de conversación y su integración a tu aplicación para dispositivos móviles, aplicaciones web, dispositivos y bots.

### Referencias

BeeDIGITAL, E. “¿Qué es un Lead en marketing y ventas?” *Sitio web (en línea)*, 10 de Febrero de 2022, consultada por Internet el 20 de octubre del 2022 . Dirección de internet: <https://www.beedigital.es/captacion-clientes/que-es-lead-ventas/>

Sánchez, E. “Kanban en mi CRM: Qué es y cómo beneficia a mi empresa” *Sitio web (en línea)*, 09 de Abril de 2021, consultada por Internet el 20 de octubre del 2022. Dirección de internet: <https://bitevolution.net/blog/2021/kanban-en-mi-crm-que-es-y-como-beneficia-a-mi-empresa>

SYDLE. “¿Qué es un pipeline de ventas? ¿Sabes cómo crear un?” *Sitio web (en línea)*, 27 de Agosto de 2021, consultada por Internet el 20 de octubre del 2022. Dirección de internet: <https://www.sydle.com/es/blog/que-es-un-pipeline-de-ventas-61292aa4b060f576043b5687/>

### Notas Biográficas

El **M en RI Ivan Azamar Palma**. Este autor es profesor investigador del Tecnológico de Estudios Superiores de Chalco y docente del Instituto Tecnológico de Tláhuac II, tiene certificaciones en el área de las ciencias computacionales y ha publicado más de treinta artículos de investigación a nivel nacional e internacional.

## 1878-2018: Ciento Cuarenta Años de Historia y Conocimiento sobre la Intoxicación por Plomo en Oaxaca-México

Dra. María Isabel Azcona Cruz<sup>1</sup>, Dra. Beatriz Eugenia Cárdenas Morales<sup>2</sup>, Dra. Gabriela Vicente Flores<sup>3</sup>,  
Alumno Daniel Mauricio Morales Molina<sup>4</sup>

**Resumen.-** La intoxicación por plomo es un problema de salud pública a nivel mundial, que de acuerdo con la OMS es totalmente prevenible si las fuentes de exposición son detectadas. En México, Oaxaca fue objeto de estudio desde 1878, cuando el Dr. Ruiz Sandoval propuso que existe una alta exposición al plomo en las comunidades oaxaqueñas; donde sus pobladores ponen en riesgo su salud de forma imperceptible. Este análisis fue el inicio de la investigación científica que ha relacionado a la población del estado de Oaxaca con los efectos de la intoxicación por plomo, debido que está altamente expuesta por el tipo de alimentación tradicional, medicamentos tradicionales y el arraigado uso de loza de cerámica vidriada. Han pasado 140 años de investigación sobre la presencia del plomo en el estado de Oaxaca, resultando urgente promover las medidas de prevención que mejoren la calidad de vida de esta población en riesgo.

**Palabras clave.-** Historia, Intoxicación, plomo, Oaxaca, 1878

### Introducción

Han pasado varias décadas desde la discusión del uso del plomo en aditivos y en objetos de uso cotidiano; es un material útil y versátil, pero indiscutiblemente su uso es mortal. Los antiguos romanos consideraban al plomo como el padre de todos los metales; la deidad asociada con plomo era a Saturno;<sup>1</sup> incluso la palabra "saturnino" en su sentido más específico se aplica a un individuo cuyo temperamento se ha convertido sombrío, cínico y taciturno, relacionado con el comportamiento de aquellos que sufren los efectos de la intoxicación por plomo.<sup>2-4</sup>

Durante el siglo XIX a nivel mundial el envenenamiento por plomo alcanzó dimensiones epidémicas al ser utilizado como endulcorante.<sup>5</sup> Para 1920 la contaminación ambiental causada por la introducción de tetraetilo de plomo era un problema de salud pública alarmante. Después de 1950 se consideraron los efectos en etapas subclínicas, y fue hasta la década de 1980 cuando se restringió el uso de plomo en las gasolinas.<sup>6</sup> Diversos organismos internacionales han incrementado los esfuerzos por desaparecer este tipo de intoxicación, que es completamente prevenible, pero que de acuerdo con la OMS cobra 143,000 vidas anualmente.<sup>7</sup> (Figura I). En América Latina el uso de cerámica vidriada es una de las principales fuentes de contaminación, además de la exposición generada a partir de la fundición de metales y el reciclaje de baterías,<sup>8</sup> esto como resultado de la rápida industrialización durante la segunda mitad del siglo XX.<sup>9</sup>



Figura I. Fuente: Organización Mundial de la Salud & Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.(2018)  
<https://apps.who.int/iris/handle/10665/274150>.

<sup>1</sup>María Isabel Azcona Cruz es Doctora en Ciencias de la Educación. Integrante del Cuerpo Académico "Humanidades, Educación y Salud". Profesor de tiempo completo de la Facultad de Medicina y Cirugía de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca (UABJO) [ambiental\\_uabjo@hotmail.com](mailto:ambiental_uabjo@hotmail.com) (autor corresponsal). <sup>2</sup>Beatriz Eugenia Cárdenas Morales es Doctora en Ciencias Biomédicas. Integrante del Cuerpo Académico "Humanidades, Educación y Salud". Profesor de tiempo completo de la Facultad de Medicina y Cirugía de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca (UABJO) [becm2013@gmail.com](mailto:becm2013@gmail.com) <sup>3</sup>Gabriela Vicente Flores es Maestra en Ciencias y Médico Especialista en Medicina Interna adscrita al servicio de medicina Interna del Hospital Regional Presidente Juárez del ISSSTE. Calz. Gerardo Varela # 617. Col. Falda Cerro Del Crestón C.P. 68040. Oaxaca de Juárez, Oaxaca [gaby.s.flor@hotmail.com](mailto:gaby.s.flor@hotmail.com) <sup>4</sup>Daniel Mauricio Morales Molina Alumno de 5º año de la Facultad de Medicina y Cirugía de la Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca (UABJO) [danielmoralessmoli@gmail.com](mailto:danielmoralessmoli@gmail.com)

## Exposición al plomo en México

El plomo se encuentra contenido en la mayor parte de los minerales que se obtienen en México. La industrialización promovió el incremento a la exposición al plomo por riesgo laboral y por contaminación ambiental.<sup>10</sup> Para 1975 un análisis realizado sobre el contenido de plomo en dientes reveló que existía una carga de plomo 45 veces mayor que lo presente en comunidades de la antigüedad.<sup>11</sup> Por lo que en diversas entidades de la República Mexicana se han realizado estudios sobre sectores de la sociedad que se consideran vulnerables.<sup>12-15</sup> Abarcando entidades como Coahuila,<sup>16</sup> Morelos<sup>17</sup> y Jalisco,<sup>18</sup> entre otras. Cabe resaltar que se ha profundizado la investigación en lugares como la Ciudad de México,<sup>19</sup> el estado de Nuevo León y en Oaxaca.<sup>20,21</sup>

### Primer reporte sobre casos en Oaxaca

El estudio inicial sobre los efectos de la intoxicación por plomo en oaxaqueños fue elaborado por el Dr. Gustavo Ruiz Sandoval en 1878 y publicado en la Gaceta Médica de México, quien sugirió que probablemente los múltiples casos de síntomas comunes que atendía y que eran característicos del envenenamiento por plomo debían ser uno de los principales factores del índice de mortalidad en los oaxaqueños; además de las influencias endémicas como el clima y el uso de loza vidriada, sobre la que textualmente citó "...donde la loza se consume, están bajo la influencia del saturnismo lento y del envenenamiento por cobre...".<sup>21</sup> Ver Figura II.



Figura II. Fuente: Ruíz Sandoval. G. Gac Méd Méx. 1878

### Estudios Realizados

Debido al folklore característico de los oaxaqueños, comenzaron a ampliarse los estudios etnofarmacológicos sobre el uso de remedios caseros tradicionales que incluyen al óxido y tetraóxido de plomo, utilizados para tratar afectaciones gastrointestinales en el padecimiento que popularmente se conoce como "empacho".<sup>22,23</sup> Además se investigó la intoxicación debida al uso de de loza de barro vidriado utilizada para la cocción de alimentos; encontrándose que existía una asociación significativa entre la presencia de plomo en sangre y los niveles de protoporfirina zinc.<sup>24</sup>

Durante la década de los 90's, en México se presentó una instrucción a nivel gubernamental para establecer mecanismos que promovieran la reducción o eliminación del empleo de plomo, por ello se estableció la regulación de numerosos productos incluyendo el contenido de plomo en la cristalería y cerámica vidriada.<sup>25</sup> Este enfoque dio lugar a una área de oportunidad en la investigación en el estado de Oaxaca; debido a que se encuentran comunidades dedicadas a la producción de loza de barro vidriado con plomo. Se sugería que el tratamiento de la loza vidriada con ácido acético al 3% reducía la concentración del metal. Sin embargo los niveles se conservaban por encima de lo permisible, por lo que fue desplazado como una medida preventiva.<sup>26</sup> Está reportado que los menores de edad son un sector especialmente vulnerable, debido a que la exposición al plomo puede ocasionar daño inclusive a bajas concentraciones.<sup>27</sup> En los niños oaxaqueños se encontró que los factores de riesgo más importantes relacionados con los elevados niveles de plomo en sangre fueron: el uso de cerámica de barro vidriado, el empleo de manteca en la preparación de alimentos y el bajo ingreso económico familiar.

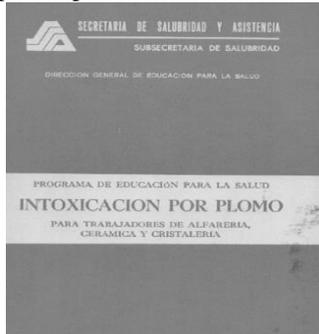


Figura III. Programa de Educación para la Salud INTOXICACIÓN POR PLOMO 1983

Cabe resaltar que aun cuando el efecto del plomo sea sutil, asintomático y en baja concentración es perjudicial para los niños, afecta el sistema visomotor y promueve alteraciones psicométricas.<sup>28,29</sup> Este dato exhortó la prevención y la implementación de medidas necesarias para reducir el riesgo por exposición, especialmente con la eliminación del uso de barro vidriado con plomo.<sup>30</sup> (Figura III) Sin embargo, los hallazgos continuaron siendo notables, como el diagnóstico de encefalopatía plúmbica,<sup>31</sup> y la incidencia de alto nivel de plomo en sangre en mujeres de comunidades marginadas dedicadas a la producción de barro vidriado.<sup>32</sup> Por ello la atención fue enfocada sobre los riesgos de intoxicación por plomo en los sitios dedicados a la producción de cerámica vidriada.<sup>33</sup> Se profundizó en el análisis de personas con riesgo ocupacional y

los estragos generados a nivel de la función renal, que han sido asociados con fibrosis intersticial, atrofia tubular y la disminución de la filtración glomerular.<sup>34</sup>

El impacto de la presencia de plomo en Oaxaqueños fuera del estado fue dado a conocer en un panorama más amplio cuando se demostró en un estudio binacional que los inmigrantes oaxaqueños y sus familias residentes

en California (EUA) presentaban elevados niveles de plomo en sangre. Este evento fue asociado con el consumo de productos importados de Oaxaca con alto nivel de plomo, como lo son chapulines, dulces de tamarindo y utensilios de barro.<sup>35</sup>

La motivación por detectar las fuentes de contaminación en las comunidades afectadas llevó al análisis de suelos y polvo transportado por el viento a partir de residuos de minas, como potenciales contaminantes de plantas y fauna; además se analizaron a profundidad las prácticas de preparación de alimentos.<sup>36</sup> Adicionalmente se estudiaron diversos puntos del estado donde existe un nivel considerable de contaminación por plomo y otros metales, como ha sido documentado en las costas oaxaqueñas, donde se definió que la presencia de metales como plomo y cadmio tienen un origen antropogénico,<sup>37,38</sup> en otros sitios se hallaron afectaciones en la calidad del agua y suelos agrícolas.<sup>39,40</sup>

Este seguimiento histórico del conocimiento sobre la intoxicación por plomo en Oaxaca abarca hasta ahora más de un siglo de aportaciones. Como se describe en el Cuadro 1

### Cuadro 1. APORTACIONES CIENTÍFICAS RELACIONADAS CON LA PRESENCIA DE PLOMO EN LA REGIÓN OAXAQUEÑA

AÑO	APORTACIÓN	AUTOR	REVISTA
1878	Envenenamiento lento por plomo en los habitantes de Oaxaca.	<i>Ruíz Sandoval. G.</i>	<i>Gac Méd Méx</i>
1989	Análisis sobre medicamentos tradicionales	<i>Baer RD y cols.</i>	<i>Soc Sci Med</i>
1994	Relación del uso de cerámica vidriada y elevados niveles de plomo	<i>Rojas-López M y cols</i>	<i>J Toxicol Environ Health</i>
1996	Factores de exposición a plomo en Santa María Atzompa, Oaxaca	<i>Hernández SM, Olaiz FG</i>	<i>Boletín Salud Ambiental</i>
1999	Eliminación del plomo por curado casero en vasijas de barro	<i>Torres-Sánchez L y cols</i>	<i>Salud Pública Mex</i>
2000	Asociación de los altos niveles de plomo en sangre de niños con el uso de loza de barro vidriado	<i>Azcona-Cruz MI y cols</i>	<i>Arch Environ Health</i>
2000	Sistema visomotor y del equilibrio en niños con altos niveles de plomo	<i>Azcona-Cruz MI y cols</i>	<i>Salud Pública Mex</i>
2003	Riesgo de intoxicación por plomo en una comunidad de trabajadores de cerámica vidriada	<i>Hernández-Serrato MA y cols</i>	<i>J Expo Anal Environ Epidemiol</i>
2006	Concentración de plomo en sangre y daño en la función renal	<i>Hernández-Serrato MA y cols</i>	<i>Environ Res</i>
2006	Elementos potencialmente tóxicos en suelos agrícolas con manejo de riesgo contaminante. (Plomo en suelos agrícolas)	<i>Bautista-Cruz A - Arnaud-Viñas MR</i>	<i>Naturaleza y Desarrollo</i>
2006	Evaluación de la Contaminación en Sedimentos del Área Portuaria y Zona Costera de Salina Cruz, Oaxaca, México	<i>González-Lozano MC y cols</i>	<i>Interciencia</i>
2007	Intoxicación por plomo en inmigrantes oaxaqueños	<i>Handley MA y cols</i>	
2008	Alto nivel de plomo en sangre en estudiantes de licenciatura	<i>Arnaud-Viñas MR-Pérez Flores ME</i>	<i>Naturaleza y Desarrollo</i>
2008	¿Existe intoxicación crónica por plomo en la población oaxaqueña?	<i>Arnaud-Viñas MR-Pérez Flores ME</i>	<i>Siglo XXI.</i>
2009	Efecto de fuentes antropogénicas sobre la contaminación por plomo en agua para uso humano y la prevalencia de intoxicación crónica en la población Oaxaqueña	<i>Arnaud-Viñas MR y Rojas-Chávez R</i>	<i>Higiene y Salud Ambiental</i>
2010	El bajo consumo de hierro, calcio y cinc tiene relación con valores elevados de plomo sanguíneo en mujeres embarazadas	<i>Arnaud-Viñas MR-Pérez Flores ME</i>	<i>Revista Española de Nutrición Comunitaria</i>
2014	Contaminación por plomo en sangre y tejidos de tortugas marinas	<i>Cortés-Gómez AA y cols</i>	<i>Mar Pollut Bull</i>
2015	Uso de loza de barro vidriado y concentración de plomo en sangre en niños indígenas de zonas marginadas	<i>Terrazas-Meraz MA y cols</i>	<i>Salud Publica Mex</i>
2015	Concentración de plomo y hemoglobina en derechohabientes de un hospital regional	<i>Azcona-Cruz y cols</i>	<i>Libro Resum CONGISP. INSP</i>
2018	Polimorfismos de TF, VDR y HFE asociados a susceptibilidad a intoxicación por plomo en niños oaxaqueños y familias	<i>Azcona-Cruz y cols</i>	<i>Libro Resum CONGISP. INSP</i>

Las investigaciones realizadas en los últimos años en niños, jóvenes y adultos no difieren del todo con los antecedentes históricos; el elevado nivel de plomo en sangre continúa siendo un severo problema de salud en la población oaxaqueña, que no discrimina sexo, etnia, edad, situación económica o preparación académica,<sup>41-44</sup> pese a la vigilancia del cumplimiento de la modificación de NOM-231-SSA1-2016, Artículos de Alfarería Vidriada, Cerámica Vidriada, Porcelana y Artículos de Vidrio Límites Máximos Permisibles de Plomo y Cadmio Solubles-Método de Ensayo. Para evitar el uso de plomo en la alfarería.

Luego de 140 años, la población Oaxaqueña continúa expuesta, sin embargo desde el año 1991 al 2010 se han realizado programas, concursos, exposiciones, publicaciones y capacitaciones, hasta el 28 de mayo de 2018 el Convenio de Concertación de Acciones a favor de la Salud de los Alfareros de México, Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanías (FONART) la Cámara Nacional de la Industria de Restaurantes y Alimentos

Condimentados, (CANIRAC) y la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) impartió capacitación para la sustitución del plomo en la alfarería vidriada tradicional descrito en el Cuadro 2.

## Cuadro 2. PROGRAMAS, CONCURSOS, EXPOSICIONES, PUBLICACIONES Y CAPACITACIONES PARA LA SUSTITUCIÓN DEL PLOMO EN LA ALFARERÍA VIDRIADA TRADICIONAL 1991-2018

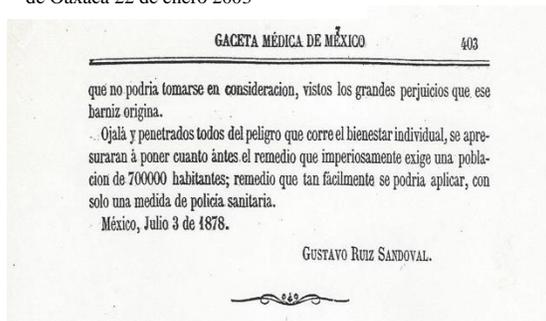
AÑO	PROGRAMA
1991-1993	“Programa estratégico para la sustitución del plomo y combustible en la alfarería vidriada tradicional”
1994	Concurso Nacional denominado “AL ROJO VIVO” para desarrollar vidriados libres de plomo
1997	Exposición “A la Cocina Mexicana Sin Plomo” exhibiéndose piezas libres de plomo
2001	1er Taller Internacional para la Sustitución del Plomo y Combustible en la Alfarería Tradicional
2002	Publicación del “MANUAL DE CAPACITACIÓN PARA EL USO DE ESMALTE LIBRE DE PLOMO EN LA ALFARERÍA VIDRIADA TRADICIONAL” para su distribución gratuita entre artesanos alfareros
2008	Publicación denominada “COMO DETECTAR LA PRESENCIA DE PLOMO EN LAS CAZUELAS, OLLAS, PLATOS Y JARROS DE BARRO ESMALTADO
2008	“1er Congreso Nacional para la Aplicación de Vidriado Sin Plomo en la Alfarería Popular Mexicana”
2009	Firma del convenio de colaboración con BLACKSMITH INSTITUTE para la rehabilitación de sitios contaminados y la detección de niveles de plomo en la sangre de artesanos y niños que residen en zonas aledañas a talleres artesanales
2010	Capacitación continua a través del “PROGRAMA NACIONAL PARA LA ADOPCIÓN DE ESMALTE LIBRE DE PLOMO”
2011-2018	Acuerdo entre la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS), el Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanías (FONART) y la Cámara Nacional de la Industria de Restaurantes y Alimentos Condimentados (CANIRAC), se podrá eliminar el uso de plomo en el esmaltado de la loza vidriada, de baja temperatura, destinada a preparar, servir y almacenar alimentos, favoreciendo a fabricantes y compradores.

**Fuente:** Convenio de concertación de acciones a favor de la salud de los alfareros de México, que celebran por una parte el fideicomiso público denominado “FONART”, “CANIRAC” y la “COFEPRIS” 2018.

### Comentarios Finales



Figura IV.- Fuente.- Periódico Noticias de Oaxaca 22 de enero 2003



Fuente: Ruíz Sandoval. G. Gac Méd Méx. 1878

La Gaceta Médica de México publicó el primer documento en 1878<sup>45</sup> relacionado con los efectos del plomo en la salud de los oaxaqueños, una población descrita como vulnerable a los efectos de la intoxicación por plomo debido al tipo de alimentación, medicamentos tradicionales y el arraigado uso de loza de cerámica vidriada. El estado de Oaxaca ha sido reconocido por ser un sitio importante de investigación científica relacionada con los efectos de plomo en el ambiente y en la salud poblacional como se observa en la figura IV. Luego de ciento cuarenta años de conocimiento científico se pone en evidencia el impacto de la presencia del plomo en pobladores del estado por lo que es indispensable diseñar análisis multinivel en epidemiología social y profundizar sobre las características genéticas, étnicas y culturales de los Oaxaqueños, reflexión e investigación sobre los determinantes sociales, control de las desigualdades y mejorar la calidad de vida de los habitantes de esta región con alto potencial de crecimiento y desarrollo económico, social y cultural.

Desde 1878 Ruíz Sandoval concluía en su artículo “ojalá y penetrados todos del peligro que corre el bienestar individual, se apresuraran a poner cuanto antes el remedio que imperiosamente exige una población de 700000 habitantes, remedio que tan fácilmente se podría aplicar, con solo una medida de policía sanitaria”<sup>45</sup>. Ciento cuarenta años después se continúa trabajando para disminuir la intoxicación por plomo en los oaxaqueños, en el 2018 se trabaja sobre los Polimorfismos de TF, VDR y HFE

asociados a susceptibilidad a intoxicación por plomo en niños oaxaqueños y familias.

Este análisis sugiere que la población oaxaqueña posee características genéticas particulares que necesitan ser ampliamente esclarecidas. Además se requiere explorar la relación con otros polimorfismos que pueden estar involucrados (*ALAD G177C*, *HFE H63Db*, *VDR taq1*).

La población Oaxaqueña es evidencia de que en México existen razones importantes para promover la prevención primaria, mismas que lleven a redefinir el estándar de las concentraciones de plomo en sangre de acuerdo con la evidencia científica, esto incluye la revisión de la Norma Oficial Mexicana no modificada desde el año 2016 para la alfarería y la última modificación para la salud en 2017, para que sean reajustados los valores de plomo permitidos y otorgar oportunamente las medidas de atención adecuadas, eliminar las fuentes de exposición y disminuir el número de casos.

### Recomendaciones 2018-2022 OPS

Las interrogantes con relación a la población Oaxaqueña ha sido reconocida por su riqueza cultural y en recursos naturales, pero también por los altos niveles de plomo en sangre un promedio de 43.6 µg/dl y un rango 8.4 a 99.6 µg/dl. Preocupa especialmente la influencia de la exposición al plomo en el aumento del número de niños con discapacidad intelectual.

Según la Organización Mundial de la Salud y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente se propuso del 21 al 27 de octubre de 2018 la semana de campaña la Alianza Mundial para Eliminar el Uso del Plomo en la Pintura con los objetivos: Concienciar sobre las intoxicaciones por plomo. Destacar los esfuerzos de los países y los asociados por prevenir las intoxicaciones infantiles por plomo. Alentar la adopción de nuevas medidas para eliminar el uso del plomo en la pintura.

Anualmente la OPS continua con la Semana Internacional para Prevenir la Intoxicación por Plomo. La campaña, tuvo lugar entre el 23 y el 29 de octubre de 2022 con el lema **"Di no a la intoxicación por plomo"**, reconoce la urgencia de la acción necesaria para identificar y eliminar todas las fuentes de exposición al plomo.

### Referencias

1. Jet Propulsion Laboratory California Institute of Technology. Cultural Connections- Mythology of Saturn. Enrichment 4 [Monografía en internet]. USA Cassini Program Website, 1999. Disponible en: [http://saturn.jpl.nasa.gov/education/pdfs/mythology\\_saturn.pdf](http://saturn.jpl.nasa.gov/education/pdfs/mythology_saturn.pdf)
2. Saturnino. Diccionario de la lengua española. 22a edición. Madrid: Real Academia Española, 2012 (Versión digital).
3. Right JP, Dietrich KN, Ris MD, Hornung RW, Wessel SD, Lanphear BP, Ho M, Rae MN. Association of prenatal and childhood blood lead concentrations with criminal arrests in early adulthood. *PLoS Med.* 2008; 5(5).
4. mwph.org [sitio de internet]. Mt. Washington Pediatric Hospital. USA An affiliate of University of Maryland Medical System and Johns Hopkins Medicine. Disponible en <http://www.mwph.org/programs/lead-treatment/effects>
5. Lead Poisoning Prevention Panel Influenced by Industry. The Center for Science and Democracy. Union of Concerned Scientists. Cambridge (MA) 2012. Disponible en: <http://www.ucsusa.org/our-work/center-science-and-democracy/promoting-scientific-integrity/lead-poisoning-prevention.html#.VakRm7XSPEc>
6. Hernberg S. Lead Poisoning in a Historical Perspective. *American Journal of Industrial Medicine.* 2000. 38:244-254.
7. who.int [sitio de internet]. World Health Organization, ©WHO 2015 [actualizado 2014 oct; consultado 2015 jul 16]. Disponible en: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs379/es/>
8. Clune AL, Falk H, Riederer AM. Mapping Global Environmental Lead Poisoning in Children. *Journal of Health and Pollution.* 2011; 1(2): 14-23.
9. Romieu I, Lacasana M, McConnell R. Lead exposure in Latin America and the Caribbean. *Lead Research Group of the Pan-American Health Organization. Environ Health Perspect.* 1997; 105(4):398-405.
10. Inecc.gob.mx [sitio de internet]. México: Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAT; [actualizado 2007 Nov 15; Disponible en: <http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/33/politica.html>
11. Shapiro IM, Mitchell G, Davidson I, Katz SH. The lead content of teeth. Evidence establishing new minimal levels of exposure in a living preindustrialized human population. *Arch Environ Health.* 1975; 30(10):483-6.
12. Rendón-Ramírez AL, Maldonado-Vega M, Quintanar-Escorza MA, Hernández G, Arévalo-Rivas BI, Zentella-Dehesa A, Calderón-Salinas JV. Effect of vitamin E and C supplementation on oxidative damage and total antioxidant capacity in lead-exposed workers. *Environ Toxicol Pharmacol.* 2014; 37(1):45-54.
13. Aguilar-Dorado IC, Hernández G, Quintanar-Escorza MA, Maldonado-Vega M, Rosas-Flores M, Calderón-Salinas JV. Eryptosis in lead-exposed workers. *Toxicol Appl Pharmacol.* 2014; 281(2):195-202.
14. Braun JM, Hoffman E, Schwartz J, Sanchez B, Schnaas L, Mercado-García A, Solano-Gonzalez M, Bellinger DC, Lanphear BP, Hu H, Tellez-Rojo MM, Wright RO, Hernandez-Avila M. Assessing windows of susceptibility to lead-induced cognitive deficits in Mexican children. *Neurotoxicology.* 2012; 33(5):1040-7.
15. Cantonwine D, Hu H, Tellez-Rojo MM, Sánchez BN, Lamadrid-Figueroa H, Ettinger AS, Mercado-García A, Hernández-Avila M, Wright RO. HFE gene variants modify the association between maternal lead burden and infant birthweight: a prospective birth cohort study in Mexico City, Mexico. *Environ Health.* 2010; 9:43.
16. Soto-Jiménez MF, Flegal AR. Childhood lead poisoning from the smelter in Torreón, México. *Environ Res.* 2011; 111(4):590-6.

17. Meneses-González F, Richardson V, Lino-González M, Vidal MT. Blood lead levels and exposure factors in children of Morelos state, Mexico. *Salud Pública Mex.* 2003; 45 Suppl 2:S203-8.
18. Molina-Ballesteros G, Zuñiga-Charles MA, García-de Alba JE, Cárdenas-Ortega A, Solís-Camara P. Lead exposure in two pottery handicraft populations. *Arch Invest Med (Mex).* 1980; 11(1):147-54.
19. Sánchez BN, Kang S, Mukherjee B. A latent variable approach to study gene-environment interactions in the presence of multiple correlated exposures. *Biometrics.* 2012; 68(2):466-76.
20. Garza-Chapa R, Leal-Garza C, Sánchez-Anzaldo FJ. Population genetics in the state of Nuevo León, Mexico. II. Genetic markers, frequencies and their possible association with chromosome damage in workers exposed to lead. *Arch Invest Med (Mex).* 1980; 11(4):547-59.
21. Baer RD, García de Alba J, Cueto LM, Ackerman A, Davison S. Lead based remedies for empacho: patterns and consequences. *Soc Sci Med.* 1989; 29(12):1373-9.
22. Poma PA. Pregnancy in Hispanic Woman. *J Natl Med Assoc.* 1987; 76(4): 387-389.
23. Rojas-López M, Santos-Burgoa C, Ríos C, Hernández-Avila M, Romieu I. Use of lead-glazed ceramics is the main factor associated to high lead in blood levels in two Mexican rural communities. *J Toxicol Environ Health.* 1994; 42(1):45-52.
24. *Diario Oficial Mexicano*, tomo CDLXXXII, No.10, NOM.010-SSA1-1993. Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, Cd. de México, 1993.
25. Torres-Sánchez L, López-Carrillo L, Ríos C. Eliminación del plomo por curado casero. *Salud Publica Mex.* 1999; 41 supl 2:S106-S108.
26. Verbek M, Willems T, Verplanke A, Wolff F. Environmental lead and renal effects in children. *Arch Environ Health.* 1996;51 (1): 83-87.
27. Azcona-Cruz MI, Rothenberg SJ, Schnaas-Arrieta L, Romero-Placeres M, Perroni-Hernández E. Levels of plasmatic lead in children 8-10 years of age and its relation to changes in visual-motor system and balance. *Salud Publica Mex.* 2000; 42(4):279-87.
28. Azcona-Cruz MI, Pérez-Moreno E, Hernández Cadena L. Niveles de plomo en sangre y alteraciones psicométricas en niños del aula de educación especial de Santa María Atzompa, Oaxaca. Memoria del Encuentro Estatal de Investigación en el Servicio Social y Premio Estatal de Investigación en Salud. 2003. (Oax) MEX.
29. Azcona-Cruz MI, Rothenberg SJ, Schnaas L, Zamora-Muñoz JS, Romero-Placeres M. Lead-glazed ceramic ware and blood lead levels of children in the city of Oaxaca, Mexico. *Arch Environ Health.* 2000; 55(3):217-22.
30. Azcona-Cruz MI, Martínez-Enríquez NG, Cervantes-López T, Hernández-Cadena L. Crisis convulsivas asociadas a intoxicación por plomo: Estudio de caso. Memoria del Encuentro Estatal de Investigación en el Servicio Social y Premio Estatal de Investigación en Salud. 2003. (Oax) MEX.
31. Rivera-Abarca LM, Azcona-Cruz MI, Robles-Campos EM, Camacho-Cisneros JA. Factores de exposición y niveles de plomo en sangre en mujeres de Santa María Atzompa, Oaxaca. Memoria del Encuentro Estatal de Investigación en el Servicio Social y Premio Estatal de Investigación en Salud. 2003. (Oax) MEX.
32. Hernández-Serrato MI, Mendoza-Alvarado LR, Rojas-Martínez R, González-Garza C, Hulme JM, Olaiz-Fernández G. Factors associated with lead exposure in Oaxaca, Mexico. *J Expo Anal Environ Epidemiol.* 2003; 13(5):341-7.
33. Hernández-Serrato MI, Fortoul TI, Rojas-Martínez R, Mendoza-Alvarado LR, Canales-Treviño L, Bochichio-Riccardelli T, Avila-Costa MR, Olaiz-Fernández G. Lead blood concentrations and renal function evaluation: study in an exposed Mexican population. *Environ Res.* 2006; 100(2):227-31.
34. Handley MA, Hall C, Sanford E, Diaz E, Gonzalez-Mendez E, Drace K, Wilson R, Villalobos M, Croughan M. Globalization, binational communities, and imported food risks: results of an outbreak investigation of lead poisoning in Monterey County, California. *Am J Public Health.* 2007; 97(5):900-6. Erratum in: *Am J Public Health.* 2008; 98(4):584.
35. Villalobos M, Merino-Sánchez C, Hall C, Grieshop J, Gutiérrez-Ruiz ME, Handley MA. Lead (II) detection and contamination routes in environmental sources, cookware and home-prepared foods from Zimatlán, Oaxaca, Mexico. *Sci Total Environ.* 2009; 407(8):2836-44.
36. González-Lozano MC, Mendez-Rodríguez LC, Maeda-Martínez AM, Murugan G, Vázquez-Botello A. Evaluation of toxicity of polluted marine sediments from Bahía Salina Cruz, Mexico. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng.* 2010; 45(1):121-7.
37. Cortés-Gómez AA, Fuentes-Mascorro G, Romero D. Metals and metalloids in whole blood and tissues of Olive Ridley turtles (*Lepidochelys olivacea*) from La Escobilla Beach (Oaxaca, Mexico). *Mar Pollut Bull.* 2014 Dec 15;89 (1-2):367-75.
38. Arnaud-Viñas MR, Rojas-Chávez R. Efecto de fuentes antropogénicas sobre la contaminación por plomo en agua para uso humano y la prevalencia de intoxicación crónica en la población. 2009. *Hig Sanid Ambient.* 9: 514-522
39. Bautista-Cruz A, Arnaud-Viñas MR. Elementos potencialmente tóxicos en suelos agrícolas con manejo de riesgo contaminante. *Naturaleza y Desarrollo.* 2006; 4(1): 36-42
40. Terrazas-Meraz MA, Hernández-Cadena L, Rueda-Hernández GE, Romano-Riquer SP, Shamah-Levy T, Villalpando-Hernández S, Téllez-Rojo Solís MM, Hernández-Ávila M. Uso de cerámica vidriada como Fuente de exposición a plomo en niños indígenas de zonas marginadas de Oaxaca, México. *Salud Publica Mex.* 2015;57:260-264
41. Azcona-Cruz MI, Ramírez y-Ayala R. Concentración de plomo y hemoglobina en sangre de derechohabientes del Hospital Regional Presidente Juárez del ISSSTE. Libro de Resúmenes CONGISP. INSP. 2015; 67-68.
42. Ruíz-Luna J, Azcona-Cruz MI y Velasco-Velasco V. Factores de riesgo y niveles de plomo en sangre en estudiantes de licenciatura. *Naturaleza y Desarrollo.* 2008; 6:26-32.
43. Arnaud-Viñas MR, Pérez-Flores ME. Low iron, calcium and zinc intake is associated with elevated blood lead levels in pregnant women. *Rev Esp Nutr Comunitaria.* 2010; 16(3): 128-136.
44. *Diario Oficial Mexicano*. NOM-231-SSA1-2002. Gobierno Constitucional de los Estados Unidos Mexicanos, Ciudad de México, 2007. Disponible en: <http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/231ssa102.pdf>
45. Ruíz Sandoval. G. Envenenamiento lento por plomo en los habitantes de Oaxaca. *Periódico de la Academia de Medicina de México, Higiene Pública.* *Gac Méd Méx.* 1878; 13(21): 393-403.

# Determinación de las Concentraciones de Mercurio en la Almeja Chocolate *Megapitaria aurantiaca* y su Factor de Riesgo a la Salud en una Comunidad Indígena Pesquera del Sur del Estado de Sonora, México

Dr. José de Jesús Balderas Cortés<sup>1</sup>, Dra. María Mercedes Meza Montenegro<sup>2</sup>, Dr. Iram Mondaca Fernández<sup>3</sup>,  
Dr. Juan Francisco Maldonado Escalante<sup>4</sup>.<sup>1</sup>

**Resumen**— El presente estudio tiene la intención de evaluar el riesgo ecológico costero de la Bahía del Tóbari, al sur del estado de Sonora, expuesta a metales pesados trazas en especies de carácter comestible. Se ubicaron puntos de muestreo seleccionados aleatoriamente en el estero de Tóbari. Se cuantificaron las concentraciones traza de mercurio mediante espectrofotometría de adsorción atómica. Con los datos obtenidos se realizó una evaluación de riesgo utilizando el criterio de la USEPA para Superfund (RAGS) mediante el Cociente de Peligro (HQ). Se encontraron concentraciones de mercurio por debajo del límite de detección que es de 1.27 µg/ kg, menor que el reportado para otras especies de moluscos. El valor de HQ para infantes obtenido para Hg fue de 0.006 lo cual no representa un riesgo a la salud, estando este alejado del parámetro de 1.0. Sin embargo, por tener efectos acumulativos, se deben tomar precauciones por sus posibles consecuencias futuras en la salud de los habitantes de la región.

**Palabras clave**—Toxicología, metales pesados, lagunas costeras, moluscos.

## Introducción

Las lagunas costeras del sur de Sonora se han convertido en el cuerpo receptor de las aguas residuales de diversas actividades ajenas a la pesca que se desarrollan en o alrededor de la misma. Algunas de las principalmente actividades comerciales son la minera, industria de transformación, turística, acuícola, agrícola y porcícola. En la actualidad los efectos acumulados de dichas actividades significan una agresión importante al modelo de circulación hidrodinámica de estos cuerpos de agua.

Las bahías son centros de protección biológica para especies endémicas y de paso sirven como sitios de reproducción y anidación de especies marinas comerciales. También funcionan como máquinas de filtrado, por lo que terminan acumulando todos los contaminantes humanos. Estos sitios son áreas de descarga final de los contaminantes y los organismos que se encuentran ahí están en un estrés constante por la introducción de estos agentes tóxicos. No existen estudios previos o actuales de contaminación por metales pesados que conlleven a una adecuada política de manejo. Trabajos recientes en México solo se han enfocado en la contaminación de metales pesados en sedimentos y escasamente en agua en los estuarios, aún así la relación que existe entre estos y su bioacumulación por organismos marinos es más escasa todavía (Belabed et al., 2018).

Nuestro estudio de interés se centra en el sur de Sonora, México, contiguo al Golfo de California por ser la principal fuente de pesca del estado y de abastecimiento de los grupos étnicos de la región. Los escenarios presumen sugerir la posibilidad de ingestión, inhalación y contacto dérmico con metales pesados por parte de los ciudadanos y afectación sobre el medio natural urbano. Como los metales pesados son generalmente no biodegradables (acumulativos) y no se conocen sus mecanismos homeostáticos (equilibrio en un medio interno), es muy probable que elevadas concentraciones generen efectos negativos sobre la vida biológica (Vera et al., 2016). En seres humanos existe acumulación en tejidos grasos y el sistema circulatorio, efectos adversos sobre el sistema nervioso

<sup>1</sup> Dr. José de Jesús Balderas Cortés es profesor titular de tiempo completo del Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias del Instituto Tecnológico de Sonora en Cd Obregón, Sonora México.  
[jose.balderas@itson.edu.mx](mailto:jose.balderas@itson.edu.mx).

<sup>2</sup> Dra. María Mercedes Meza Montenegro es profesor titular de tiempo completo del Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias del Instituto Tecnológico de Sonora en Cd Obregón, Sonora México.  
[mmeza@itson.edu.mx](mailto:mmeza@itson.edu.mx).

<sup>3</sup> Dr. Iram Mondaca Fernández es profesor titular de tiempo completo del Departamento de Biotecnología y Ciencias Alimentarias del Instituto Tecnológico de Sonora en Cd Obregón, Sonora México.  
[hmondaca@itson.edu.mx](mailto:hmondaca@itson.edu.mx).

<sup>4</sup> Dr. Juan Francisco Maldonado Escalante es profesor por asignatura del Departamento de Ciencias del Agua y Medio Ambiente del Instituto Tecnológico de Sonora en Cd Obregón, Sonora México.  
[juan.maldonado@itson.edu.mx](mailto:juan.maldonado@itson.edu.mx).

central y el funcionamiento de los órganos internos, y actúan como cofactores en enfermedades como el cáncer (Zafra-Mexía et al., 2020). Estudios recientes han reportado bajos niveles de CC16 en suero de niños expuestos a bajos niveles de metales en agua potable y suelo (Vega-Millán et al., 2021; Beamer et al., 2016). Los niños Yaquis, también mostraron incremento en el daño al ADN a moderados niveles tóxicos (Maldonado-Escalante et al., 2018). Además, nuestro análisis indican que los pobladores de esas comunidades están en riesgo de desarrollar enfermedades crónicas, incluyendo cáncer por la exposición crónica.

Rodríguez (2017), nos dice que la exposición a algunos metales pesados ha sido asociada a una gran variedad de efectos negativos sobre la salud, incluyendo el cáncer. Las vías fundamentales de estos químicos al organismo, son las vías de ingestión, inhalación y dérmica. Aunque algunos elementos son esenciales para los humanos son peligrosos a altos niveles de exposición.

En las lagunas costeras de Sonora se han encontrado metales pesados como mercurio, cobre, arsénico, plomo, cadmio, zinc entre otros en tejidos de peces y moluscos así como también en agua y sedimentos al ser un área de descarga de residuos (Méndez et al., 2002; Green-Ruiz et al., 2005; García- Hernández et al., 2015).

Mercurio es uno de los metales pesados más tóxico en el medio ambiente, incluyendo la litosfera, hidrosfera, atmósfera y biosfera. Una serie de transformaciones químicas complejas permite los tres estados de oxidación del ciclo de Hg en el medio ambiente (Barbosa et al., 2001). Es el metal que presenta mayor preocupación con respecto al consumo de pescado y marisco en relación a salud humana (Marcotrigiano y Storelli, 2003).

Según Le Bourg et al., (2019) y Chouvelon et al., (2018) el Mercurio es un elemento químico de carácter lipofílico, neurotóxico, estresante y dañino para el desarrollo de la vida acuática, además tiene la capacidad de bioacumularse y biomagnificarse a través de la cadena trófica. Los efectos adversos que puede causar son daños al sistema nervioso y reproductivo (Tong et al., 2017).

Las intoxicaciones con mercurio pueden provocar temblores, gingivitis, alteraciones psicológicas y aborto espontáneo. Las exposiciones leves a los vapores están caracterizadas por pérdida de la memoria, temblores, inestabilidad emocional (angustia e irritabilidad), insomnio e inapetencia. A exposiciones moderadas, se observan desórdenes mentales y perturbaciones motoras, así como afecciones renales. Las exposiciones breves a altos niveles de vapor de mercurio pueden producir daños pulmonares y muerte (García-García et al., 2012; Rendón, 2012)

Los moluscos bivalvos (mejillones, almejas, ostras) constituyen una parte importante de la producción pesquera nacional, estos a su vez son organismos filtradores que son capaces de concentrar en sus tejidos distintos contaminantes del ambiente que los rodea debido a su proceso de bioacumulación (Zuykov et al., 2013).

Wong et al., (2016) encontraron la presencia de metales pesados en el tejido comestible de almeja asiática de la especie *Corbicula javanica* obteniendo una concentración de 1.29-19.6 µg/g para As, 0.13-0.38 µg/g de Cd y 7.53-55.7 µg/g de Pb.

Así mismo Méndez et al., (2006) estudiaron Almeja Reyna (*Megapitaria Squalida*) del Golfo de California encontrando que la especie si presenta bioacumulación de metales pesados en su musculo aductor obteniendo 0.1-7.8 µg/g de Pb, 1.5- 11.1 para Cd respectivamente, también mencionan que las concentraciones de los metales presentes en esta especie varía de acuerdo a la época del año.

La seguridad alimentaria se ha convertido en eje principal para la supervivencia del planeta, dada la aumentada expansión demográfica y la decreciente disponibilidad de recursos alimenticios. El consumo de organismos marinos juega un papel esencial, dado que puede reducir los índices de malnutrición por su contenido de aminoácidos esenciales, proteína de alta calidad, lípidos con ácidos grasos esenciales (EPA y DHA), vitaminas y minerales, sobre todo en aquellos lugares en donde las comunidades indígenas son extremadamente vulnerables. Adicionalmente reduce el riesgo de enfermedades coronarias, diabetes e hipertensión y contribuye al desarrollo y crecimiento fetal (Vargas, 2019).

En estos sitios donde los grupos indígenas hacen uso del recurso con fines alimenticios y para consumo regional se hace necesario encaminar estudios orientados a la valoración de los niveles y el grado de contaminación por metales y sus efectos sobre la salud en matrices ambientales y biológicas. Para validar el uso de biomarcadores, es indispensable continuar con estas investigaciones y replicarlas en pobladores de diversas comunidades en el Estado y en otras partes del país, de tal forma de poder diagnosticar de forma temprana los daños ocasionados por los metales pesados mediante la aplicación estas herramientas diagnósticas

En una región agrícola y minera de gran magnitud como lo es el valle del Yaqui en la que el perfil de mortalidad se ha incrementado en los últimos años atribuido a enfermedades crónicas, la implementación de técnicas analíticas, el monitoreo de contaminantes y la generación de mapas de riesgos ambientales que incluyan la caracterización de partículas tóxicas y sus fuentes de emisión representa un importante cambio en el conocimiento

para desarrollar criterios de toma de decisiones y definir prioridades de atención en materia de salud pública y planeación urbana. De ahí se hace necesaria atender la siguiente problemática: ¿Cuál es la concentración de mercurio en una comunidad indígena yaqui expuesta a fuentes de contaminación y su efecto en la salud humana?

Por lo anteriormente expuesto el presente trabajo tiene como objetivo el determinar la concentración de metales pesados en especies comestibles marinas de comunidades indígenas yaquis expuesta a fuentes de contaminación mediante espectrofotometría de absorción atómica que permita caracterizar el ambiente marino y matrices biológicas comestibles en lagunas costeras del sur del Estado de Sonora, así como la evaluación de riesgo a la salud humana.

### Descripción del Método

#### *Muestreo de organismos vivos.*

Se situó como campo de estudio el estero del Tóbari, al sur del Estado de Sonora (Figura 1) para posteriormente tomar 30 muestras de la especie biológica almeja chocolate (*Megapitaria aurantiaca*).



Figura 1. Zona de muestreo de organismos de *Megapitaria aurantiaca*

Las muestras de organismos vivos se recolectaron en bolsas de polietileno de 1 galón y se transportaron en hieleras a 4°C al laboratorio de Toxicología del Centro de Investigación e Innovación en Biotecnología Agropecuaria y Ambiental (CIIBAA) del Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON) donde fueron almacenadas según lo indica la NOM-242-SSA1-2009 hasta su análisis.

#### *Determinación de mercurio en Megapitaria aurantiaca .*

Para el análisis de muestras biológicas se tomó la parte comestible de individuos completos, se agregaron en un vaso de precipitado de 250 mL y se les adicionó 20 mL de HNO<sub>3</sub> al 70 %. Los vasos fueron cubiertos con un vidrio de reloj y se calentaron en una parrilla eléctrica sin dejar llegar a ebullición. Se filtró el resultante de aproximadamente 5 mL con un filtro Whatman No. 42 utilizando un embudo de vidrio. El filtrado fue colectado y aforado en un matraz volumétrico de 100 mL. La presencia de metales fue determinada por GH-EAA (Espectrofotometría de Absorción atómica acoplada a Generador de Hidruros).

### Cuantificación del metal en la matriz biológica

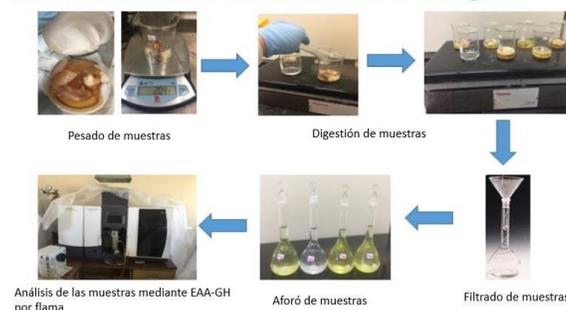


Figura 2. Espectrofotometría de Absorción atómica acoplada a Generador de Hidruros

### Evaluación de riesgo.

La evaluación de riesgo con respecto a la exposición por ingestión a los metales en matrices contaminadas se llevó a cabo para estimar el daño de la toxicidad no carcinogénica (crónica) de la población expuesta. La estimación del riesgo se calculó con base en ecuaciones detalladas en la Guía de Evaluación de Riesgos USEPA para Superfund (RAGS) Parte A. La dosis media diaria (ADD) se determinó mediante la siguiente ecuación:  $ADD = [C \times \text{ingr} \times EF \times ED] / [BW \times AT]$ . Donde C es la concentración de metales ( $\text{mg kg}^{-1}$ ). Las estimaciones de tasas de ingestión para adultos  $100 \text{ mg día}^{-1}$  y niños  $200 \text{ mg día}^{-1}$  de acuerdo al modelo, se estimó el peso corporal medio (BW) tanto para adultos como para niño (BW), la frecuencia de exposición es  $EF = 350 \text{ días del año}^{-1}$ ; la duración de la exposición,  $ED = 6 \text{ años}$ , y el tiempo de promedio,  $AT = 2190 \text{ días}$ . El riesgo tóxico no carcinogénico se determinó mediante el cálculo del coeficiente de riesgo, HQ, donde  $HQ = ADD / DR$  y DR es una estimación de la exposición diaria a la población humana que pueda estar sin un riesgo apreciable de efectos adversos durante toda la vida. Por lo tanto,  $HQ \leq 1$  sugiere improbables efectos adversos para la salud, mientras  $HQ > 1$  indica la probabilidad de efectos adversos para la salud (U.S. EPA, 1993). Un  $HQ > 10$  se considera elevado riesgo crónico.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

En la especie bajo estudio *Megapitaria aurantiaca* extraída de la Bahía del Tóbari, Sonora se encontró la presencia de mercurio pero en concentraciones más bajas que el límite de detección que es de  $1.27 \mu\text{g/kg}$ .

Especie molusco	Media Hg ( $\mu\text{g/kg}$ )	Lugar	referencia
<i>Megapitaria aurantiaca</i>	<L.D	Tóbari, Sonora	Este estudio
<i>Mytilus edulis</i>	30	Bahía Magdalena, BCS	Sujitha et al., (2018)
<i>Anadara tuberculosa</i>	325	Ecuador	Tobar et al., (2017)
<i>Atrina amaura</i>	6300	La pitahaya, Sinaloa	Góngora-Gómez et al., (2018)
<LD (menor al límite detectado).			

Cuadro 1 - Media de concentraciones de Mercurio.

Se realizó una comparación documental (Cuadro 1) con especies similares, donde se observó que *Atrina amaura* en el estudio realizado por Góngora-Gómez et al., (2018) muestran concentraciones de  $6300 \mu\text{g/kg}$  de Hg, esto debido a la estación del año en la que fue extraído y a las actividades antropogénicas de la región. Sujitha et al., (2018) en Baja California Sur reportan que en *Mytilus edulis*, un mejillón endémico de la región, presentó una concentración baja de este metal dado su habitat a 60 m de profundidad. En Ecuador un estudio realizado por Tobar et al., (2017) para la especie *Anadara tuberculosa* encontraron una concentración de  $325 \mu\text{g/kg}$  de Hg. Esta especie se caracteriza por encontrarse enterrada en el fango intermareal hasta 5 metros de profundidad además de habitar en zonas de manglares, siendo estos en los que presentan altas concentraciones de metales dado su cercanía con los desagües de aguas residuales generadas por la industria y el sector rural.

Belabed y Soltani (2018) reportaron que las especies de moluscos son un excelente indicador para medir el nivel de contaminación por metales el lugar que ocupan en la cadena trófica.

El valor de HQ para infantes obtenido para Hg es de 0.006 lo cual indica la posibilidad de no riesgo a la salud. Al tratarse de un agente tóxico bioacumulable se debe tener en cuenta sus posibles efectos a futuro en la salud de los consumidores.

### Conclusiones

Para este tipo de estudios se trabajó con infantes ya que son la población más vulnerable y en la que se ven afectadas las diferentes etapas de su desarrollo infantil cuando están en contacto con altas concentraciones de mercurio en su vida cotidiana, al alimentarse y consumir agua contaminada, siendo estas dos de las matrices más contaminadas en la región.

Aunque en la Bahía del Tóbari se encontraron niveles bajos de contaminación por mercurio en comparación con informes publicados en varias regiones, los niveles de toxicidad en *Megapitaria aurantiaca* bajo estudio no exceden los límites máximos establecidos por la NOM-242-SSA1-2009, pero gracias a los análisis realizados se logró establecer que existe la presencia de este metal en la matriz biológica. Dichos resultados nos dan un indicador del grado de contaminación que se tiene en la Bahía del Tóbari, aunque se sabe que de forma natural este elemento se encuentran en el sedimento marino.

### Referencias

- Barbosa, A. C., Jardim, W., Dórea, J. G., Fosberg, B. y Souza, J. (2001). Hair Mercury Speciation as a Function of Gender, Age, and Body Mass Index in Inhabitants of the Negro River Basin, Amazon, Brazil. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 40(3), 439-444. doi:10.1007/s002440010195.
- Beamer, P. I., Klimecki, W. T., Loh, M., Van Horne, Y. O., Sugeng, A. J., Lothrop, N., Martinez, F. D. (2016). Association of Children's Urinary CC16 Levels with Arsenic Concentrations in Multiple Environmental Media. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 13(5), 521.
- Belabed, S. y Soltani, N. (2018). Effects of cadmium concentrations on bioaccumulation and depuration in the marine bivalve *Donax trunculus*. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*, 3(1), 19. doi:10.1007/s41207-018-0054-0.
- Chouvelon, T., Cresson, P., Bouchoucha, M., Brach-Papa, C., Bustamante, P., Crochet, S., Marco-Miralles, F., Thomas, B. y Knoery, J. (2018). Oligotrophy as a major driver of mercury bioaccumulation in medium-to high-trophic level consumers: A marine ecosystem-comparative study. *Environmental Pollution*, 233, 844-854. doi:https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.11.015.
- García-García, N., Pedraza-Garciga, J., Montalvo, J. F., Martínez, M. y Leyva, J. (2012). Evaluación Preliminar de riesgos para la salud humana por metales pesados en las Bahías de Buenavista y San Juan de los Remedios, Villa Clara, Cuba. *Revista Cubana de Química*, 24, 126-135.
- García- Hernández, J., Espinosa-Romero, M. J., Cisneros-Mata, M. Á., Leyva- García, G., Aguilera-Márquez, D. y Torre-Cosío, J. (2015). Concentración de mercurio y plaguicidas organoclorados (POC) en tejido comestible de jaiba café *Callinectes bellicosus* de las costas de Sonora y Sinaloa, México-. *Ciencia Pesquera*, 23, 65-79.
- Góngora-Gómez, A. M., Domínguez-Orozco, A. L., Villanueva-Fonseca, B. P., Muñoz-Sevilla, N. P. y García-Ulloa, M. (2018). Seasonal levels of heavy metals in soft tissue and muscle of the pen shell *Atrina maura* (sowerby, 1835) (bivalvia: pinnidae) from a farm in the southeastern coast of the Gulf of California, Mexico. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 34, 57-68.
- Green-Ruiz, C., Ruelas-Inzunza, J. y Páez-Osuna, F. (2005). Mercury in surface sediments and benthic organisms from Guaymas Bay, east coast of the Gulf of California. *Environmental Geochemistry and Health*, 27(4), 321. doi:10.1007/s10653-004-5741-x
- Le Bourg, B., Kiszka, J. J., Bustamante, P., Heithaus, M. R., Jaquet, S. y Humber, F. (2019). Effect of body length, trophic position and habitat use on mercury concentrations of sharks from contrasted ecosystems in the southwestern Indian Ocean. *Environmental Research*, 169, 387-395. doi:https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.11.024.
- Maldonado EJM, Diana Meza Figueroa, Ana Gabriela Dévora Figueroa, Leticia García Rico, Jefferey L. Burgess, R. Clark Lantz, Leticia Yañez Estrada, Marco Antonio Martínez Cinco, José de Jesús Balderas Cortés, Iram Mondaca Fernández and María Mercedes Meza Montenegro. (2018). An integrated health risk assessment of indigenous children exposed to arsenic in Sonora, Mexico, *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*.
- Marcotrigiano, G. O. y Storelli, M. M. (2003). Heavy Metal, Polychlorinated Biphenyl and Organochlorine Pesticide Residues in Marine Organisms: Risk Evaluation for Consumers. *Veterinary Research Communications*, 27(1), 183-195. doi: 10.1023/B:VERC.0000014137.02422.f4.
- Méndez, L., Salas-Flores, L. M., Arreola-Lizarraga, A., Alvarez-Castañeda, S. T. y Acosta, B. (2002). Heavy Metals in Clams from Guaymas Bay, Mexico. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 68(2), 217-223. doi:10.1007/s001280241.
- Norma Oficial Mexicana NOM-242-SSA1-2009, Productos y servicios. Productos de la pesca frescos, refrigerados, congelados y procesados. Especificaciones sanitarias y métodos de prueba., pp. 1-128
- Rodríguez, H. D. (2017). Intoxicación ocupacional por metales pesados. *MEDISAN*, 21(12), 3372-3385.
- Sujitha, S. B., Jonathan, M. P., Auriolles-Gamboa, D., Campos Villegas, L. E., Bohórquez-Herrera, J. y Hernández-Camacho, C. J. (2018). Trace elements in marine organisms of Magdalena Bay, Pacific Coast of Mexico: Bioaccumulation in a pristine environment. *Environmental Geochemistry and Health*. doi:10.1007/s10653-018-0198-5
- Tong, Y., Wang, M., Bu, X., Guo, X., Lin, Y., Lin, H., Li, J., Zhang, W. y Wang, X. (2017). Mercury concentrations in China's coastal waters and implications for fish consumption by vulnerable populations. *Environmental Pollution*, 231, 396-405. doi:https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.08.030.
- U.S. EPA. *Wildlife Exposure Factors Handbook* (Final, 1993). U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., EPA/600/R-93/187, 1993.

Tobar, J., Ramírez, M. M., Fermin, I. y Senior, W. (2017). Concentración de metales pesados en Bivalvos *Anadara tuberculosa* y *A. similis* del estero huaylá, provincia de el Oro, Ecuador. Centro de investigaciones Biológicas, pp. 19-30.

Vargas, S. y Marrugo, J. (2019). MERCURIO, METILMERCURIO Y OTROS METALES PESADOS EN PECES DE COLOMBIA: RIESGO POR INGESTA. *Acta biol. Colomb.*, 24(2):232-242.

Vega-Millán CB, Dévora-Figueroa AG, Burgess JL, Beamer PI, Furlong M, Lantz RC, Meza-Figueroa D, O Rourke MK, García-Rico L, Meza-Escalante ER, Balderas-Cortés JJ, Meza-Montenegro MM. (2021). Inflammation biomarkers associated with arsenic exposure by drinking water and respiratory outcomes in indigenous children from three Yaqui villages in southern Sonora, México. *Environ Sci Pollut Res Int.* 2021 Mar 1:1–12. doi: 10.1007/s11356-021-13070-x.

Vera, L., Uguña, M., García, N., Flores M., Vázquez, V. (2016). Eliminación de los metales pesados de las aguas residuales minerales utilizando el bagazo de caña como biosorbente Afinidad. *Revista de Ingeniería Química Teórica y Aplicada*: Vol. 73, No 573 (2016).

Zafra-Mejía, J., Beltrán-Vargas, J. (2020). Contaminación y salud pública en hábitats urbanos: metales pesados en sedimentos viales de Bogotá, Colombia. *Revista EIA, ISSN 1794-1237 / Año XVII/ Volumen 17/ Edición N.33 / Enero-junio 2020 /Reia33001* pág. 1-15.

Zuykov, M., Pelletier, E., y Harper, D. T. (2013). Bivalve mollusks in metal pollution studies: From bioaccumulation to biomonitoring. *Chemosphere*, 93(2), 201–208. <http://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.05.001>.

# Prototipo de Medición de Irradiancia, Irradiación y Cálculo de las Horas Solar Pico

Balderas Duque Esmeralda<sup>1</sup>, Hernández Ruiz Mirta Sujey<sup>2</sup>,  
Medellín Cantú Ricardo<sup>3</sup>, M.C. Sánchez Cortez José Alfonso<sup>4</sup>,  
M.I.A. Marco Antonio Merino Treviño<sup>5</sup>, Dra. Amparo González Morales<sup>6</sup> y  
M.C. Alejandrina Antonio Antonio<sup>7</sup>

**Resumen**— La presente investigación muestra el diseño y construcción de un prototipo experimental capaz de aproximar la medida de irradiancia solar en una ubicación geográfica, utilizando como elemento principal un módulo fotovoltaico, una placa de desarrollo Arduino Uno R3, una carga y un sensor INA 219. Cuyo propósito es obtener la aproximación del valor de irradiancia en tiempo real y generar una base de datos, a través de: capturar el comportamiento de la irradiancia a lo largo del día, determinar la irradiación y calcular el valor de las Horas Solares Pico (HSP). Mediante un enlace del microcontrolador al Data streamer de Excel, es posible recolectar datos para ser exportados a MatLab y utilizando un algoritmo obtener la gráfica de irradiancia vs tiempo y determinar las HSP, comprobando entre los datos obtenidos versus los datos publicados en el sitio web POWER Data Access Viewer, correspondientes al día en que se tomaron las lecturas comprobando así la aproximación del prototipo.

**Palabras clave**—Irradiancia, sensor INA219, módulo fotovoltaico, solarímetro y microcontrolador.

## Introducción

En el diseño de una instalación fotovoltaica es importante considerar ciertos parámetros tales como, la irradiancia, las horas solares pico y la irradiación, con la finalidad de determinar si en dicha área es factible la instalación de módulos fotovoltaicos. En vista de esto, se fabricó un circuito electrónico experimental para obtener la aproximación de la irradiancia, generando una base de datos con las mediciones a lo largo día, siendo utilizadas para realizar los cálculos de los parámetros mencionados con anterioridad. Teniendo como meta principal que el sistema incorporará un registro en tiempo real de los datos adquiridos a lo largo del día y su vez se pudiera generar un uso con ellos a diferencia de un solarímetro convencional que no cuenta con dicha característica.

Durante la indagación, el objetivo fue obtener los valores de irradiancia usando un circuito analógico-digital propuesto, al afirmar que existe una relación entre los valores obtenidos de las terminales del módulo de 10W, al conectarlo a una carga de 10W - 12V y diferenciándolos con los de irradiancia marcados por el solarímetro. Por consiguiente, con la función matemática resultante y los valores instantáneos arrojados por el sensor INA219 del generador, se mostrará el valor de la irradiancia calculado, en base al análisis de los datos obtenidos durante un periodo de cuatro meses. El método empleado fue basado en la experimentación, pues partió de la hipótesis de correlación entre los valores eléctricos resultantes de un módulo fotovoltaico, cuando está expuesto a la radiación del sol con respecto al valor real de la irradiancia de un solarímetro.

## Descripción del Método

### *Reseña de las dificultades de la búsqueda*

En el proceso de esta investigación se desarrollaron las siguientes metodologías, en primer lugar, se realizó una simulación del módulo fotovoltaico en Simulink (ver Figura 1) dicha programación permitía controlar los parámetros de la irradiancia, la temperatura y las características técnicas del módulo. Lo que se pretendía era tener una

<sup>1</sup> Balderas Duque Esmeralda es alumno de la carrera de Ingeniería en Energías Renovables en la Universidad Tecnológica de Altamira [491910428@utaltamira.edu.mx](mailto:491910428@utaltamira.edu.mx).

<sup>2</sup> Hernández Ruiz Mirta Sujey es alumno de la carrera de Ingeniería en Energías Renovables en la Universidad Tecnológica de Altamira [491910015@utaltamira.edu.mx](mailto:491910015@utaltamira.edu.mx).

<sup>3</sup> Medellín Cantú Ricardo es alumno de la carrera de Ingeniería en Energías Renovables en la Universidad Tecnológica de Altamira [491910404@utaltamira.edu.mx](mailto:491910404@utaltamira.edu.mx).

<sup>4</sup> M.C. Sanchez Cortez Jose Alfonso es catedrático de la carrera de Ingeniería en Energías Renovables en la Universidad Tecnológica de Altamira [jsanchez@utaltamira.edu.mx](mailto:jsanchez@utaltamira.edu.mx).

<sup>5</sup> M.I.A. Marco Antonio Merino Treviño es catedrático de la carrera de Ingeniería en Energías Renovables en la Universidad Tecnológica de Altamira [mmerino@utaltamira.edu.mx](mailto:mmerino@utaltamira.edu.mx).

<sup>6</sup> Dra. Amparo González Morales es catedrático de la carrera de Ingeniería en Energías Renovables en la Universidad Tecnológica de Altamira [amorales@utaltamira.edu.mx](mailto:amorales@utaltamira.edu.mx).

<sup>7</sup> M.C. Alejandrina Antonio Antonio es catedrático de la carrera de Ingeniería en Energías Renovables en la Universidad Tecnológica de Altamira [aantonio@utaltamira.edu.mx](mailto:aantonio@utaltamira.edu.mx).

base de datos con los parámetros de corriente, voltaje y potencia al introducir valores de entrada como: la temperatura e irradiancia. En consecuencia, se obtuvieron datos en condiciones de un sistema ideal, siendo esto una complicación, ya que los valores no serían dinámicos, pues la irradiancia es variable, puesto que se ve afectada por las sombras de las nubes y la ventana solar.

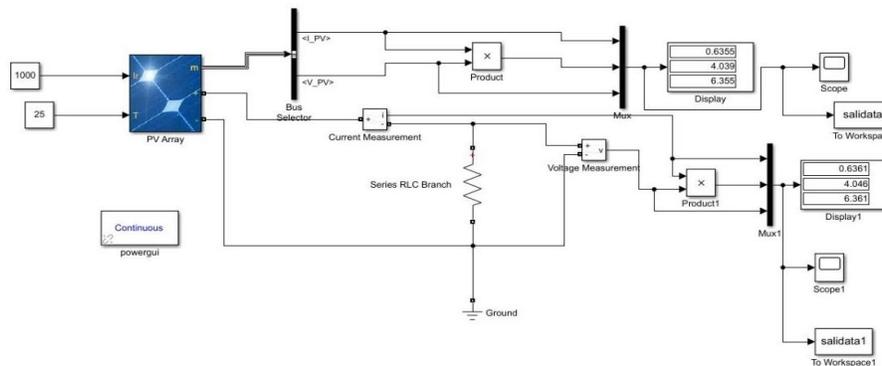


Figura 1. Polania Jorge Antonio. (2021). Diagrama de la simulación en Simulink. Fuente: <https://youtu.be/b7IOy7vhGXk>.

Por consiguiente, se llevó a cabo la siguiente metodología experimental con el uso de una celda solar, con la cual se pretendía obtener los valores de corriente y caída de voltaje. Durante este proceso se identificó que la celda solar no arrojaba datos que pudieran ser medibles por un multímetro, y no se contaba con información técnica de la misma, cabe mencionar que en este periodo de experimentación no se tenía conocimiento de algún sensor, que realizara la función de medir la corriente y el voltaje en circuito abierto, por tal razón se descartó el uso de la celda y se reemplazó por un módulo fotovoltaico.

En vista de la importancia de las consideraciones técnicas para el diseño del prototipo, se empleó un módulo fotovoltaico de 10W, 17.2 Volts y 0.58 Amp. Después, se indagó qué circuitos electrónicos o sensores se emplearían para no dañar al microcontrolador y el ordenador. Por esta razón, se plantearon dos propuestas para el desarrollo del circuito; la primera se basó en la utilización de un divisor de voltaje y un sensor de corriente ACS712, para medir la caída de voltaje y corriente de la carga conectada al generador, monitoreando de esta manera que el voltaje que ingresa al microcontrolador sea el adecuado y no genere daños.

El circuito consistió en conectar el módulo fotovoltaico en paralelo a una carga de la misma potencia (ver figura 2), para posteriormente registrar la corriente y caída de voltaje cada 3 minutos a partir de las 3:00 pm hasta las 6:00 pm, sin embargo, en esta primera etapa de experimentación los resultados del circuito solo permitieron aproximar los valores de irradiancia durante las horas del día con mayor radiación solar con una diferencia de  $\pm 40W/m^2$ , pero se volvió caótico cuando se puso a prueba durante el amanecer, al marcar una diferencia de hasta  $240W/m^2$ , con respecto a lo señalado por el solarímetro. Llegando a la conclusión, de que los resultados generados eran debido a la falta de datos en un horario en el cual la irradiancia fuera menor, o en presencia de sombras causadas por las nubes.

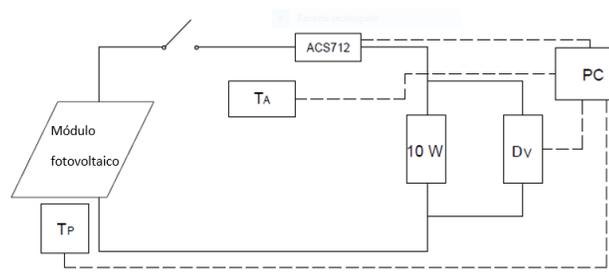


Figura 2. Diagrama de conexión del módulo fotovoltaico en paralelo con la carga. (2022). Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, se llevó a cabo la siguiente metodología experimental con el uso de una celda solar, con la cual se pretendía obtener los valores de corriente y caída de voltaje. Durante este proceso se identificó que la celda solar no arrojaba datos que pudieran ser medibles por un multímetro, y no se contaba con información técnica de la misma, cabe mencionar que en este periodo de experimentación no se tenía conocimiento de algún sensor, que realizara la función de medir la corriente y el voltaje en circuito abierto, por tal razón se descartó el uso de la celda y se reemplazó por un módulo fotovoltaico.

El sensor de corriente ACS712 y el divisor de voltaje permitieron la pauta para la aplicación de un nuevo circuito, debido a que se decidió innovar el diseño y reducirlo utilizando un equipo más práctico y eficiente, en este caso, se procedió a retirar el sensor de corriente ACS712 y el divisor de voltaje, reemplazándolo por un sensor INA219 que es capaz de proporcionar valores de voltaje de entrada, voltaje de la carga, corriente de la carga y potencia, además de monitorizar el consumo de energía de un dispositivo, esto lo hace midiendo la caída de tensión de una resistencia en derivación o resistencia shunt.

A continuación, se inició con la segunda propuesta, empezando por la toma de nuevos valores de distintas condiciones climáticas, para obtener una nueva aproximación al valor de irradiancia. La conexión del sensor INA219 en términos generales se realizó al enlazar el módulo fotovoltaico al sensor INA219, enviando la información al Monitor Serial del Arduino. (ver figura 3).

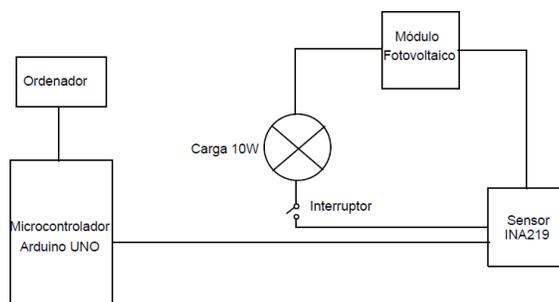


Figura 3. Diagrama de conexiones del sensor INA 219. (2022). Fuente: Elaboración propia.

En primera instancia, es importante mencionar que con anterioridad el valor de referencia fue la potencia, pero durante los posteriores días para la obtención de datos, se identificó que los valores que mostraban una acertada relación con el aumento y disminución de la irradiancia era la corriente, con la cual se determinó una función que se agregó al script de programación en el software de Arduino y se comprobó existencia de una correlación entre los datos de 0.8909, demostrando que los nuevos datos registrados entre 7:30 am-6 pm tiene una considerable relación y que a su vez cumplen con los objetivos de la nueva propuesta, al lograr una mayor aproximación de irradiancia.

Finalmente, se realizó una comprobación en un sitio con sombra, cielo despejado y también cuando el sol está en su punto más alto, para ello se agregó la ecuación al script que se tenía previamente. Los resultados con la ecuación fueron favorables, ya que se tiene un rango de  $3W/m^2$  del valor mostrado en el solarímetro.

Una vez construido el circuito electrónico que mide irradiancia, se procedió a colocar el módulo fotovoltaico en un área de espacio libre, donde no se le obstruyera la luz solar y pudiera recolectar los valores correspondientes a lo largo del día, estas mediciones se realizaron el día 1o de octubre en un periodo de tiempo de 10:00 de la mañana a 6:30 de la tarde, cabe mencionar que las condiciones del clima fueron favorables, presentando cielo mayormente despejado y con nubosidad intermitente.

Al tener una adquisición de datos recopilados en excel de la irradiancia solar que se presentó en el día antes mencionado se procedió a graficar el comportamiento de la irradiancia mediante una curva de irradiancia (ver Figura 4), teniendo en cuenta estos datos, es posible determinar las horas solares pico pertenecientes a ese día mediante un

algoritmo programado en el software MatLab (MATrix LABORatory). Para lograr esto, primeramente se tiene que cargar los valores guardados en excel a un formato denominado “.Dat”.

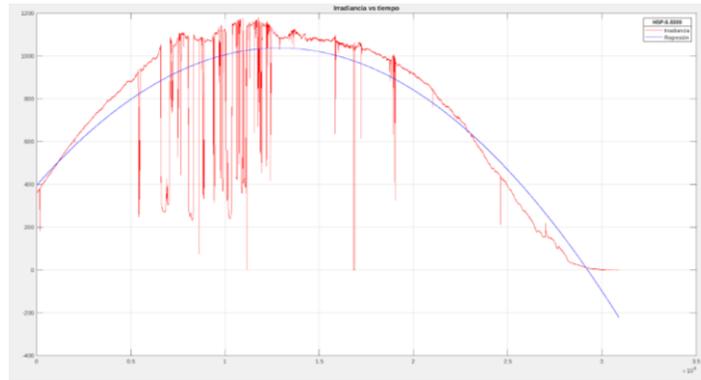


Figura 4. Curva de Irradiancia. (2022). Fuente: Elaboración propia.

Seguido a esto, se tiene que asignar las variables que se están utilizando (voltaje de la fuente, corriente, caída de voltaje de la carga, irradiancia y potencia) y que se tomaron en la medición con ayuda del módulo fotovoltaico, se ingresa la cantidad de segundos que pasaron entre cada medición, así como también las dimensiones de la muestra, en este caso corresponden a la cantidad de valores que se registraron a lo largo del día, siendo un aproximado de 30,900 datos.

Ya que se tiene en cuenta lo anterior, se realiza el cálculo de la HSP, iniciando por obtener el promedio de todos los valores de irradiancia y guardar el resultado obtenido en una variable. Para el cálculo de las Horas totales se utiliza la cantidad de valores de irradiancia tomados entre 3600 segundos que contiene una hora. Una vez obtenido ese valor se multiplica por el promedio y se divide entre 1000 (ver Figura 5).

---

**Algoritmo 1:** Lectura y Procesamiento de datos

---

```
1 Carga:general.dat
2 Asignación de Variables: i,v,vs,vl,c,p
3 T= Cantidad de segundos
4 Dimensión vector muestras: ST= Lenght (i)
5 Promedio vector muestras: M= Mean(i)
6 S: Horas totales =ST/3600
7 HSP=(M*S)/1000
8 REGRESIÓN DE LA CURVA
9 Polyfit:polyfit(tiempo vs irradiancia, orden 2)
10 Grafica 1: Tiempo vs Irradiancia
11 Grafica 2: Tiempo vs Vector Polyfit
```

---

Figura 5. Pseudocódigo empleado. (2022). Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta los valores proporcionados anteriormente, se procedió a indagar en el sitio web POWER Data Access Viewer (ver Figura 6), para determinar si los datos que se obtuvieron eran aproximados a las HSP de ese día. En dicho sitio, se ingresó el día en el que se tomaron las mediciones, así como también la ubicación de donde se

encontraba instalado el circuito electrónico digital, el resultado fue muy favorable, ya que el valor que arrojó el sitio web y el valor que se logró calcular con el prototipo fueron muy aproximados.

```

-BEGIN HEADER-
NASA/POWER CERES/MERRA2 Native Resolution Daily Data
Dates (month/day/year): 09/30/2022 through 10/02/2022
Location: Latitude 22.4077 Longitude -97.9253
Elevation from MERRA-2: Average for 0.5 x 0.625 degree lat/lon region = 45.04 meters
The value for missing source data that cannot be computed or is outside of the sources availability range: -999
Parameter(s):
ALLSKY_SFC_SW_DWN CERES SYN1deg All Sky Surface Shortwave Downward Irradiance (kW-hr/m^2/day)
CLRSKY_SFC_SW_DWN CERES SYN1deg Clear Sky Surface Shortwave Downward Irradiance (kW-hr/m^2/day)
ALLSKY_SFC_LW_DWN CERES SYN1deg All Sky Surface Longwave Downward Irradiance (W/m^2)
-END HEADER-

```

YEAR	MO	DY	ALLSKY_SFC_SW_DWN	CLRSKY_SFC	ALLSKY_SFC_LW_DWN
2022	9	30	6.19	-999	381.64
2022	10	1	6.26	6.37	377.09
2022	10	2	6.2	-999	376.41

Figura 6. Horas solares pico del sitio web POWER Data Access Viewer. (2022).

Fuente: <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

### Comentarios Finales

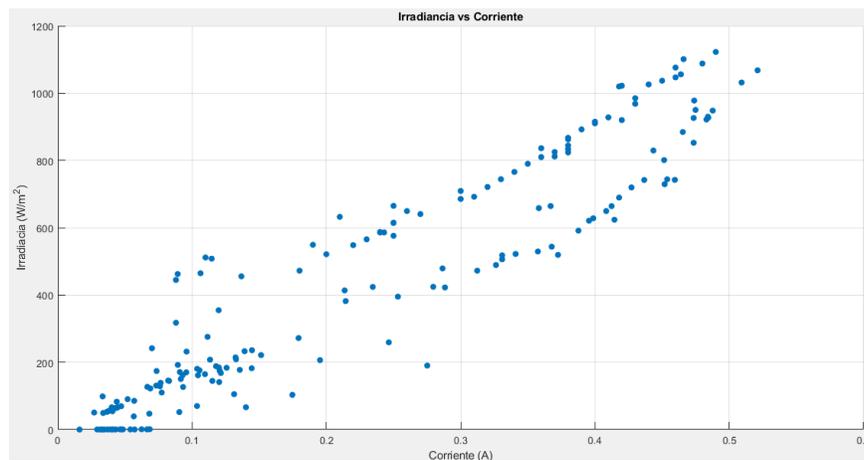
Las condiciones del clima son de suma importancia para llevar a cabo el desarrollo del proyecto, al estar presente un clima totalmente soleado, se tiene una mejor correlación entre todos los Valores obtenidos. También, es fundamental considerar los aspectos eléctricos y de programación.

Haciendo una comparación entre el solarímetro convencional y el medidor de aproximación de irradiancia, se puede destacar que el prototipo es capaz de generar una adquisición de datos y almacenarlos para tener una visualización por día de la irradiancia, con la cual se puede calcular la irradiación y las horas solares pico.

### Resumen de resultados

Los valores obtenidos durante la recopilación de datos dieron origen a la ecuación lineal (ver gráfica 1), con la cual, al aplicarla se obtuvo una diferencia de  $\pm 3W/m^2$ . Al momento en el cual una nube proyectaba sombra en el módulo fotovoltaico, los valores tenían una diferencia de  $\pm 1W/m^2$  con respecto al solarímetro. Cuando finalmente se colocó el módulo fotovoltaico en una zona donde no estuviera expuesto a los rayos del sol, la lectura señalaba tenía una diferencia de  $0.4 W/m^2$  en comparación con el medidor convencional. Por tal razón, se estableció que el circuito electrónico experimental tiene una aproximación de  $\pm 3W/m^2$ , siendo este un valor muy favorable.

En cuando al cálculo de las HSP, el prototipo arrojó un resultado de  $6.08 kW/m^2/día$  con el cual se hizo una comparación con los datos publicados en el sitio web POWER Data Access Viewer de la NASA, correspondientes al día en que se tomaron las lecturas, teniendo una diferencia de  $0.18 W/m^2 / día$ , aproximando considerablemente el valor determinado.



Gráfica 1. Recolección de datos. (2022). Fuente: Elaboración propia.

### Conclusiones

Con los resultados obtenidos se cumplió la iniciativa del proyecto, al crear un modelo físico factible y económico con la implementación de módulo fotovoltaico, tecnologías como un microcontrolador y un sensor capaz de medir parámetros eléctricos necesarios y obtener como resultado un valor aproximado de irradiancia. Los conocimientos adquiridos por la investigación generan una repercusión en el estudio de la irradiancia, así mismo el desarrollo de este medidor de irradiancia hace una pauta para el emprendimiento e investigación de nuevas tecnologías en las energías renovables.

### Recomendaciones

Este prototipo está sujeto a modificaciones y a la comprobación en distintas zonas geográficas para analizar el comportamiento de la ecuación, la curva de irradiancia y las HSP, así como encontrar sus limitantes. Además, es importante presentar el valor de irradiancia en una interfaz gráfica para que sea más fácil visualizar los datos que se obtienen. Por otro lado, se considera realizar otro tipo de análisis en que se incluya la temperatura como variable, pues es de suma importancia, ya que afecta considerablemente el comportamiento del módulo fotovoltaico. Algunas otras sugerencias a futuro sobre el diseño de este prototipo podrían ser: la posibilidad de incorporar un sensor de WI-FI y almacenar los datos en la nube, así como instalar el circuito electrónico con las condiciones adecuadas para su correcto funcionamiento, de manera que no exista una interrupción de los datos y que sea posible generar una base datos para calcular las horas solares pico promedio en un periodo deseado.

### Referencias

- Bayón Alonso, E. (2018) Diseño de un instrumento basado en Arduino para la medida de irradiancia solar. Tesis Ing. Elec. Ind. Auto. Univ. De Valladolid
- Rojas Lozano, A.D. (s.f) Desarrollo y Automatización de un sistema para caracterización de celdas solares convencionales. Tesis Maestría en Tecnología avanzada. Instituto Politécnico Nacional, 74 p.
- Gualoto Cachago, J.A, Potosí Díaz, R.A. (2022) Desarrollo de un seguidor solar automatizado usando un sistema embebido y algoritmo de posicionamiento solar (SPA). Opción de Titulación en Maestría en Electrónica y Automatización. Univ. Politécnica Salesiana de Ecuador.
- Chacón Cardona, C.A, Eduardo Cely, O, Guerrero, F. (2008) Diseño y construcción de un medidor de radiación solar. Proyecto Académico. Univ. Distrital Francisco José de Caldas de Colombia.
- Galban Pineda, M.G, Sepúlveda Mora, S.B, Contreras Sepúlveda, W. (2018) Análisis estadístico de la radiación solar en la ciudad de Cúcuta. Producto derivado del proyecto de investigación "Análisis de los efectos de un sistema solar fotovoltaico conectado a la red eléctrica de baja tensión en la UFPS". Univ. Francisco de Paula Santander de Colombia.
- Peña Martínez, C.M. (2018) Predicción de la Irradiancia solar con un sistema de visión artificial para horizontes de tiempos cortos. "Nowcasting". Obtención de grado en Maestría Optomecatrónica. Centro de Investigaciones en Óptico. A.C.
- Falcón, N, Peña, F, Mavo, H, Muñoz, R. (2001) Irradiación solar global en la ciudad de Valencia. Proyecto académico. Univ. De Carabobo de Valencia, Venezuela.
- Texas Instruments Incorporated. (2022). INA219 Zero-Drift, Bidirectional Current/Power Monitor With I2C Interface. Texas Instruments.
- Mathworks. (2022). MATLAB para Inteligencia Artificial. Mathworks. Sitio web: [https://la.mathworks.com/?s\\_tid=gn\\_logo](https://la.mathworks.com/?s_tid=gn_logo)

### Notas Biográficas

- Balderas Duque Esmeralda** es alumno de la carrera de Ingeniería en Energías Renovables en la Universidad Tecnológica de Altamira.
- Hernández Ruiz Mirta Sujey** es alumno de la carrera de Ingeniería en Energías Renovables en la Universidad Tecnológica de Altamira.
- Medellín Cantú Ricardo** es alumno de la carrera de Ingeniería en Energías Renovables en la Universidad Tecnológica de Altamira
- El M.C. José Alfonso Sánchez Cortez** Profesor de Tiempo Completo en el departamento de mecatrónica y energías renovables de la Universidad Tecnológica de Altamira. Profesor de asignatura en la carrera de ingeniería en energía en la Universidad Politécnica de Altamira. Con una maestría en ciencias en ingeniería Eléctrica y con una segunda maestría en energías renovables en proceso de titulación.
- El M.I.A. Marco Antonio Merino Treviño**, Profesor de Asignatura, en el departamento de Mecatrónica y Energías renovables de la Universidad Tecnológica de Altamira. Profesor y Jefe de la Unidad de Informática del Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, (CICATA - IPN, Unidad Altamira), LGAC Tecnología Láser, estudiante de Doctorado en Ciencias en Materiales por Tecnológico de México Campus Madero.
- La **Dra. Amparo González Morales** es profesora en las Ingenierías de Mecatrónica y Energías Renovables de la Universidad Tecnológica de Altamira. Actualmente colabora con el Departamento de Educación de Estados Unidos en México (RELO) como ponente internacional y en la creación de diplomados en inglés para la Industria Automotriz, Tecnologías de la Información y en Factores Socioambientales dirigidos al sector de los hidrocarburos.
- La **M.C.T. Alejandrina Antonio Antonio** profesor de asignatura en el departamento de mecatrónica y energías renovables de la Universidad Tecnológica de Altamira. Profesor de tiempo completo en la carrera de ingeniería industrial en la Universidad Politécnica de Altamira. Cuenta con una maestría en calidad total.

# Sistema Telémtrico Seguro bajo un Esquema IoT

Mtro. Ubaldo Barrera Patiño<sup>1</sup>, Dra. Maricela Jiménez Rodríguez<sup>1</sup>,  
Dr. José Trinidad Guillen Bonilla<sup>2</sup>, Dr. Mario Eduardo Cano González<sup>1</sup>, Mtra. Ma. Guadalupe González Novoa<sup>1</sup>,  
Mtro. Rafael Martínez Atilano<sup>1</sup> y Dr. Juan Carlos Estrada Gutiérrez<sup>1</sup>

**Resumen**—En la actualidad el Internet de las Cosas (IoT) permite la combinación de hardware y software para acceder y transmitir datos de forma remota; la presente investigación propone un sistema de comunicación seguro. Este método captura datos de sensores acoplados al microcontrolador ESP8266, donde realiza la digitalización de valores obtenidos, posteriormente se implementa un algoritmo de cifrado caótico basado en el oscilador de Rössler, se envían a Internet usando un broker MQTT, para ser leídos por los clientes autorizados, que cuentan con el algoritmo y las llaves de cifrado. Para medir la efectividad del sistema, se realizan pruebas de correlación entre datos originales vs descifrados, dando como resultado un coeficiente de correlación  $R=1$  por lo tanto, se garantiza la integridad de la información. El sistema telemétrico puede ser empleado en diferentes ramas tales como: la industria, ganadería, agricultura, donde sea necesario la protección de los datos usando un esquema IoT.

**Palabras clave**— IoT, MQTT, ESP8266, red de sensores, cifrado.

## 1.0 Introducción

La importancia de la telemetría hoy en día es de vital importancia ya que nos permite obtener información en pocos segundos a miles de kilómetros usando un esquema de comunicación del internet de las cosas (IoT)(Zhang et al., 2019), este tipo de comunicación con el paso del tiempo ha ganado popularidad y es utilizado en diferentes áreas como la industria, agricultura, cuidados de la salud, sistemas de seguridad contra incendios etc.(Ala-Laurinaho et al., 2020; Faid et al., 2022; Ngo et al., 2020; Oskouei et al., 2020; See & Ho, 2020), en las cuales por medio de la red de internet es posible enviar información sobre el protocolo Message Queuing Telemetry Transfer (MQTT) ya que de acuerdo a sus características de ligereza y fácil uso es posible el flujo rápido de información a través de la red (Rattanapoka et al., 2019), en los esquemas de IoT reportan trabajos donde es integrado un microcontrolador ( $\mu C$ ) que se encarga de la recolección de los datos (Baig et al., 2021; Kwizera et al., 2021; Zare & Iqbal, 2020), en otra investigación se observa que utilizan un sistema de cifrado para los datos transmitidos (Jiménez et al., 2018; Liao et al., 2019).

En este trabajo se propone un sistema de comunicación telemétrico aplicando seguridad e integridad a los datos transmitidos basado el esquema de IoT, para la seguridad del sistema se usa un algoritmo de cifrado basado en el mapa logístico (Flores Sordía et al. 2018) y el oscilador de Rössler (Jiménez et al., 2018) implementado dentro de un  $\mu C$  ESP8266 (Espressif, 2022), para la transmisión se usa el protocolo MQTT (MQTT, 2022), así como métodos de confusión e verificación de integridad datos, para a la visualización de los datos se usa NODE-RED con programación de funciones para la decodificación de información (Node-red, 2022), los resultados experimentales demuestran una correlación entre los datos transmitidos y recibidos  $R=1$ , con lo que se demuestra el 100% de efectividad del sistema.

<sup>1</sup> Los autores son miembros del Centro Universitario de la Ciénega, de la Universidad de Guadalajara en Ocotlán, Jalisco, México.

ubaldo.barrera3491@alumnos.udg.mx, maricela.jrodriguez@academicos.udg.mx, mario.cano@academicos.udg.mx,  
maria.gnovoa@academicos.udg.mx, rafael.matilano@academicos.udg.mx, jcarlos.estrada@academicos.udg.mx

<sup>2</sup> Miembro del Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías, de la Universidad de Guadalajara en Guadalajara, Jalisco, México. trinidad.guillen@academicos.udg.mx

## 2.0 Metodología

### 2.1 Funcionamiento del sistema

El presente estudio propone un modelo basado en IoT dividido en 3 etapas: 1. Obtención de datos y cifrado, 2. Internet y 3. Visualización y almacenamiento. Cada etapa se describe a detalle en las siguientes secciones, así como los requerimientos de software y hardware de cada una de las etapas. La Figura 1 muestra un esquema general del sistema propuesto.

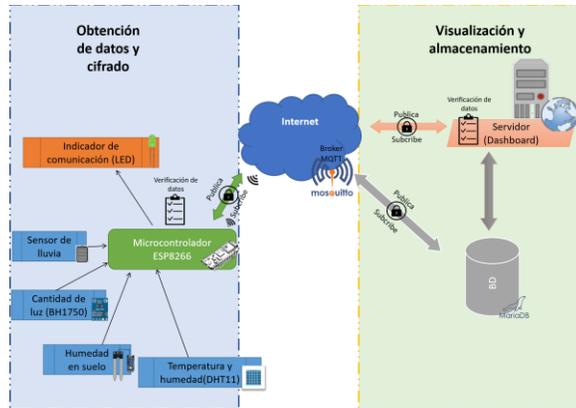


Figura 1. Esquema general y funcionamiento del sistema.

#### 2.1.1 Obtención de datos y cifrado

En esta etapa el  $\mu$ C en un determinado tiempo, toma una muestra de cada uno de los sensores para después cifrar los valores y posteriormente realizar el envío a través de internet, además se hace uso de un checksum previo al envío de la información, para asegurar la integridad de los datos en el destino, se tiene implementado enviar un acuse de recibo al origen si la información recibida es correcta, en este proceso se retroalimenta al  $\mu$ C dando la instrucción de encender un led conectado a él, durante el proceso de obtención de datos, los valores obtenidos de los sensores son almacenados en una tarjeta SD acoplada al  $\mu$ C.

*Requerimientos de hardware:* Sensores (DHT11, BH1750, YL-83, YL-69, otros),  $\mu$ C ESP8266, Led, resistencia y cables, tarjeta SD.

*Requerimientos de software:* Arduino IDE - C++ (Arduino, 2022).

#### 2.1.2 Internet

En la etapa de internet el bróker MQTT debe estar configurado en algún servidor previamente definido (HiveMQ, 2022), así como los parámetros correspondientes tales como: tópicos para la publicación y suscripción, identificación de clientes para que el bróker pueda fungir como interprete entre los clientes que se encuentran conectados, y así, puedan tanto publicar como suscribirse a los tópicos correspondiente al sistema, en esta etapa es donde se lleva a cabo la transmisión de datos entre los clientes conectados al bróker MQTT, para que el bróker MQTT pueda interpretar la información transmitida debe de tener un formato de estructura JSON (Introducción JSON, 2022).

*Requerimientos de hardware:* PC/raspberry como servidor.

*Requerimientos de software:* Broker Mosquitto.

#### 2.1.3 Visualización y almacenamiento

Para visualizar la información previamente enviada por el  $\mu$ C a través de internet, esta debe ser descifrada y validada mediante un checksum, una vez que se comprueba la integridad de la información, los valores de cada sensor se muestran en el dashboard de Node-red y son almacenados en una base de datos, lo cual permite poder realizar un análisis posterior entre la información original y la información recuperada.

*Requerimientos de hardware:* PC (cliente), servidor SQL

*Requerimientos de software:* Node-red (Javascript), Dashboard, Maria DB (SQL)

## 2.2 Método

El funcionamiento del sistema se divide en 3 secciones para explicar de manera sencilla la estructura del sistema telemétrico propuesto, está misma estructura se usa para mostrar el método empleado en cada una de ellas.

### 2.2.1 Obtención de datos y cifrado

#### 2.2.1.1 Lectura de sensores

El primer paso del sistema es la lectura de sensores donde cada uno tiene un valor correspondiente que se almacena en un arreglo con la estructura que se muestra en la Figura 2, para la verificación y prueba del sistema se realiza la lectura de 10 muestras, donde cada una tiene una posición dentro del arreglo.

Valores:	Valor del sensor 1	Valor del sensor 2	Valor del sensor 3	...	Valor del sensor N
Posición dentro del arreglo:	0	1	2	...	N - 1

Figura 2. Estructura del arreglo de sensores.

#### 2.2.1.2 Formato JSON

Para que los datos capturados de cada uno de los sensores puedan ser transmitidos del microcontrolador ESP8266 al dashboard del Node-red, mediante el bróker MQTT, se debe establecer una cadena de caracteres con la estructura JSON (Javascript Object Notation), la cual permite el intercambio ligero de datos a través de internet, el formato utilizado en este sistema se muestra en la Figura 3, esta estructura se establece dentro del  $\mu$ C y se envían los datos a internet a través del bróker MQTT y recibidos en Node-red.

```
Sensores: {
  "Identificador del sensor 1": "Valor del sensor 1",
  "Identificador del sensor 2": "Valor del sensor 2",
  ...
  "Identificador del sensor N": "Valor del sensor N",
}
```

Figura 3. Estructura básica JSON para intercambio de datos.

#### 2.2.1.3 Checksum

Una vez obtenidos los valores de los sensores, estos son almacenados en una memoria SD donde se les aplica una conversión a cadenas de texto para posteriormente obtener el valor numérico de cada carácter de las muestras obtenidas, en la Figura 4 se observa la cadena de texto y los valores ascii correspondiente de cada carácter.

```
String Cadena="Valor del sensor 1Valor del sensor 2Valor del sensor 3...Valor del sensor N";
```

```
86 97 108 111 114 32 100 101 108 32 115 101 110 115 111 114 32 49 86 97 108 111 114 32 100 101 108 32 115 101 110 115 111 114 32 50 86 97 108 111
114 32 100 101 108 32 115 101 110 115 111 114 32 51 46 46 46 86 97 108 111 114 32 100 101 108 32 115 101 110 115 111 114 32 78
```

Figura 4. Cadena de texto concatenada y valores ascii de cada carácter.

Una vez obtenidos los valores de cada carácter, se crea una variable donde se suman cada uno de ellos y en base a la Figura 4 el resultado de la suma es igual a **6714**, el valor de la suma se convierte a su valor binario **1101000111010**, del valor binario obtenido se toman en cuenta sólo los 8 bits menos significativos: **00111010** y se convierten a su valor decimal: **58**.

Finalmente, el valor obtenido (**58**) se adjunta al objeto JSON quedando como se muestra en la Figura 5.

```
Sensores: {
  "Identificador del sensor 1": "Valor del sensor 1",
  "Identificador del sensor 2": "Valor del sensor 2",
  ...
  "Identificador del sensor N": "Valor del sensor N",
  "Valor del checksum" : "58"
}
```

Figura 5. Estructura JSON con el valor checksum.

### 2.2.1.4 Cifrado

Para la seguridad de los datos se usan 2 tipos de cifrado: difusión y confusión. En el primer cifrado, se emplea el uso del mapa logístico descrito en la ecuación 1 (Flores Siordia et al. 2018), para el caso de la confusión se usa el oscilador de rossler descrito en las ecuaciones 2a a 2c utilizado por (Jiménez et al., 2018).

$$x_{n+1} = \lambda \cdot x_n \cdot (1 - x_n) \tag{1}$$

$$\frac{dx}{dt} = -(y + z) \tag{2a}$$

$$\frac{dy}{dt} = x + ay \tag{2b}$$

$$\frac{dz}{dt} = b + xz - cz \tag{2c}$$

Difusión: en este método se ejecuta el mapa logístico N número de veces, y se obtiene un valor aleatorio, el cual es utilizado para generar un nuevo valor, en la Figura 6 se puede observar un ejemplo de como establece el nuevo valor aplicando la difusión.

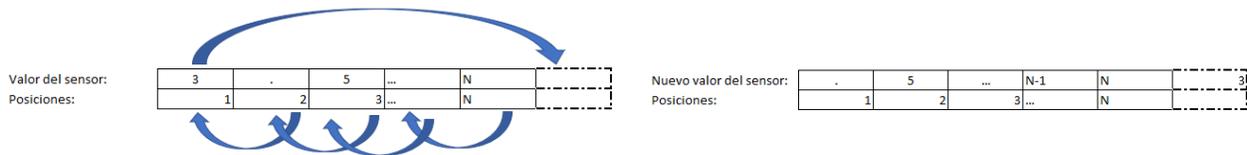


Figura 6. Difusión de los valores / Rotación de las posiciones de los valores.

Este proceso se realiza determinado número de veces definido por el valor obtenido del mapa logístico obteniendo un nuevo valor cifrado. Por ejemplo el valor de un sensor = 832.160656, valor obtenido del mapa logístico = 6, nuevo valor después de aplicar la difusión = 0656832.16.

Confusión: para el segundo cifrado se ejecuta N número de veces el oscilador de rossler y se obtienen los 3 vectores del oscilador X, Y y Z, para el cifrado de confusión de este sistema se toma en cuenta sólo el vector X. Del vector X se obtiene el valor que apoya para realizar la confusión de cada uno de los caracteres del valor del sensor como se muestra en la Figura 7.

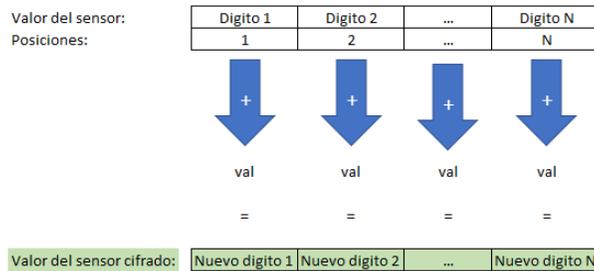


Figura 7. Confusión de los valores de cada carácter.

Ejemplo: Valor del sensor = 0656832.16 (previamente cifrado por difusión), Valor para la confusión = 97, nuevo valor después de aplicar la confusión = æùùÖöôÀù.

### 2.2.2 Internet

Una vez que cada valor ha sido cifrado por difusión y confusión, y además que se aplica el checksum, la información puede ser enviada a través de internet mediante el bróker MQTT. A manera de ejemplo se muestra cómo se envía la información de datos de sensores a través de internet, a los cuales les fue aplicado el cifrado de difusión y confusión y el valor del checksum.

Sensores: {"1": "R@'--R@R@R", "2": "R@R@R@-¶@", "3": "Iqmkkkkqt", "4": "ÍÍÓÖÉÍÍÍ", "5": "ÖÓÓ×ÑØ×Ü", "6": "ÝÛÖÖÓÞÓÖÞ", "7": "ØÞáßÝÚÁ", "8": "×Ï×Ö×Ö××Ö", "9": "ÓÛÛÞÖÖÖÞ", "10": "ŽŠŠŠŠ€", "11": "58"}

Los datos enviados se reciben en formato JSON en Node-red, donde por medio de una función de Javascript llamada IO\_LED se lee la información para luego ser descifrada y enviada al dashboard, donde el usuario puede visualizar los valores de los sensores, la Figura 8 muestra la configuración de los nodos del sistema adecuados para llevar a cabo el descifrado de la información que viaja a través de internet mediante el bróker MQTT.

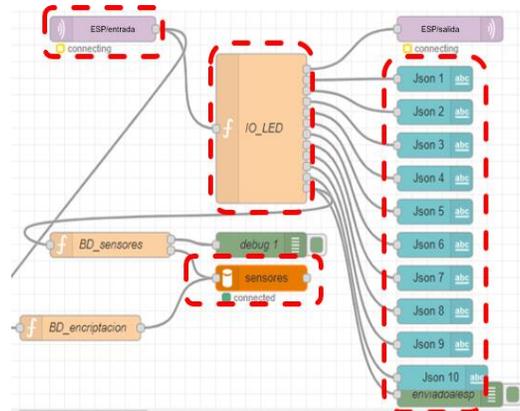


Figura 8. Programación de nodos del sistema.

### 2.2.3 Visualización y almacenamiento

La última etapa, consta de visualizar la información recibida después de haber sido descifrada, además de almacenarla en una BD, así mismo se tiene implementado el acuse de recibo para enviar como una señal de retorno al µC para indicar que la información recibida ha llegado de manera íntegra. En la Figura 9a se puede observar un tablero de control o dashboard donde el usuario del sistema puede visualizar la información que los sensores y el µC recolectaron, la Figura 9b se aprecia una imagen de la tabla de la BD donde se almacenan la información.



Figura 9. a) Dashboard diseñado para el usuario y b) Valores almacenados en la BD.

### 3. Resultados

Para probar el funcionamiento e integridad del sistema se realizó una prueba de correlación entre la información que fue enviada y la que fue recibida, así como la información original vs la información cifrada. Para analizar la información se toma en cuenta el siguiente ejemplo mostrado en el Tabla 1, donde se muestra cada valor de los sensores separados por el símbolo “|”:

<b>Valores originales guardados en SD:</b>
73.498500 77.936630 69.216480 52.591980 28.554040 17.371640 71.890190 63.282410 7.625020 74.414840
<b>Valores Cifrados:</b>
ppwsntyxu vspwwnysv #%=B@D\$BE š’—”→“> qmqmoukrr `ec_`f bf tq{ st sz x , ~{z€} lead_a_f ],,†,~,.,
<b>Valores recuperados y guardados en la BD:</b>
73.498500 77.936630 69.216480 52.591980 28.554040 17.371640 71.890190 63.282410 7.625020 74.414840

Tabla 1. Ejemplo de muestra de lectura de sensores.

Tomando en cuenta el ejemplo de la Tabla 1, se realizó un diagrama de correlación con su respectivo factor R; dicha correlación se realiza entre la información original vs la información cifrada o criptograma, la correlación arroja un factor de correlación  $R=-0.001053$  como se puede apreciar en la Figura 10a, además de analiza la información original vs información cifrada, pero esta vez de 10 envíos de información, donde se obtuvo un factor de correlación menor al de 1, el factor que se obtenido es  $R=0.00194$  Figura 10b.

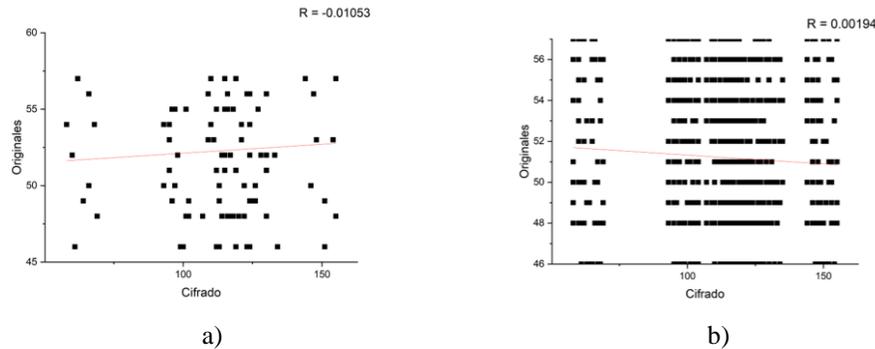


Figura 10. Graficas de correlación, a) información original vs cifrada, b) información original vs cifrada 10 envíos

El análisis final se realiza entre la información original vs la información recuperada, dando una correlación  $R=1$  como se observa en la Figura 11, lo que indica que la integridad de la información se conserva durante el proceso que se lleva a cabo en las 3 etapas del sistema propuesto.

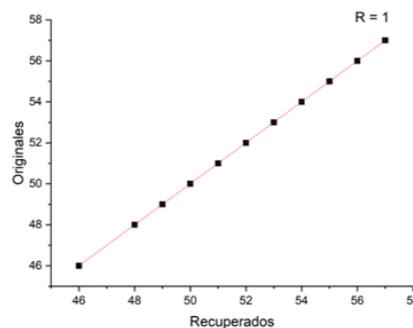


Figura 11. Correlación de la información original vs recuperada

#### 4. Conclusiones

El propósito principal de esta investigación es proponer un sistema basado en un esquema IoT que pueda adaptarse a cualquier necesidad del usuario donde se requiera monitorear mediante sensores variables de interés. Este sistema asegura que la información que se transmite viaje íntegra, además presenta un método de cifrado tal que si un tercero no autorizado obtiene datos transmitidos, este no logre entender o ser de utilidad la información captada. El uso del protocolo MQTT es parte fundamental y de gran utilidad en el intercambio ligero de datos a través de internet.

La estructura del sistema propuesto permite demostrar el proceso que se lleva a cabo en cada sección, donde se especifica el método de trabajo empleado para el aseguramiento e integridad de los datos, dando un resultado óptimo para que él pueda ser empleado en diferentes áreas en las cuales la privacidad de la información enviada sea primordial y acorde a los resultados obtenidos se asegura que el sistema propuesto brinda un 100% de efectividad, el cual puede ser empleado en la industria, ganadería, agricultura, sistemas de cuidado de la salud así como muchas otras áreas donde sea posible el esquema del IoT. Como trabajo futuro, se pretende integrar visión computacional incrementando el área de aplicación del sistema.

## 5. Referencias

- Arduino. (11 de 10 de 2022). *Arduino 2022*. Obtenido de [Https://www.arduino.cc](https://www.arduino.cc)
- Ala-Laurinaho, R., Autiosalo, J., & Tammi, K. (2020). Open sensor manager for iiot. *Journal of Sensor and Actuator Networks*, 9(2). <https://doi.org/10.3390/JSAN9020030>
- Baig, M. J. A., Iqbal, M. T., Jamil, M., & Khan, J. (2021). Design and implementation of an open-Source IoT and blockchain-based peer-to-peer energy trading platform using ESP32-S2, Node-Red and, MQTT protocol. *Energy Reports*, 7, 5733–5746. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2021.08.190>
- Espressif. (11 de 10 de 2022). *Espressif*. Obtenido de <https://www.espressif.com>
- Faid, A., Sadik, M., & Sabir, E. (2022). An Agile AI and IoT-Augmented Smart Farming: A Cost-Effective Cognitive Weather Station. *Agriculture (Switzerland)*, 12(1). <https://doi.org/10.3390/agriculture12010035>
- Flores Siordia, O., Estrada Gutierrez, J., Padillas Leyferman, C., Aguilar Santiago, J., & Jimenez Rodriguez, M. (2018). System to Safeguard the Identity of Persons in Photographs through Cryptography and Steganography Techniques Using Chaos. *Techniques Usin chaos*, 16.
- HiveMQ, G. (10 de 11 de 2022). *HiveMQ*. Obtenido de HiveMQ GmbH: <https://www.hivemq.com>
- Introducción JSON*. (10 de 11 de 2022). Obtenido de <https://www.json.org/json-en.html>
- Jiménez, M., Cano, M. E., Flores, O., & Estrada, J. C. (2018). A portable embedded system for point-to-point secure signals transmission. *Microprocessors and Microsystems*, 61(December 2017), 126–134. <https://doi.org/10.1016/j.micpro.2018.05.019>
- Kwizera, V. de P. N., Li, Z., Lumorvie, V. E., Nambajemariya, F., & Niu, X. (2021). IoT Based Greenhouse Real-Time Data Acquisition and Visualization through Message Queuing Telemetry Transfer (MQTT) Protocol. *Advances in Internet of Things*, 11(02). <https://doi.org/10.4236/ait.2021.112006>
- Liao, T. L., Lin, H. R., Wan, P. Y., & Yan, J. J. (2019). Improved attribute-based encryption using chaos synchronization and its application to MQTT security. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(20). <https://doi.org/10.3390/app9204454>
- MQTT: (10 de 11 de 2022). *MQTT: The Standard for IoT Messaging*. Obtenido de MQTT.org 2022: <https://mqtt.com>
- Ngo, H. Q. T., Nguyen, T. P., & Nguyen, H. (2020). Research on a low-cost, open-source, and remote monitoring data collector to predict livestock's habits based on location and auditory information: A case study from Vietnam. *Agriculture (Switzerland)*, 10(5). <https://doi.org/10.3390/agriculture10050180>
- Node-red. (10 de 11 de 2022). *Node-RED Low-code programming for event-driven applications*. Obtenido de OpenJS Foundation: <https://nodered.org>
- Oskouei, R. J., Mousavilou, Z., Bakhtiari, Z., & Jalbani, K. B. (2020). IoT-Based Healthcare Support System for Alzheimer's Patients. *Wireless Communications and Mobile Computing*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/8822598>
- Rattanapoka, C., Chanthakit, S., Chimchai, A., & Sookkeaw, A. (2019). An MQTT-based IoT Cloud Platform with Flow Design by Node-RED. *RI2C 2019 - 2019 Research, Invention, and Innovation Congress*. <https://doi.org/10.1109/RI2C48728.2019.8999942>
- See, Y. C., & Ho, E. X. (2020). IoT-Based Fire Safety System Using MQTT Communication Protocol. *International Journal of Integrated Engineering*, 12(6), 207–215. <https://doi.org/10.30880/ijie.2020.12.06.024>
- Zare, A., & Iqbal, M. T. (2020). Low-Cost ESP32, Raspberry Pi, Node-Red, and MQTT protocol based SCADA system. *IEMTRONICS 2020 - International IOT, Electronics and Mechatronics Conference, Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/IEMTRONICS51293.2020.9216412>

# Diseño y Desarrollo de Sistema de Control de Movimientos de un Robot DELTA, a través de la Ecuación Cinemática Directa e Inversa, con Gestión y Control en Plataforma Arduino y Servomotores

MIM. Victor Neri Bartolo Torres<sup>1</sup>, ISC. Carlos Uriel Ortiz Cornejo<sup>2</sup>, LIA. Floribel Mendoza Hernández<sup>3</sup>, ISC. Leonardo León Mejía<sup>4</sup>

**Resumen-** El presente proyecto de investigación, su principal objetivo es el diseño y desarrollo de un sistema para el control de movimientos del robot delta 580, a través de cinemática inversa y directa, para la obtención de los parámetros en coordenadas rectangulares a coordenadas polares y viceversa, que serán necesarios integrar la ecuación, sus parámetros y variables al sistema a realizar en la plataforma de NetBeans, con ello se obtendrán los movimientos generados por las ecuaciones de la cinemática inversa o directa, para obtener las variables articulares de movimiento de cada extremidad, por lo que posterior se ejecutaran a través de instrucciones a plataforma Arduino y el control de los movimientos de los servomotores, y así obtener la posición de la plataforma móvil en coordenadas X, Y y Z.

## Introducción

La necesidad de aumentar la productividad y conseguir productos acabados de una calidad uniforme está haciendo que la industria gire cada vez más hacia una automatización basada en computadoras. En la actualidad, la mayoría de las tareas de fabricación automatizadas son realizadas mediante máquinas de uso especial diseñadas para realizar funciones predeterminadas en un proceso de manufactura. La inflexibilidad y generalmente el alto costo de estas máquinas, a menudo llamadas sistemas de automatización duros, han llevado a un creciente uso de robots capaces de efectuar una variedad de funciones de fabricación en un entorno de trabajo más flexible y a un menor costo de producción.

Muchos robots industriales, que están disponibles comercialmente, se utilizan ampliamente en tareas de fabricación y de ensamblaje. La mayoría de los robots industriales de hoy día, aunque están controlados por mini y microcomputadores, son básicamente simples máquinas posicionales. Estos robots están equipados con pocos o ningún sensor externo para obtener la información vital en su entorno de trabajo. Debido a que los robots manipuladores son controlados por computadoras o microprocesadores, estos pueden ser reprogramados fácilmente para diferentes tareas. Por ello se está realizando un sistema que buscará aprovechar todas las capacidades del robot delta 580, utilizando las coordenadas polares y cartesianas, que se establecerán dentro de la interfaz del sistema, tomando en cuenta que existen límites en las coordenadas, el código de sistema será en lenguaje de programación de java. El sistema intentará realizar la conversión de coordenadas polares a cartesianas o viceversa lo más rápido y preciso, generando el movimiento dentro de las coordenadas de un plano cartesiano o el movimiento de los ángulos de los motores, en comunicación directa con Arduino y su ejecución.

## Descripción del Método

### Planteamiento del problema

Hoy día vemos la robótica como un campo de trabajo mucho más amplio que el que teníamos hace unos pocos años, frecuentando la investigación y el desarrollo en una serie de áreas interdisciplinarias que incluyen cinemática, dinámica, planificación de sistemas, control, sensores, lenguajes de programación e inteligencia de artificial. Existe una gran variedad de tipos de robots. Los más utilizados en la industria son los llamados manipuladores serie y manipuladores paralelos. Los primeros mucho más utilizados y estudiados que los segundos. De aquí surge nuestro interés en los manipuladores paralelos, pues representan un área de investigación no explotada en su totalidad que resultan mejores en muchos aspectos.

En la actualidad existen poco software de control de robot paralelos, los cuales permiten manejar de diversas formas a este tipo de robot manipulador, debido a que se adaptan a diversos campos de trabajo, y tienen mayor productividad. Sin embargo, los costos para adquirir este tipo de software para control de robot son costosos y difíciles de adquirir, además de que ese tipo de software no permiten realizar manipulaciones específicas, es por ello que, basado en la complejidad del control sistemático, se desea tener que se desarrolle una comunicación y programación del robot

<sup>1</sup> MIM. Victor Neri Bartolo Torres es profesor investigador del área de ingeniería en sistemas computacionales del Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro, Michoacán. [victor\\_neri@itstacambaro.edu.mx](mailto:victor_neri@itstacambaro.edu.mx). (autor correspondiente)

<sup>2</sup> ISC. Francisco Manuel Carrillo García es profesor investigador del área de ingeniería en sistemas computacionales del Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro, Michoacán. [carrillogarciafran@gmail.com](mailto:carrillogarciafran@gmail.com)

<sup>3</sup>LIA. Floribel Mendoza Hernández es profesora investigadora de la universidad Vasco de Quiroga. [floribel\\_mendoza@hotmail.com](mailto:floribel_mendoza@hotmail.com)

<sup>4</sup>ISC. Leonardo León Mejía es profesor investigador del área de ingeniería en sistemas computacionales del Instituto Tecnológico Superior de Tacámbaro, Michoacán. [labcecom@itstacambaro.edu.mx](mailto:labcecom@itstacambaro.edu.mx)

para control de sus movimientos a través de los parámetros de las coordenadas y la resolución de las ecuaciones de movimiento cinemático directa e inversa y así poder controlar sus movimientos a través de las ecuaciones de movimiento y ejecutar las órdenes a través de plataforma Arduino para el control de servomotores.

### *Hipótesis*

El desarrollo de un sistema de algoritmos en sistema embebido con Arduino para un robot Delta 580, podría ayudar a reducir el tiempo de desarrollo en nuevos proyectos de robots paralelos; gestión y control de movimiento articulares y mejorar la eficiencia, así como posiblemente reducir la trayectoria y sus costos.

### *Delimitaciones*

El software buscara aprovechar todas las capacidades del robot, se utilizarán rutinas o trayectorias de movimientos para el robot, además la conexión podrá ser alámbrica o inalámbrica como comunicación primaria entre el robot y el software de control.

El software será de código abierto para mejoras futuras: de rutinas, sincronización en los movimientos o refinamiento de los mismos y agregación de nuevas funciones. El software intentara realizar movimientos lo más posiblemente sincronizados y precisos.

### *Objetivos*

#### **General**

Diseñar y desarrollar un sistema, el cual se capaz de calcular los parámetros de salida o entrada mediante las ecuaciones de movimiento cinemático directa e inversa de un robot delta 580, para lo cual se utilizarán las ecuaciones cinemáticas, límites, y parámetros constantes para obtener datos de salida como son x, y, z o los parámetros de entrada como son las coordenadas angulares de los motores.

#### **Específicos.**

- Comprender las ecuaciones de la cinemática inversa y directa del robot paralelo DELTA 580.
- Comprender las ecuaciones y algoritmos de movimiento del robot DELTA.
- Desarrollar los esquemas de las diferentes conexiones de Arduino, motores y diferentes dispositivos.
- Generar el prototipo de la movilidad de los motores del robot delta.
- Programar las ecuaciones de la cinemática inversa y directa dentro del lenguaje de java.
- Diseñar la interfaz del sistema en la plataforma de NetBeans.
- Implementar una conexión entre el sistema y el robot delta.
- Diseñar un algoritmo de control, para manipular los servomotores que dan movimiento al robot.
- Realizar pruebas de funcionamiento mediante coordenadas dentro de los límites establecidos y fuera de ellos.
- Pruebas de movimiento, control, estabilizad y diseño de rutinas de movimientos.
- Pruebas de comunicación, control, precisión, movimientos.
- Optimización del software mediante las pruebas realizadas.

### *Justificación*

Desarrollar un software de control para un robot delta 580 de tres grados de libertad, con el fin de tener un desarrollo de un sistema para el manejo y control de los movimientos de los servomotores o de la plataforma móvil, con la finalidad de que sea un equipo didáctico, que genere interés de los estudiantes así como promover el uso y desarrollo de nuevos prototipos, plataformas, aplicaciones y nuevos desarrollos tecnológicos que ayuden a resolver problemas cotidianos, industriales, interactuar en tiempo real, o para la utilización de un quehacer específico, de poder aprovechar todas las funcionalidades del robot de forma simple e intuitiva.

### *Metas*

Los resultados que se esperan obtener con la presente investigación y desarrollo, es el diseño y desarrollo de una aplicación para el control de movimientos de un robot paralelo tipo Delta 580 de tres grados de libertad, así como generar movimientos planificados llamados trayectorias de movimiento ya sea articular o en el espacio de trabajo del manipulador. Generar simulaciones para mejorar el diseño del sistema y mejorar las fases de prueba del propio software y del manipulador Delta, con ello también contribuiremos al desarrollo tecnológico y científico del país con aplicaciones prácticas y económicas que contribuyen al mejoramiento y desarrollo de prototipos.

### ***Impacto o beneficio en la solución a un problema relacionado con el sector productivo o la generación del conocimiento científico o tecnológico.***

Los robots Delta del tipo paralelo, es un desarrollo que ha ido alcanzando beneficios e impacto en los quehaceres y con menor costo, sin embargo no son tan estudiados como los robots de cadena cinemática abierta, por ser muy complejos en su diseño y análisis matemático, son fácil de construir, bajo costo, rápidos, con aceleraciones en particular muy altas y que pueden hacer más rápido el trabajo, además de soportar grandes cargas de trabajo, y que en la actualidad existe muy poco desarrollos en software. Por ello es la importancia de generar desarrollo tecnológico y que aumente la información en el diseño de prototipos, control, software, características y aplicaciones industriales o solución de problemas específicos. Por ello el desarrollo de un sistema para el manejo y control de los movimientos de los servomotores o de la plataforma móvil, con la finalidad de que sea un equipo didáctico, que genere interés de los estudiantes así como promover el uso y desarrollo de nuevos prototipos, plataformas, aplicaciones y nuevos desarrollos tecnológicos que ayuden a resolver problemas cotidianos, industriales, interactuar en tiempo real, o para la utilización de un quehacer específico, de poder aprovechar todas las funcionalidades del robot de forma simple e intuitiva.

#### ***Antecedentes***

Recientemente han comenzado a ser estudiados en universidades y utilizadas más regularmente por la industria, una nueva variedad de robots manipuladores llamados robots paralelos. En los últimos años, los robots paralelos han tenido gran interés en la comunidad de la robótica. Esto se ejemplifica por un aumento en el número de documentos publicados referentes a robots paralelos. Sin embargo, en muchos casos las dificultades de estudio, diseño, análisis y control, han llevado a mejorar las arquitecturas de construcción de este tipo de robots manipuladores.

#### **Robot Paralelos**

Los robots paralelos pueden adoptar diversas morfologías. Desde plataformas móviles con seis grados de libertad, robots trepadores y robots para la manipulación. En nuestro caso, el robot paralelo tipo Delta está conformado por dos bases unidas por tres cadenas cinemáticas independientes. La base se encuentra fija mientras que la plataforma donde se ubica el efector final es móvil. Cada una de las cadenas cinemáticas que unen estas partes está compuesta por segmentos rígidos paralelos entre sí. Debido a esta disposición particular, la plataforma móvil tiene tres grados de libertad, careciendo de rotaciones y estando por lo tanto siempre paralela a la base fija. Esto hace idóneo a este robot para tareas en las que la herramienta tiene que mantener siempre la misma orientación.

Estos robots fueron bautizados con el nombre de Delta en 1985 por su inventor, el doctor especializado en investigación sobre robótica paralela Reymond Clavel de la École Polytechnique Fédérale de Lausanne. De él surgió la idea de usar paralelogramos para construir una estructura paralela robusta enfocada a la manipulación robótica (Clavel, 1990).

Como se ha comentado, este tipo de robot paralelo posee 3 grados de libertad. Esto significa que de los seis grados posibles que tiene un cuerpo aislado en el espacio, la plataforma móvil del robot delta conserva tres, que son las cartesianas X Y Z, sin capacidad de rotación u orientación (Bernal, 2009). Este hecho es debido por la forma de unión mecánica a la plataforma base y al tipo de eslabones-actuadores. En ocasiones, es posible dotar a la herramienta que se vaya a instalar en la plataforma de una muñeca rotatoria para ampliar con un grado de libertad adicional al robot y aumentar su manipulación.

El robot paralelo tipo Delta se trata de un robot de cadena cinemática cerrada al estar unida la plataforma móvil a la base por tres segmentos móviles independientes (grados de libertad, GDL). Esta característica confiere al conjunto una mayor rigidez y estabilidad, lo que le permite trabajar con mayor velocidad y aceleraciones. También pueden llegar a ser más precisos que los robots de cadena abierta o seriales, que son los más comunes en la industria.

#### ***Marco teórico***

La robótica se puede definir como la ciencia aplicada que combina la tecnología de informática y las máquinas-herramientas. Los robots están destinados a la fabricación flexible de productos, la definición japonesa de robot industrial se refiere a cualquier dispositivo mecánico que posee articulaciones destinado a la manipulación. Esta definición difiere mucho de la occidental la cual ha establecido varias definiciones dados por organizaciones de la industria. (Barrientos. 1997)

**Robot:** Manipulador automático, servo-controlado, reprogramable, capaz de posicionar y orientar piezas, útiles o dispositivos especiales, siguiendo trayectorias variables reprogramables, para la ejecución de tareas variables. Normalmente, tiene la forma de brazos terminados en una muñeca. Su unidad de control incluye un dispositivo de memoria y ocasionalmente de percepción del entorno. Diferentes asociaciones dan definiciones validadas acerca de

los robots industriales siempre incluyendo los términos de manipulador automático o programable, cada asociación le realiza a la definición los cambios que consideran necesarios. En cuanto a la clasificación de los robots, estos se pueden clasificar con base en la tabla 1 dada por la Asociación Francesa de Robótica Industrial (AFRI) (Barrientos. 1997).

### **Arduino IDE**

El entorno de desarrollo integrado (IDE) de Arduino es una aplicación multiplataforma (para Windows, macOS, Linux) que está escrita en el lenguaje de programación Java. Se utiliza para escribir y cargar programas en placas compatibles con Arduino, pero también, con la ayuda de núcleos de terceros, se puede usar con placas de desarrollo de otros proveedores. El código fuente para el IDE se publica bajo la Licencia Pública General de GNU, versión 2. El IDE de Arduino admite los lenguajes C y C++ utilizando reglas especiales de estructuración de códigos. El IDE de Arduino suministra una biblioteca de software del proyecto Wiring, que proporciona muchos procedimientos comunes de E/S.

### **Kotlin (lenguaje de programación).**

Kotlin es un lenguaje de programación de tipado estático que corre sobre la máquina virtual de Java y que también puede ser compilado a código fuente de JavaScript. Es desarrollado principalmente por JetBrains en sus oficinas de San Petersburgo (Rusia). El nombre proviene de la isla de Kotlin, situada cerca de San Petersburgo. Kotlin fue nombrado lenguaje del mes por la revista Dr. Dobbs' Journal en su edición de enero de 2016. Aunque no tiene una sintaxis compatible con Java, Kotlin está diseñado para interoperar con código Java y es dependiente del código Java de su biblioteca de clases, tal como pueda ser el entorno de colecciones de Java (Java collections framework).

### **Servo motor**

Un servomotor es un dispositivo similar a un motor de corriente continua que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y mantenerse estable en dicha posición. El servomotor es un motor eléctrico que lleva incorporado un sistema de regulación que puede ser controlado tanto en velocidad como en posición.



Imagen. Arduino Mega 2560.

## ***Desarrollo de las actividades***

### **Investigación documental acerca de un robot paralelo tipo delta de 3 Gdl, estado del arte, proyectos de sistema de control.**

En esta fase se investigará acerca de los robots paralelos tipo delta, configuración, uso y detalles del diseño y construcción, también se realizará investigación documental de los movimientos de los servomotores o motores a paso empleados para el control de movimiento, estado del arte de proyectos de investigación realizados para el control y programación de los actuadores involucrados en este tipo de robot paralelo tipo delta.

### **Estudio de la cinemática inversa y directa del mecanismo de cinemática paralela tipo delta 580.**

En esta fase se realizará la investigación y comprensión de las ecuaciones de movimiento de entrada y salida mediante las técnicas de cinemática inversa y directa, para la obtención de los parámetros en coordenadas cartesianas a coordenadas polares y viceversa, que serán necesarios para integrar la ecuación y sus parámetros, las variables al sistema a realizar.

### **Levantamiento de requerimientos.**

En esta fase se capturarán las funciones que requiere el sistema de forma interna y externa para lograr los objetivos, además que se elaboran bocetos para establecer los elementos que son indispensables para el correcto funcionamiento.

### **Ecuaciones cinemáticas y algoritmos de movimiento.**

Integración de ecuaciones de la cinemática inversa y directa, dentro del lenguaje de programación de java, como la validación de cada cinemática dentro del proceso de cálculos y análisis, los datos obtenidos se cotejarán con datos

realizados manualmente para validar los resultados y tener la certeza de que se está realizando los cálculos operacionales de manera correcta.

### **Diseño y desarrollo del sistema para el control del robot Delta a través de la Plataforma NetBeans.**

En esta etapa se realizará la programación y diseño de la interfaz, el cual se deberá adaptar mediante a las necesidades del robot delta 580, contando con apartados para establecer una conexión entre sistema y Arduino, conversión de coordenadas polares o viceversa, almacenamientos datos y mostrar mediante tablas.

### **Creación de nuevas herramientas para el sistema.**

Se agregarán herramientas las cuales son la creación de una trayectoria y generar un espacio 3D mediante Graficación, estas herramientas utilizan las funciones básicas del sistema para lograr su funcionamiento, desde las ecuaciones de movimiento, conversión de coordenadas, capturas de coordenadas cartesianas o polares entre otras.

### **Pruebas de funcionalidad del sistema y el robot.**

En esta fase se realizarán diferentes tipos de pruebas correspondientes a cada apartado del sistema, las cuales se realizarán, pruebas de conexión, test de sincronización y modificaciones de la misma, así como se verificar que el sistema de algoritmos arroje los resultados y comprobarlos teóricamente.

### **Pruebas de funcionalidad de las nuevas herramientas.**

Generar las pruebas para cada herramienta, desde pruebas de validación de datos, caracteres, entre otros datos, como problemas memoria o librerías. Los resultados, así como el sistema se documentará para su presentación, mediante un informe técnico escrito fundamentado y con los resultados esperados en los objetivos planteados del proyecto de investigación.

## **Conclusiones preliminares**

El sistema es capaz de que un usuario pueda realizar movimientos o actividades específicas con el robot paralelo tipo Delta, sin que estas puedan superar los límites de las articulaciones del robot de -20 hasta 90 grados, de igual forma el sistema permite la representación a través de un espacio de tres dimensiones el movimiento que generara la plataforma móvil, desde un punto inicial a un punto final, además de permitir almacenar las coordenadas en formato PDF.

Se utiliza una interconexión desde el sistema de control, a través de una comunicación serial mediante los puertos COM, al hardware del microcontrolador Arduino nano en uso, esta comunicación permite enviar cualquier cadena de caracteres, por lo cual se envía una cadena de caracteres con toda la información necesaria para que el robot Delta sea capaz de moverse, el microcontrolador entra en juego dividiendo la cadena en diferentes tipos de información desde los ángulos de los motores, el tiempo de duración del movimiento generado y el tipo de movimiento. Una de las herramientas que se integraron al sistema son las trayectorias las cuales tiene como base el funcionamiento principal del sistema, el cual es desplazarse desde un punto de inicio a un punto final, siendo que el punto final es la coordenada que es introducida y calculada, la trayectoria cuenta con un punto inicial y un número indeterminado de recorridos, por cada recorrido se establece, deberá ir una coordenada polar o cartesiana, lo deberán ser calculadas y sometida a las mismas condiciones que un recorrido normal.

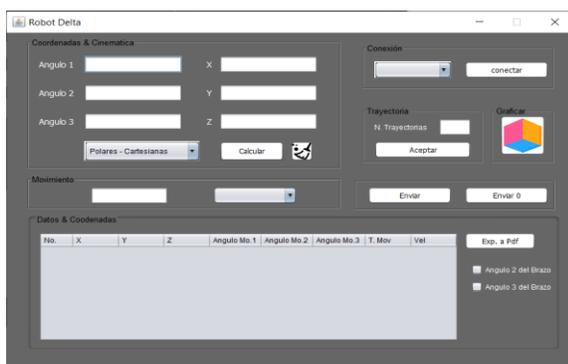
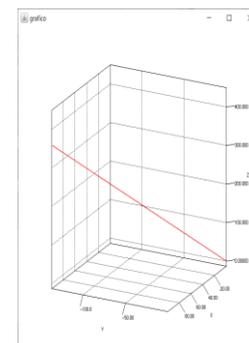


Imagen. Interfaz gráfica, con el apartado Trayectoria



Imagen. Prueba Graficar.



El proyecto utiliza una rama de la mecánica, la cual es la cinemática para generar las conversiones de coordenadas polares a cartesianas y viceversa, mediante las ecuaciones de la cinemática directa e inversa, cada ecuación principalmente al ser resuelta por su coordenada correspondiente, arroja dos coordenadas resultantes a excepciones muy reducidas, cada resultado se debe comprobar con la cinemática contraria, para que arroje la coordenada inicial que se estableció y pueda decidir el sistema cual es la coordenada correcta y lo visualice, además

de decidir cuál es la coordenada correcta, es capaz de entender los pequeños márgenes de errores que pueden generarse a la hora de comprobar resultados.

Se utiliza una interconexión desde el sistema de control, a través de una comunicación serial mediante los puertos COM, al hardware del microcontrolador Arduino nano en uso, esta comunicación permite enviar cualquier cadena de caracteres, por lo cual se envía una cadena de caracteres con toda la información necesaria para que el robot Delta sea capaz de moverse, el microcontrolador entra en juego dividiendo la cadena en diferentes tipos de información desde los ángulos de los motores, el tiempo de duración del movimiento generado y el tipo de movimiento.

### **Referencias**

- A. Barrientos, L. Peñin, et. Al, "Coordenadas" en Fundamentos de Robótica, 2da ed., vol. 2, Ed. McGraw-Hill, España, 2007, pp. 217–29.
- G. O. Young, "Synthetic structure of industrial plastics" in Plastics, 2nd ed., vol. 3, J. Peters, Ed. New York: McGraw-Hill, 1964, pp. 15-64.
- Ollero Baturone Aníbal, "ROBÓTICA Manipuladores y robots móviles", Edit. Alfa omega.
- Pierre Merlet Jean, PARALLEL ROBOTS, Edit. Kluwer Academia Publishers
- K. S. Fu, R. C. González, C. S. G. Lee, "ROBÓTICA control, detección, visión e inteligencia", Edit. Mc. Graw Hill
- George A. Bekey, "Autonomous Robots: From Biological Inspiration to Implementation and Control". ISBN: 0262025787. Mayo 2005.
- N. X. Gonzalez Alvarez y P. Reinoso Mendoza, (2011) Cinemática de los robots paralelos (acceso: 2022, febrero 12) Universidad Politécnica Superior. Sitio web: <http://www.dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1921/14/UP SCT002354.pdf>.
- Proyectos con Arduino. (2014). Arduino Nano Shield. (Consultado: 2021, noviembre 01), de Proyectos con Arduino Sitio web: <https://proyectosconarduino.com/modulos/arduino-nano-shield/>

# Obtención de la Frecuencia Cardíaca mediante el Método de Detección Síncrona

M. O. Roxana Zaricell Bautista López<sup>1</sup>, Dr. Javier Yáñez Mendiola<sup>2</sup>,  
M.C. José Martín López Vela<sup>3</sup>

**Resumen**—La frecuencia cardíaca es un parámetro importante ya que es un indicador de la salud cardiovascular de todo individuo. Existen diferentes métodos para recolectar la señal de la frecuencia cardíaca, así como diversas técnicas de procesamiento de la señal, uno de los métodos más utilizados es la oximetría de pulso, que mide los niveles de oxígeno en la sangre utilizando dos diferentes longitudes de onda (rojo e infrarrojo) y que se basa en el principio de fotopleletismografía para obtener la frecuencia cardíaca, este método implementa las mediciones de ambos parámetros de manera secuencial. En este trabajo se presenta la aplicación de la técnica de detección síncrona para obtener la señal de la frecuencia cardíaca a través de la configuración de oximetría de pulso.

**Palabras clave**—Frecuencia cardíaca, detección síncrona, fotopleletismografía, oximetría de pulso.

## Introducción

La fotopleletismografía es una técnica de medición óptica que es empleada para medir los cambios de volumen en el tejido microvascular (Challoner y Ramsay (1974)) y que tiene una amplia aplicación clínica, por ejemplo, la oximetría de pulso y la señal del pulso cardíaco. El principio de funcionamiento es muy sencillo: requiere de una fuente de luz que incide sobre la piel y la luz que, una vez que ha interactuado con la piel ya sea por transmisión o por reflexión, se recolecta para ser procesada. Si bien la técnica para procesar la señal a través del método de pleletismografía es bien conocida, donde principalmente se emplea una sola fuente de luz para el caso general de obtener el pulso cardíaco, pero para el caso de la oximetría de pulso se requiere de dos fuentes de luz a diferentes longitudes de onda. Proponemos que a través de la configuración de la oximetría de pulso y, mediante un tren de pulso, se recupere la señal de la frecuencia cardíaca.

La oximetría de pulso, es una técnica que se deriva de la aplicación de la fotopleletismografía, pero con una configuración de dos fuentes de luz, para determinar el porcentaje de oxígeno entre las relaciones de la hemoglobina y oxihemoglobina (de Kock y Tarassenko (1993), Wukitsch et al. (1988) y Chan, Chan, y Chan (2013)).

Proponemos, a partir de la configuración de la oximetría de pulso y mediante lo expuesto por Wukitsch et al. (1988), generar un tren de pulsos, de tal manera que por un periodo permanece encendido el led rojo y led infrarrojo apagado, y viceversa. Para el caso propuesto se emplean ambos haces de luz y bajo el principio de que la señal recuperada es modulada en amplitud (AM) por la frecuencia cardíaca. La señal del pulso cardíaco, se obtiene a través de la técnica de demodulación síncrona (Malacara (2007)).

## Descripción del Método

### Adquisición de la señal

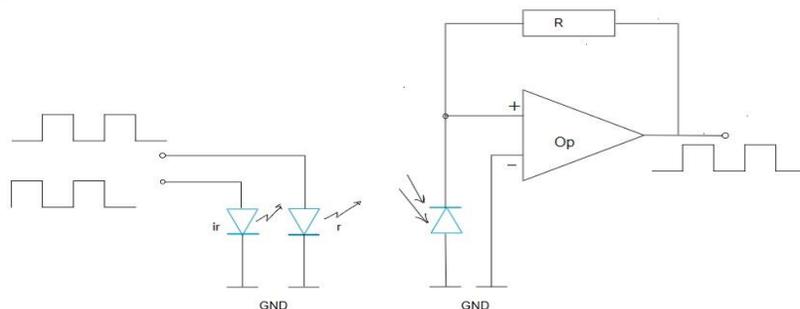


Figura 1. Esquema básico de conexión para la medición y detección del porcentaje de oxígeno, donde: ir, es un led infrarrojo, r, es un led rojo, R, resistencia, Op, amplificador operacional y GND es línea de tierra.

<sup>1</sup> La M. O. Roxana Zaricell Bautista López es estudiante del programa PICYT en Centro de Innovación aplicada en Tecnologías Competitivas, A.C., León, Guanajuato. [zaricell.picyt@ciatec.mx](mailto:zaricell.picyt@ciatec.mx)

<sup>2</sup> El Dr. Javier Yáñez Mendiola es Investigador en el área de Optomecatrónica en Centro de Innovación aplicada en Tecnologías Competitivas, A.C., León, Guanajuato. [jyanez@ciatec.mx](mailto:jyanez@ciatec.mx)

<sup>3</sup> El M.C. José Martín López Vela es encargado del laboratorio de Optomecatrónica en Centro de Innovación aplicada en Tecnologías Competitivas, A.C., León, Guanajuato. [malopez@ciatec.mx](mailto:malopez@ciatec.mx)

Para la recolección de la señal se usó un sistema de sensado que está integrado por dos emisores de luz en la longitud de onda del rojo y del infrarrojo en conjunto con un foto detector, el esquema electrónico es el que se muestra en la Figura 1. Los haces de luz inciden sobre la piel detectando el cambio volumétrico en la sangre y por reflexión, la luz es captada en el fotodiodo PIN, esta señal se convierte a una señal digital y es guardada en una memoria para después extraer los datos y analizarlos en la computadora.

*Detección síncrona (Malacara (2007)).*

Para aplicar el método de detección síncrona se genera un tren de pulso mediante un microcontrolador a través de la técnica de modulación por ancho de pulso (PWM Pulse Width Modulation, por sus siglas en inglés). Mediante un circuito de sincronización cada led (rojo e infrarrojo) se enciende de manera alternada, con el primer led que se enciende se realizan 8 lecturas y almacenamiento en memoria mientras el otro está apagado y viceversa como ilustra la Figura 2.

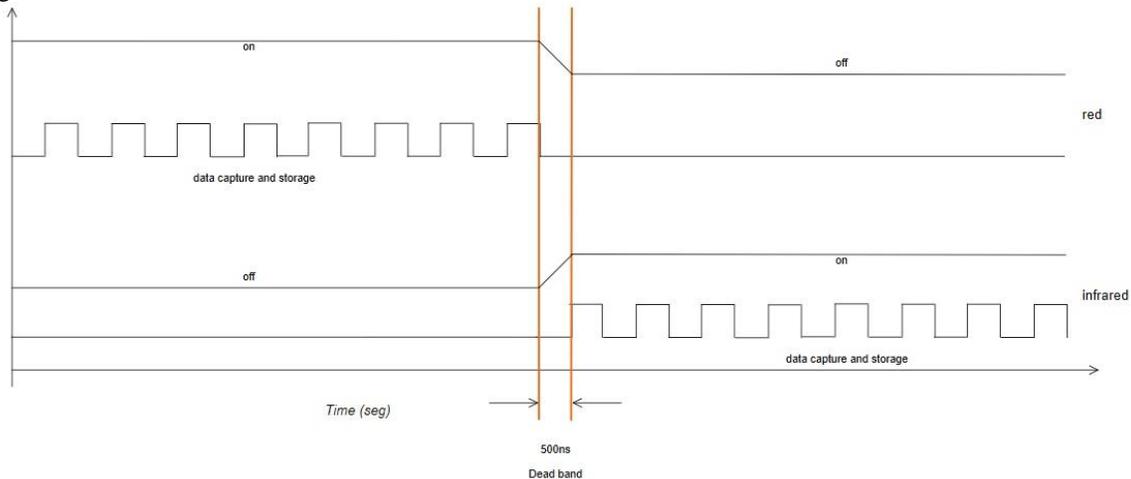


Figura 2. Tren de pulso: secuencia de encendido y apagado en los leds. La frecuencia de tren de pulso es de 122Hz.

Se considera un tren de pulso de la siguiente forma (Poularikas 2010):

$$t_p(t) = \text{sgn}(\cos(2\pi f t)) = \text{sgn}(\cos(\omega t)) \tag{1}$$

En la ecuación (1) siendo  $t_p$  la función del tren de pulsos,  $t$  el tiempo,  $T$  el periodo de la función  $t_p$ ,  $\omega$  es la frecuencia principal o fundamental y  $A$  es una constante. Para este caso se aplica un tren de pulso que se define mediante la siguiente forma.

$$t_p(t) = \text{sgn}(\cos(2\pi f t)) = \text{sgn}(\cos(\omega t)) + A \tag{2}$$

El procedimiento comienza a partir de la incidencia de los haces de luz en forma de un tren de pulso como lo indica la ecuación (2). El haz de luz (rojo e infrarrojo) tiene una frecuencia de 122Hz, y se muestrean a una razón de 1950Hz ( $t = 5.12 \times 10^{-4}$  segundos). La señal es recuperada por reflexión.

Si a la señal muestreada se le aplica un filtro pasa-bajas (Stearns y Hush (2011)) de convolución se tiene lo siguiente:

$$x(t) = [t_p(t)] * F_{pb} = A + B \cos(\omega_p t) = A + B \cos(2\pi f_p t) \tag{3}$$

Donde  $\omega_p$ ,  $f_p$  son la frecuencia angular y la frecuencia espacial de la señal portadora ( $p$ ),  $A$  y  $B$  son constantes. La Figura 3 muestra la señal recuperada aplicando un filtro pasa-bajas.

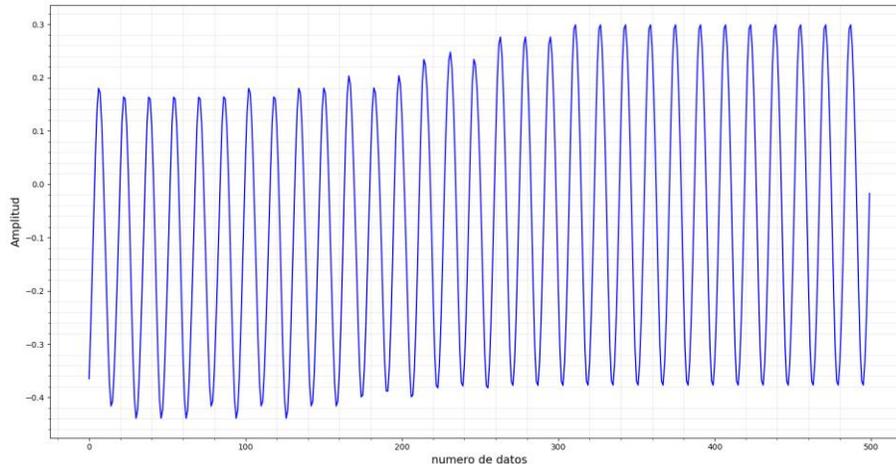


Figura 3. Señal recuperada por el sensor debido a la luz reflejada en la superficie incidente que procede de los leds rojo e infrarrojo.

El método de detección síncrona se basa en la teoría de comunicación por radio, donde la fase de una señal desconocida es recuperada por la correlación de esta señal con una señal senoidal de la misma frecuencia (Bruning et al. (1974)).

Si consideramos que la señal derivada de las pulsaciones ( $P(t)$ ), puede modular un tren de pulsos como el indicado en la ecuación (2) cuya frecuencia ( $f_p$ ,  $p$ : portadora) es mucho mayor que la de la frecuencia de las pulsaciones ( $f_r$ ,  $r$ : ritmo cardíaco) y que esta señal puede considerarse como una señal portadora de tal manera que:

$$f_r \ll f_p \quad (4)$$

Se puede considerar una relación de la siguiente forma:

$$y(t) = P(t)x(t) \quad (5)$$

$$y(t) = P(t)[A + B \cos(2\pi f_p t)]$$

Si a esta relación de señales se multiplica por dos señales (*seno y coseno*) de frecuencia casi igual a la frecuencia portadora ( $f_p$ ), se tiene lo siguiente para la señal multiplicada por coseno:

$$= B'P(t)\cos(2\pi(f_p - f_p')t) + B'P(t)\cos(2\pi(f_p + f_p')t) \quad (6)$$

Donde  $B' = \frac{B}{2}$  es un término constante, un análisis similar se considera para la señal multiplicada por seno.

Los términos  $f_p - f_p'$  corresponde a baja frecuencia, mientras,  $f_p + f_p'$ , así como también el término  $2\pi f_p'$ , corresponde a frecuencias altas, si se considera que  $f_r \approx f_p$ .

Aplicando un filtro pasa bajas (el filtro es del tipo Butterworth (Stearns y Hush (2011)) se tiene lo siguiente para el producto de la señal por las funciones de coseno y seno:

$$[y(t)\cos(2\pi f_p t)] * F_{pb} = B'P(t)\cos(2\pi(f_p - f_p')t) \quad (7)$$

$$[y(t)\sin(2\pi f_p t)] * F_{pb} = B'P(t)\sin(2\pi(f_p - f_p')t) \quad (8)$$

Se tiene interés en recuperar la magnitud de  $P(t)$ , por lo que de la ecuación (7) y (8) se tiene lo siguiente:

$$P(t) = \sqrt{2 \left( [y(t)\cos(2\pi f_p t)] * F_{pb} \right)^2 + \left( [y(t)\sin(2\pi f_p t)] * F_{pb} \right)^2} \quad (9)$$

## Comentarios Finales

### Resumen de los resultados

Aplicando el procedimiento descrito y las ecuaciones (7), (8) y (9), se tiene el siguiente resultado:

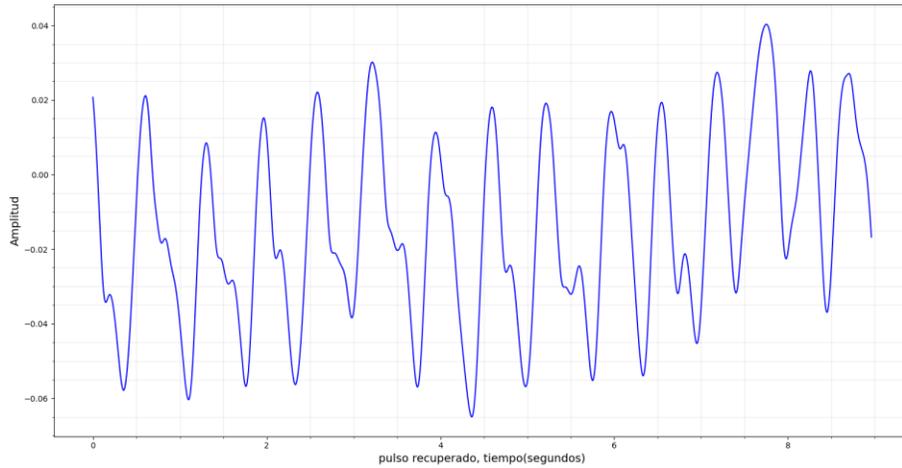


Figura 5. Pulso recuperado a partir del método de detección síncrona.

La Figura 5 muestra la señal recuperada: el pulso cardíaco. Se observa, además, que la señal del pulso es modulada por una señal adicional.

Aplicando la transformada de Fourier a los datos obtenidos se tiene el siguiente espectro de frecuencia (Figura 6):

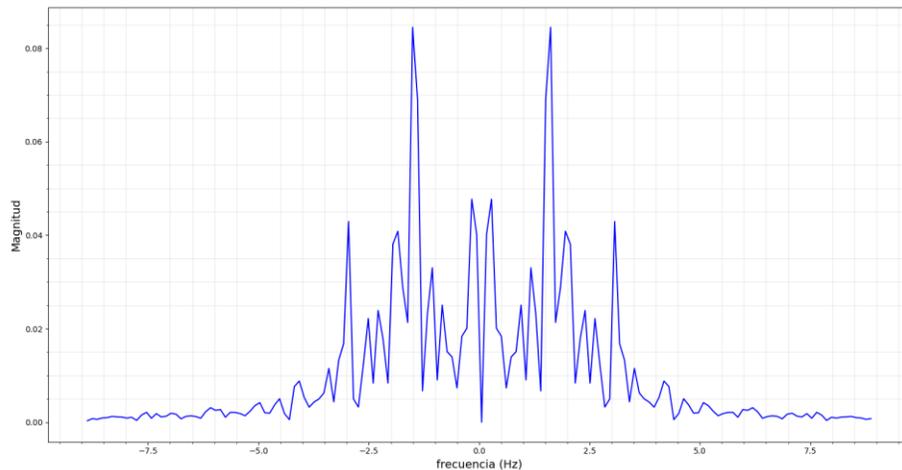


Figura 6. Espectro de Fourier de los datos obtenidos al aplicar el método de detección síncrona.

Los picos principales están a una frecuencia de  $1.5p/s$  que se corrobora con la señal de la Figura 7,  $\frac{14p}{9s} = 1.5p/s$  (pulsos por segundos). Otros aspectos importantes a resaltar son los picos entre el origen y el pulso cardíaco, mismos que han sido estudiados por Akselrod et al. (1981).

En la Figura 7 se muestra la señal obtenida con la técnica directa de pletismografía (usando una sola fuente de luz en la longitud de onda del infrarrojo):

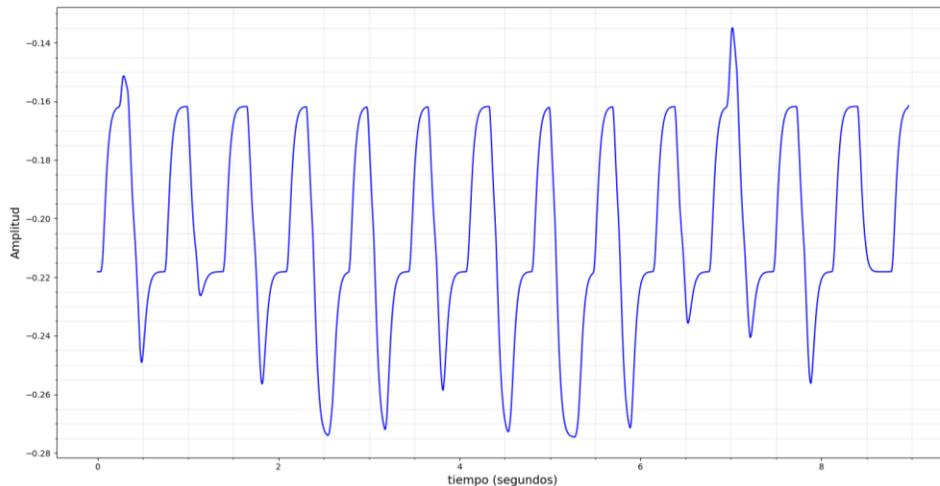


Figura 7. Datos resultantes de aplicar directamente el método de pletismografía.

En la Figura 8 se tiene el espectro de frecuencia de la señal obtenida por método de pletismografía y se puede observar que la frecuencia de los datos después de haber aplicado el método de detección síncrona, corresponde con la de los datos obtenidos aplicando directamente la técnica de pletismografía  $f = 1.5p/s$ .

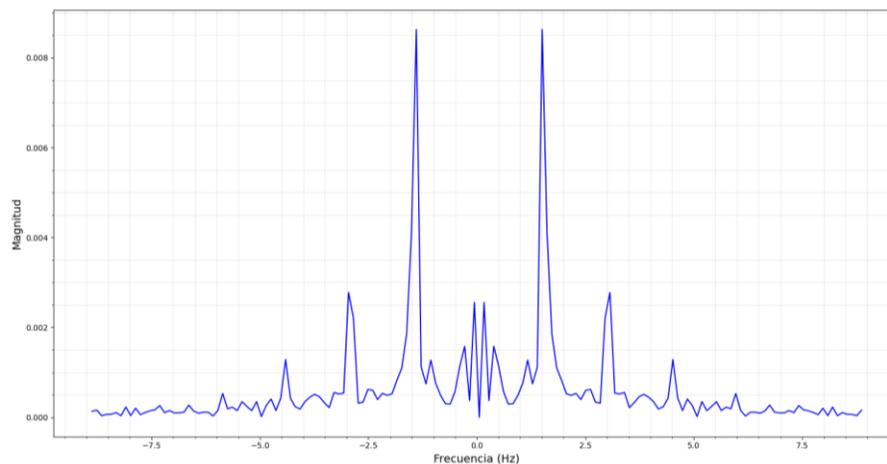


Figura 8. Espectro de Fourier de los datos del método de pletismografía

### Conclusiones

La oximetría de pulso es una técnica que tiene una amplia aplicación principalmente en el ámbito clínico. Su implementación ha sido de tal forma que ha permitido desarrollar una nueva tecnología, así como también, una nueva técnica en el tratamiento de los datos para escudriñar la información adicional que conlleva la señal del pulso cardiaco. Se ha presentado la aplicación del método de detección síncrona como una técnica para recuperar el pulso cardiaco a través de la configuración que se emplea en la oximetría de pulso. De los resultados obtenidos, se muestra el pulso cardiaco recuperado del conjunto de información generada por la configuración del oxímetro del pulso a dos diferentes longitudes de onda. Además, se puede apreciar la modulación del pulso cardiaco, que puede dar pauta para aplicar técnicas de recuperación de la frecuencia pulmonar.

### Recomendaciones

La demostración de este método para obtener la señal de la frecuencia cardíaca basándose en la configuración de la oximetría pulso puede sugerir futuras investigaciones para la recuperación de otras señales que se encuentran inmersas en la señal pletismográfica.

## Referencias

- Akselrod, S., D. Gordon, F. A. Ubel, D. C. Shannon, A. C. Berger, y R. J. Cohen. 1981. «Power Spectrum Analysis of Heart Rate Fluctuation: A Quantitative Probe of Beat-to-Beat Cardiovascular Control». *Science (New York, N.Y.)* 213 (4504): 220-22. <https://doi.org/10.1126/science.6166045>.
- Bruning, J. H., D. R. Herriott, J. E. Gallagher, D. P. Rosenfeld, A. D. White, y D. J. Brangaccio. 1974. «Digital Wavefront Measuring Interferometer for Testing Optical Surfaces and Lenses». *Applied Optics* 13 (11): 2693-2703. <https://doi.org/10.1364/AO.13.002693>.
- Challoner, A. V., y C. A. Ramsay. 1974. «A Photoelectric Plethysmograph for the Measurement of Cutaneous Blood Flow». *Physics in Medicine and Biology* 19 (3): 317-28. <https://doi.org/10.1088/0031-9155/19/3/003>.
- Chan, Edward D., Michael M. Chan, y Mallory M. Chan. 2013. «Pulse Oximetry: Understanding Its Basic Principles Facilitates Appreciation of Its Limitations». *Respiratory Medicine* 107 (6): 789-99. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2013.02.004>.
- Kock, J. P. de, y L. Tarassenko. 1993. «Pulse Oximetry: Theoretical and Experimental Models». *Medical and Biological Engineering and Computing* 31 (3): 291-300. <https://doi.org/10.1007/BF02458049>.
- Malacara, Daniel, ed. 2007. *Optical Shop Testing*. 3rd ed. Wiley Series in Pure and Applied Optics. Hoboken, N.J: Wiley-Interscience.
- Poularikas, Alexander D., ed. 2010. *Transforms and Applications Handbook*. 3rd ed. Electrical Engineering Handbook ; 43. Boca Raton, Fla: CRC Press.
- Stearns, Samuel D., y Donald R. Hush. 2011. *Digital Signal Processing with Examples in Matlab(r)*. 2nd ed. Boca Raton, FL.
- Wukitsch, Michael W., Michael T. Petterson, David R. Tobler, y Jonas A. Pologe. 1988. «Pulse Oximetry: Analysis of Theory, Technology, and Practice». *Journal of Clinical Monitoring* 4 (4): 290-301. <https://doi.org/10.1007/BF01617328>.

# Políticas Educativas en el Entorno Laboral del Personal Administrativo de Instituciones de Educación Superior Públicas

Bejarano Palomera Ruth Ileana<sup>1</sup>, Islas Villanueva Margarita<sup>2</sup>, Dr. Francisco Javier López Cerpa<sup>3</sup>

**Resumen**—El presente paper analiza las políticas educativas aplicadas en el entorno laboral del personal administrativo de instituciones de educación superior públicas, mencionando que este tipo de sector de trabajadores son quienes realizan el mayor porcentaje de actividades dentro de una institución, así que los espacios, ambiente laboral, mobiliarios, equipos y útiles para su trabajo, deben ser otorgados a éstos para propiciar procesos eficientes y entornos seguros de trabajo. El objetivo es conocer la relación de las políticas educativas con el entorno laboral que tienen los trabajadores administrativos de Instituciones de Educación Superior Públicas. El método utilizado fue un análisis de lecturas con enfoque cualitativo para identificar la problemática por medio de una revisión bibliográfica donde se reunió información existente referente al tema abordado. Dicha información se obtuvo a través de diversas fuentes como revistas, artículos científicos y libros, proporcionando una visión sobre el estado del tema en la actualidad.

**Palabras clave**—Políticas educativas, entorno laboral, personal administrativo, instituciones de educación superior públicas.

## Introducción

Las políticas educativas son todas aquellas leyes impuestas por el estado para garantizar que la educación se aplique de manera óptima a la sociedad. Estas leyes se crean de acuerdo a las necesidades históricas del país en el que se promueven, es decir, según sus ideales y principios. También han sido realizadas con el fin de administrar y aplicar de forma benéfica para la sociedad, todos los recursos que el estado destine para este fin. Las políticas educativas tienen el objetivo de tratar y resolver todos los problemas a los que la educación se enfrenta, por ejemplo, la economía, la cultura o la burocracia, y de esta manera pueda transformarlos en la maximización de los logros de los objetivos como la calidad, la eficacia y la eficiencia.

El entorno laboral está relacionado con la percepción de los colaboradores en cuanto a los factores que determinan la calidad de su experiencia en los lugares de trabajo, ya que la seguridad del trabajador se relaciona con todas aquellas medidas y políticas que gestionan la protección y bienestar de las personas evitando riesgos.

En una empresa existen diferentes riesgos laborales que pueden afectar el entorno del trabajador, por eso para proteger al personal, es importante implementar las reglas de seguridad e higiene en el ambiente de trabajo. Dichos riesgos pueden estar relacionados con la seguridad, los agentes físicos, los agentes biológicos, los contaminantes de origen químico y la ergonomía. Por lo tanto, los profesionales encargados de la seguridad e higiene de la empresa deben considerar todos estos riesgos e implementar las modificaciones pertinentes. (Extraído de: <https://www.educativo.net/articulos/la-seguridad-e-higiene-en-el-trabajo-y-su-importancia-dentro-de-la-empresa-372.html/> Consultado: 12 de noviembre de 2021).

La salud y la seguridad de las personas son fundamentales para lograr una vida plena, un mejor desempeño laboral y el desarrollo de potencialidades en diferentes aspectos y ámbitos de su vida. Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en 2014 “calculó que los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales causan más de 2.3 millones de muertes anuales, de las cuales más de 350,000 son por accidentes de trabajo, y aproximadamente 2 millones son por enfermedades profesionales”. Así pues, parte de los propósitos de implementar sistemas de gestión enfocados hacia la higiene y seguridad del trabajador son promover estilos de vida saludable entre todos los trabajadores y las trabajadoras hacia la sustentabilidad; mejorar las condiciones de trabajo y el cuidado del ambiente con calidad y productividad; emplear la gestión integral centrada en las personas como cultura organizacional con respeto a los derechos, valorando la participación y el desarrollo del potencial humano, y proyectar estos principios de trabajo decente y responsabilidad social hacia sus familias, los destinatarios del bien o servicio, las demás partes interesadas y la sociedad.

Es por ello, que tanto las políticas educativas orientadas a mejorar la calidad de la educación, que se enfatizan en el cambio curricular, organizacional, institucional, así como mejorar el nivel de su personal, están direccionadas a ofrecer un mayor acceso a la educación para que las nuevas generaciones hagan frente a las necesidades mundiales como lo es la implementación de la tecnología, lo cual va de la mano para crear en los trabajadores los lineamientos, espacios y seguridad propicios para el bienestar y la mejora en el desempeño laboral del trabajador.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es conocer la relación que existe entre las políticas educativas y las condiciones en el entorno laboral que tienen los trabajadores de Instituciones de Educación Superior Públicas en el municipio de Autlán de Navarro, Jalisco, en específico en el Centro Universitario de la Costa Sur de la Universidad

de Guadalajara, debido a que es importante que el personal administrativo se encuentre en condiciones favorables relacionadas a la higiene y seguridad en su entorno laboral, ya que de esa manera tendremos a un trabajador motivado, productivo y feliz con las actividades que realiza, lo que lleva a la Institución al cumplimiento de objetivos e indicadores ya establecidos, así como a la buena atención y satisfacción de los usuarios.

### Descripción del método

#### *Reseña de las dificultades de la búsqueda*

Las políticas educativas en México están orientadas a mejorar la calidad educativa apoyadas con el uso de la tecnología, la cual es una herramienta con la que el personal adscrito a las Instituciones de educación realizan sus actividades laborales y que generan el entorno eficiente y productivo para el cumplimiento de los objetivos, esperando que exijan cambios y adopten sistemas sustanciales.

Dentro de la globalización, la tendencia indica que las instituciones educativas emprendan acciones para el comprender conceptos abiertos e inciertos como: competencia, productividad, flexibilidad, nuevas condiciones de gestión, calidad, eficacia, que establece el mundo de eficiencia y apertura empresarial.

México tiene una larga tradición e historia en Educación Superior (ES), la universidad fue una de las primeras instituciones que se creó después de la conquista. Fundada en 1551, la Real y Pontificia Universidad de México, se convertiría en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (Cruz López, 2008).

De acuerdo a la Secretaría de Educación Pública (SEP) del Gobierno de México, las IES pueden clasificarse también en términos de la naturaleza de su oferta educativa y de las funciones que en ellas se realizan. La Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) desarrolló en 1999 una clasificación de las IES que ha sido de gran utilidad, la cual se presentó de la siguiente manera: subsistema de universidades públicas federales, subsistema de universidades públicas estatales, subsistema de educación tecnológica, subsistema de otras instituciones públicas, universidades tecnológicas públicas, universidades politécnicas públicas, subsistema de universidades públicas interculturales, instituciones particulares, instituciones de formación docente, subsistema de centros públicos de investigación, otras instituciones públicas. (Secretaría de Educación Pública)

Es por ello que las Instituciones de educación superior públicas son un ente económico y de crecimiento y desarrollo profesional en esta región de estudio, por lo que la mayor parte del movimiento económico se basa en los alumnos que estas Instituciones atraen. Lo anterior se menciona, porque parte de esa población es atendida por personal administrativo, los cuales son la base de la mayoría de las actividades y servicios que se ofrecen en este tipo de Instituciones, es por esto la importancia de mantener a estos trabajadores con la mayor higiene y seguridad, durante el tiempo que dedican en atención al usuario y realizando las actividades administrativas que sus áreas requieran.

El mundo de hoy, acelerado y con profundos cambios tecnológicos, informacionales y sociales, hace que el ritmo de trabajo y las exigencias que tienen que cumplir las organizaciones y los trabajadores sean caracterizadas por la incertidumbre, el riesgo y la ambigüedad. Esto ocasiona la mayoría de las veces enfermedades asociadas con factores de riesgos psicosociales, que van desde el tan conocido estrés, depresiones, fatigas, cansancio, o incluso más complejo como el síndrome de burnout (estado de agotamiento físico y mental que se prolonga en el tiempo y llega a alterar la personalidad y autoestima del trabajador). Por tanto, hoy se hace mucho hincapié en promover ambientes laborales amigables y saludables al interior de las organizaciones, lo que repercute en la salud y bienestar de los trabajadores. Se dice que una organización saludable comienza en una organización saludable de trabajo, referido por tanto al proceso de trabajo en sí mismo (la forma en que diseña o realiza) como a las prácticas que se utilizan (métodos), todo ello en consonancia con el ambiente que rodea la organización (Blanco & Moros, 2020).

De esta manera, una organización saludable se refiere a aquella que establece procesos de trabajo que promueven y mantienen un estado de completo de bienestar físico, mental y social de sus trabajadores y, a su vez, tiene una alta eficacia y rendimiento laboral.

Según Blanco & Moros (2020), el estudio del bienestar de los empleados es uno de los grandes temas a abordar en aras de garantizar la salud de la organización. Este concepto tiene también una naturaleza multidimensional, de tal forma que nos podemos encontrar con diferentes tipos tales como: el bienestar psicológico, el bienestar laboral o el bienestar material, siendo valorable cada uno de ellos de manera independiente en la misma persona.

Otra referencia importante de la cual se puede partir para proporcionar al personal administrativo las condiciones de higiene y seguridad adecuadas en el *Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo*, en donde en el Capítulo primero, artículo 3, número XI. Entorno Organizacional Favorable, se menciona que es aquél en el que se promueve el sentido de pertenencia de los trabajadores a la organización; la formación para la adecuada realización de las tareas encomendadas; la definición precisa de responsabilidades para los miembros de la organización; la participación proactiva y comunicación entre sus integrantes; la distribución adecuada de cargas de

trabajo, con jornadas laborales regulares, y la Evaluación y el Reconocimiento del desempeño. (Diario Oficial de la Federación)

Según Peña & Navarrete (2017), los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales representan un problema humano y económico que constituye una grave preocupación en todo el orbe. A pesar de los esfuerzos desplegados a escala mundial para abordar la situación de la seguridad y salud en el trabajo, la Organización Internacional del Trabajo estima que cada 15 segundos, un trabajador muere a causa de accidentes o enfermedades relacionadas con el trabajo y 153 trabajadores tienen un accidente laboral. Cada día mueren 6,300 personas a causa de accidentes o enfermedades relacionadas con el trabajo, esto es más de 2 millones de muertes por año. Anualmente ocurren más de 300 millones de accidentes en el trabajo, que en gran medida resultan en ausentismo laboral. El costo de esta adversidad cotidiana es enorme y la carga económica de las malas prácticas de seguridad y salud se estima en un cuatro por ciento del Producto Interno Bruto global cada año.

Con base a lo establecido por la OIT, trabajo decente busca expresar aquel trabajo que dignifica y permite el desarrollo de las propias capacidades en un mundo globalizado; no es decente el trabajo que se realiza sin respeto a los principios y derechos laborales fundamentales, ni el que no permite un ingreso justo y proporcional al esfuerzo realizado, sin discriminación de género o de cualquier otro tipo, ni el que se lleva a cabo sin protección social, ni aquel que excluye el diálogo social y el tripartismo. Incluyendo una visión de seguridad en el trabajo que permita al trabajador poder desarrollar su actividad sin temor a accidentes y enfermedades que incapaciten su acceso a un ingreso.

En México, durante 2016, se registraron 516 mil 734 accidentes de trabajo y en trayecto, 12 mil 622 personas enfermaron a causa de las labores que realizan y mil 408 fallecieron desempeñando sus labores o a consecuencia de ellas (Peña & Navarrete, 2017).

La teoría e investigación en lo referido al clima organizacional, como parte fundamental de la higiene y seguridad laboral, establece como premisa que el ambiente social que lo compone puede ser caracterizado por un número limitado de dimensiones (Patterson *et al.*, 2005). Por otra parte, no existe consenso entre los investigadores acerca de cuáles son estas dimensiones. Según Cabrera (1999) las variables que configuran el clima de una organización, a través de la percepción que de ellas tienen los miembros de la misma, son variables del ambiente físico, variables estructurales, variables del ambiente social, variables personales y variables propias del comportamiento organizacional.

Al 2021, se vive una crisis debido a la pandemia que comenzó en el 2020, la cual aún no está completamente terminada y ha ocasionado una modificación en todos los procesos laborales, incluyendo los comportamientos de los empleados. Según el Panorama Laboral de América Latina y el Caribe (2020), lo primero que salta a la vista es un aumento importante de la tasa de desocupación, que llegaría a 10,6% a fin de año, es decir 2,5 puntos porcentuales por encima del año pasado. Esto significa que el número de personas que buscan empleo y no lo pueden conseguir aumenta en 5,4 millones, y llega hasta 30,1 millones. Pero en una crisis tan abrupta e incomparable, la desocupación cuenta parte de la historia. La verdad es que este indicador hubiera crecido aún más si no fuera porque se registró una inédita caída de 5.4 puntos porcentuales en la tasa de participación en la fuerza laboral, que pasó de 62.6% a 57.2% al comparar los datos de los tres primeros trimestres de 2020 con el mismo período de 2019. Esto significa que unas 23 millones de mujeres y hombres quedaron en situación de inactividad y dejaron de buscar ocupación ante la falta de oportunidades a causa de la pandemia en América Latina y el Caribe.

Así pues, según la OIT, muchas de las personas que estuvieron inactivas en 2020 volverán a buscar empleo cuando haya una reactivación, o cuando necesiten recursos. Esto sin duda incidirá sobre los niveles de informalidad y de desocupación. La tasa de desocupación, en este escenario, podría volver a subir hasta 11,2%. Esto nos indica que el camino hacia una nueva y mejor normalidad no será fácil, ni será corto.

Esta situación aqueja en gran medida a las Instituciones de educación superior públicas, porque así como el empleo se ha visto afectado, lo mismo ha sucedido con la educación, en donde no se tenía una infraestructura tecnológica ni de servicios para atender a los usuarios a distancia. Asimismo, el personal administrativo tuvo que ser capacitado e instruido de los nuevos lineamientos en los cuales se operaría, ya que son los que realizan las principales actividades y servicios a los usuarios, por lo que se les tuvo que dotar del material adecuado para que su salud e integridad no se vieran afectados, ya que así como hay procesos que no requieren de mucha presencialidad, hay otros en los que es básica la presencia del personal administrativo.

La investigación aborda un enfoque cualitativo, utilizando un modelo conceptual y de percepción que pretende explorar y describir el fenómeno de ambiente laboral en el personal administrativo en Instituciones de educación superior públicas, con base a las políticas educativas existentes, cuyas experiencias se ven reflejadas en el comportamiento y productividad de dicho personal, referidos a la prevención del ambiente laboral.

Por tal motivo, el método utilizado fue un análisis de lecturas con enfoque cualitativo para identificar la problemática por medio de una revisión bibliográfica donde se reunió información existente referente al tema

abordado. Dicha información se obtuvo a través de diversas fuentes como revistas, artículos científicos y libros, proporcionando una visión sobre el estado del tema en la actualidad y utilizando palabras clave para la búsqueda de literatura como: políticas educativas en México, entorno laboral en las instituciones de educación superior, importancia de la higiene y seguridad en el personal administrativo, el impacto que tiene dentro de las organizaciones. También, consistió en la investigación, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, aquellos obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas (Arias, 2012). Para ello, se realizó una lectura inicial de los documentos descargados y se identificaron indicadores de análisis donde se planteó la problemática del fenómeno de estudio, por lo que este artículo es de tipo reflexivo, se permite la subjetividad, la autoconciencia y auto exposición que el autor posea para formular juicios sobre la perspectiva adoptada.

### Comentarios finales

#### *Resumen de resultados.*

Con base a datos del INEGI, en el estado de Jalisco, específicamente la región Sierra de Amula, cuenta con cuatro instituciones de educación superior públicas, las cuales son: Centro Universitario de la Costa Sur, ubicada en la ciudad de Autlán de Navarro, así como la Universidad Pedagógica Nacional Unidad 143, Instituto Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez, situado en el municipio de El Grullo y Escuela Normal para Educadoras de Unión de Tula, instalada en Unión de Tula.

El caso de estudio que se menciona en este trabajo hace referencia solamente al Centro Universitario de la Costa Sur, el cual como Institución de Educación Superior Pública cuenta con una plantilla de noventa y tres colaboradores como personal administrativo. La revisión de literatura que corresponde al tema de estudio nos muestra la importancia de identificar, analizar y enfatizar puntos claves que permitan un diagnóstico de la investigación realizada, el cual muestra un panorama más amplio con las problemáticas detectadas en este grupo de trabajadores.

Estos resultados llevan al análisis de requerir políticas educativas en las cuales integren no solamente la figura del docente, sino también destaquen la importancia del personal administrativo, puesto que ellos son la base para que el proceso de educación se pueda realizar.

#### *Conclusiones.*

Las políticas educativas marcan las principales pautas que rigen el sistema educativo de un país, y por tal motivo tienen un impacto significativo en el quehacer de las instituciones de educación, sus equipos de gestión, docentes y personal administrativo. En consecuencia, el proceder de los actores que componen dicho sistema debe estar alineado a las reglas y normas que se desprenden de estas políticas.

La transformación del sistema educativo requiere de reformas y políticas educativas orientadas a mejorar y aumentar la calidad de la educación, y que a la vez se genere un proceso de transformación del sistema educativo mediado por políticas del estado que propicie el bienestar de todos los actores que la conforman.

Según Espinosa, (2019), el comportamiento humano en el trabajo hoy sigue siendo importante para las organizaciones, ya que sus miembros son indispensables para el logro de los objetivos. En el enfoque del comportamiento organizacional, el desempeño es el resultado de factores organizacionales, entre estos se encuentra el clima organizacional, el cual se conceptualiza a partir de las percepciones de los miembros de una organización respecto a su trabajo en un ambiente físico dado, de las relaciones interpersonales y otros elementos de la organización, concluyendo, que los factores organizacionales y las competencias del individuo contribuyen en el desempeño individual, asimismo el nivel de ejecución alcanzado de las metas organizacionales se logra con un personal motivado, integrado y reconocido.

El trabajo en la vida de cualquier ser humano es transversal, por lo que así como puede ser un constante motivador en el crecimiento profesional, también puede convertirse en un factor de riesgo que genera enfermedades en el capital humano. Por ello la importancia de que, las instituciones de educación superior públicas se esfuercen por mejorar sus procesos de prevención y contemplen dentro de sus sistemas de seguridad y salud en el trabajo las condiciones y entornos adecuados para el personal administrativo, ya que a partir de un ambiente laboral favorable, se puede proteger la salud e integridad de éstos.

### Referencias

Anaya-Velasco, A. (2017). Modelo de salud y seguridad en el trabajo con gestión integral para la sustentabilidad de las organizaciones (SSETGIS). *Ciencia & trabajo*, 19(59), 95-104.

Asturias, F. M. (2000). Manual básico de prevención de riesgos laborales: Higiene industrial, Seguridad y Ergonomía. S. d. Asturias, Ed.) Madrid: Sociedad Asturiana de Medicina y Seguridad en el Trabajo.

- Cabrera Salas, A. L. (2018). Clima organizacional y satisfacción laboral en colaboradores de una institución pública peruana: estudio de caso. Cruz López, y., & Cruz López, A. K. (2008). La educación superior en México, tendencias y desafíos. *Avaliação: revista da avaliação da educação superior (campinas)*, 13, 293-311.
- Diario oficial de la federación (2014). Reglamento federal de seguridad y salud en el trabajo. *México. Noviembre de 2021*.
- García, Y. B., & Fernández, H. M. (2020). Empoderamiento organizacional: factor protector del bienestar laboral. *Revista cubana de salud y trabajo*, 21(2), 60-5.
- Hanson, M. (1997). La descentralización educacional: problemas y desafíos (Vol. 9, pp. 5-18). Santiago: Preal.
- INEGI, P. W. (2003). INEGI. *Recuperado el 13 de noviembre de 2021*.
- Kayser, B. (2007). Higiene y seguridad industrial. *Recuperado el 5, 180-207*.
- Mejía Espinoza, C. L. (2019). Análisis de los factores que influyen en el clima organizacional en instituciones públicas de Villacorzo.
- Morales, C. E. A. (2019). La empresa y los accidentes en el ámbito laboral. Caso de algunas empresas peruanas. *Revista Le Bret*, (11), 37-57. OIT, <<http://www.oit.org/public/spanish/region/ampro/cinterfor/rct/35rct/>
- Panorama laboral 2020, lima: oit / oficina regional para américa latina y el caribe, 2020. 204 p.
- Peña, E., & Navarrete, A. (2017). Seguridad y salud en el trabajo en México: avances, retos y desafíos. *México: stps. Recuperado de: <http://www.lth.mx/documentos/libro-seguridad%20y%20salud%20en%20el%20trabajo%20en%20mexico-avances,%20retos%20y%20desafios,20>*
- Romero, F. J., & Urdaneta, E. (2009). Desempeño laboral y calidad de servicio del personal administrativo en las universidades privadas. *REDHECS*, 7(4), 66-79.
- Sabastizagal-Vela, I., Astete-cornejo, J., & Benavides, F. G. (2020). Condiciones de trabajo, seguridad y salud en la población económicamente activa y ocupada en áreas urbanas del Perú. *Revista peruana de medicina experimental y salud pública*, 37, 32-41.
- Sampieri, R. H., Valencia, S. M., & Soto, R. C. (2014). Construcción de un instrumento para medir el clima organizacional en función del modelo de los valores en competencia. *Contaduría y administración*, 59(1), 229-257.
- "Seguridad e higiene". En: *significados.com*. Disponible en: <https://www.significados.com/seguridad-e-higiene/> consultado: 12 de noviembre de 2021.
- "Instituciones de educación superior", extraído de : (<https://www.gob.mx/sep/acciones-y-programas/instituciones-de-educacion-superior>) / consultado el 13 de noviembre de 2021.
- "La seguridad e higiene en el trabajo y su importancia dentro de la empresa" extraído de: <https://www.educativo.net/articulos/la-seguridad-e-higiene-en-el-trabajo-y-su-importancia-dentro-de-la-empresa-372.html/> consultado: 12 de noviembre de 2021.

# Desarrollo de una Arquitectura de Referencia en el Contexto de Industria 4.0

Carlos Eduardo Belman López<sup>1</sup>, José Alfredo Jiménez García<sup>2</sup>, Salvador Hernández González<sup>3</sup>, Vicente Figueroa<sup>4</sup>

**Resumen**—El concepto de Industria 4.0 está basado en la integración de la tecnología de la información y comunicación en los procesos industriales, siendo principalmente dependiente en la construcción de sistemas ciber-físicos, para llevar a cabo una fábrica digital e inteligente, dirigida por la información, personalizable y al cuidado del ambiente. Pero aún existen muchos desafíos para el desarrollo pleno de la Industria 4.0, entre los que destacan la creación de arquitecturas de referencia, desarrollo de plataformas que integren múltiples datos de producción, la colaboración hombre-máquina, la implementación de casos de uso exitosos, entre otros. Por estos motivos, la contribución de esta investigación se centra en desarrollar una arquitectura de referencia en que permita a los ingenieros desarrollar soluciones e implementaciones en el contexto de la Industria 4.0.

**Palabras clave**—Industria 4.0, Arquitectura de Software, Manufactura Inteligente, Sistemas Ciber-Físicos

## Introducción

La arquitectura de un sistema ayuda a estimar los recursos necesarios para la implementación, ayuda a descubrir fácilmente las áreas de riesgo en el sistema y así poder reducir el impacto y el costo asociado con el riesgo, es decir, la gestión de riesgos también se realiza durante la fase de desarrollo de la arquitectura (Carnell, 2017). Además, la arquitectura muestra el sistema en términos de componentes, por lo que, si dos sistemas tienen componentes en común, se pueden reutilizar los componentes ya desarrollados, apoyando la reutilización. Mediante la arquitectura es posible mejorar fácilmente la calidad del sistema, porque desarrollar el producto teniendo en cuenta todos los atributos de calidad, como "mantenibilidad", "confiabilidad", "eficiencia", entre otros (Sharma *et al.*, 2015). El desarrollo de sistemas enfrenta por lo general restricciones en relación con el tiempo, el costo y la calidad. Cervantes Maceda et al. (2016) detallan diversos beneficios de diseñar la arquitectura de un sistema, mencionados a continuación.

- **Aumenta la calidad de los sistemas.** La relación entre arquitectura y calidad es directa, la arquitectura permite satisfacer los atributos de calidad de un sistema y estos son, a su vez, una de las dos dimensiones principales asociadas con la calidad de los sistemas, siendo la segunda el número de defectos. Hacer una inversión significativa en el diseño arquitectónico contribuye a reducir la cantidad de defectos, la cual, de otra forma, podría traducirse en fallas que impactan negativamente en la calidad.
- **Mejora el tiempo de entrega de proyectos.** La arquitectura juega un rol importante para que los sistemas sean desarrollados en tiempo y forma. En principio, algunos de los elementos que se identifican dentro de las estructuras arquitectónicas ayudan directamente a llevar a cabo estimaciones más precisas del tiempo requerido para el desarrollo. Por otro lado, una estructuración adecuada ayuda a asignar el trabajo y facilita el desarrollo en paralelo del sistema por parte de un equipo. Lo anterior optimiza el esfuerzo realizado y reduce el tiempo que toma el desarrollo del sistema. El diseño de la arquitectura involucra con frecuencia la reutilización, ya sea de soluciones conceptuales o de componentes existentes, y esto ayuda también a reducir de manera significativa el tiempo de desarrollo.
- **Reduce costos de desarrollo.** La reutilización es un factor importante en el momento de hacer un diseño arquitectónico porque ayuda a reducir costos. Por otra parte, es posible considerar la reutilización como un atributo de calidad del sistema y tomar decisiones de diseño al respecto con la finalidad de lograr una disminución de costos en el desarrollo de sistemas subsecuentes. Reiteramos asimismo que un buen diseño contribuye a aminorar la necesidad de volver a hacer el trabajo y facilita el mantenimiento, lo cual también conduce a bajar los gastos.

---

<sup>1</sup> El I.S.C. Carlos Eduardo Belman López es Maestro en Ingeniería Industrial y estudiante de Doctorado en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato, México. [carlosbelman@gmail.com](mailto:carlosbelman@gmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> El Dr. José Alfredo Jiménez García es Profesor-Investigador del departamento de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato, México. [josealfredo.jimenez@itcelaya.edu.mx](mailto:josealfredo.jimenez@itcelaya.edu.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Salvador Hernández González es Profesor-Investigador del departamento de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato, México. [salvador.hernandez@itcelaya.edu.mx](mailto:salvador.hernandez@itcelaya.edu.mx)

<sup>4</sup> El M.I. Vicente Figueroa es Profesor del departamento de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato, México. [vicente.figueroa@itcelaya.edu.mx](mailto:vicente.figueroa@itcelaya.edu.mx)

## Metodología

El ciclo de desarrollo de la arquitectura está formado por las fases de análisis de requerimientos, diseño, documentación e implementación.

La fase de análisis de requerimientos se enfoca en la captura, documentación y priorización de requerimientos que influyen sobre la arquitectura, por lo habitual, conocidos como requerimientos significativos. La etapa de diseño es probablemente la más compleja del ciclo de desarrollo de la arquitectura. Durante ella se definen las estructuras de las que se compone la arquitectura mediante la toma de decisiones de diseño. Esta creación estructural puede crearse, por ejemplo, mediante patrones de diseño, tácticas y soluciones tecnológicas concretas (Cervantes Maceda et al., 2016). Una vez que ha sido creado el diseño de la arquitectura, es necesario darlo a conocer a otros interesados en el sistema (fase de documentación), como desarrolladores, responsables de implantación, líderes de proyecto o el cliente mismo. La comunicación exitosa depende por lo habitual de que el diseño sea documentado de forma apropiada. A pesar de que durante el diseño se hace una documentación inicial que puede incluir bocetos de las estructuras, o bien capturas de las decisiones de diseño, la documentación involucra la representación de sus estructuras por medio de vistas o diagramas que apoyan en la comprensión de la arquitectura (Cervantes Maceda et al., 2016).

### Identificación de los requerimientos

La identificación de los requerimientos ocurre durante la fase de análisis dentro del ciclo de desarrollo de sistemas. Un requerimiento es una especificación que describe alguna funcionalidad o atributo de calidad del sistema. Puede describir también algún aspecto que restringe la forma en que se construye ese sistema (Wieggers & Beatty, 2013). Del conjunto de requerimientos, los atributos de calidad y las restricciones son los requerimientos que principalmente influyen sobre el diseño de la arquitectura. A continuación, se describen los principales tipos de requerimientos. Los requerimientos de usuario o funcionales especifican aspectos de carácter funcional sobre los servicios que pueden realizar los usuarios a través del sistema. Adicionalmente, especifican servicios que brindan soporte a procesos de negocio que los usuarios llevan a cabo (Cervantes Maceda *et al.*, 2016).

La arquitectura del sistema tiene un impacto directo sobre la capacidad de éste para satisfacer requerimientos particulares conocidos como atributos de calidad. Estos atributos incluyen el desempeño (rendimiento del sistema), usabilidad, escalabilidad, modificabilidad (que tan simple es introducir cambios en el sistema). Las decisiones de diseño que se toman para estructurar un sistema permitirán o impedirán que se satisfagan los atributos de calidad. Por ejemplo, un sistema estructurado a modo que los componentes sean altamente dependientes (acoplados) entre ellos, limitará severamente la modificabilidad. De manera notable, la estructuración tiene un impacto mucho menor respecto a los requerimientos funcionales. Por ejemplo, un sistema difícil de modificar puede satisfacer plenamente los requerimientos funcionales que se le imponen (ISO/IEC/IEEE 42010, 2007).

Las restricciones describen aspectos que limitan el proceso de desarrollo del sistema. Para facilitar su manejo se distinguen dos subclases: las restricciones técnicas y las restricciones administrativas. Las restricciones técnicas se refieren a menudo a solicitudes expresas sobre el uso de cierto hardware, lenguajes de programación, software provisto por cierto proveedor, métodos de diseño o implementación. Las restricciones administrativas describen aspectos que restringen el proceso de desarrollo incluyendo el costo, tiempo de desarrollo o el número de desarrolladores. Por ejemplo, una restricción administrativa puede especificar que el sistema debe desarrollarse en un periodo menor a 12 meses (Carnell, 2017).

Durante esta investigación se utilizaron los 17 requerimientos para las empresas en Industria 4.0 identificados por Belman-Lopez et al. (2020). Estos requerimientos son modularidad, integración, colaboración, flexibilidad y escalabilidad, virtualización, arquitectura distribuida y descentralizada, holística, personalizable, ubicua, robustez, información en tiempo real, autonomía e inteligencia, decisiones optimizadas por datos, seguridad, equilibra la vida laboral y mejora la eficiencia y productividad.

### Diseño de la arquitectura

El diseño puede ser visto como una actividad que traduce una idea en un plano o modelo, a partir del cual se puede construir algo útil, ya sea un producto, un servicio o un proceso (Cervantes Maceda *et al.*, 2016). Una definición más formal de diseño consiste en la especificación de un objeto que busca alcanzar ciertos objetivos en un entorno particular, usando un conjunto de componentes básicos, satisfaciendo una serie de requerimientos y sujetándose a determinadas restricciones (Ralph & Wand, 2009). Pero en el desarrollo de sistemas, el diseño no es llevado a cabo únicamente a nivel arquitectura, sino que es posible identificar tres niveles distintos de diseño: diseño de la arquitectura, diseño de las interfaces y diseño detallado, llevados a cabo de forma secuencial.

El diseño de la arquitectura se realiza por lo habitual siguiendo un enfoque de “divide y vencerás”. El problema general, que es realizar el diseño de la arquitectura, se divide en problemas de menor tamaño, que son realizar el diseño de partes de la arquitectura y que pueden ser resueltos de manera más fácil. El diseño resultante se

evalúa, se elige enseguida otro subconjunto de los ASR, y se procede de la misma manera hasta que se completa el diseño. El proceso termina cuando se han tomado suficientes decisiones de diseño para satisfacer los ASR, o bien, cuando concluye el tiempo que el arquitecto tiene asignado para realizar las actividades de diseño. En el diseño de la arquitectura, una de las ventajas de seguir el enfoque “divide y vencerás”, es que resulta más simple y realista diseñar de forma iterativa e incremental, que tratar de tomar todos los drivers de una sola vez, y producir un diseño que los satisfaga a todos. El proceso de diseño involucra la toma de decisiones. Dado que los sistemas rara vez son completamente innovadores, muchos de los problemas de diseño con los que se enfrenta el arquitecto ya han sido atacados previamente. Por ello, una parte considerable de la toma de decisiones involucra la identificación, selección y adecuación de soluciones existentes con el fin de resolver los subproblemas de diseño que se deben atender como resultado de seguir el enfoque “divide y vencerás”. Utilizar soluciones existentes en vez de “reinventar la rueda” aporta diversos beneficios, por ejemplo, ahorra tiempo y mejora la calidad debido a que por lo habitual ya han sido probadas y refinadas. Un buen ingeniero es quien hace un diseño que funciona con el menor número posible de ideas originales. Es importante señalar que emplear soluciones existentes no es una limitante a la creatividad en el diseño y que la originalidad reside en la identificación y combinación de las soluciones (Cervantes Maceda *et al.*, 2016). Esta investigación utilizó el método de diseño guiado por atributos (ADD) para diseñar la arquitectura de referencia para Industria 4.0, cuyos pasos se muestran en la Figura 1.

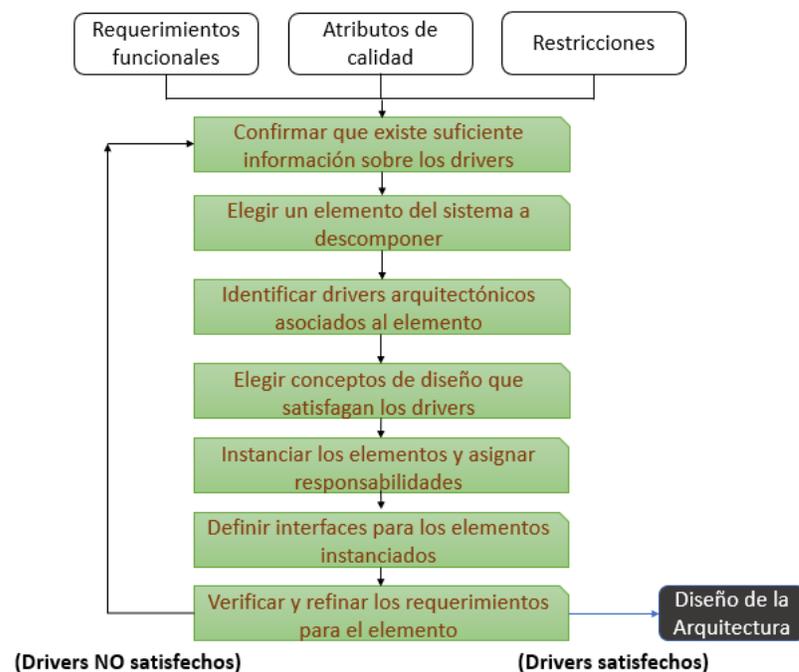


Figura 1. Etapas del método ADD.

### Arquitectura propuesta

Para realizar el diseño de la arquitectura se utilizó el método ADD (Wood, 2007). El primer paso confirmó suficiente información sobre los requerimientos, donde se utilizaron los identificados en Belman-Lopez et al. (2020). En el paso 2 se tomó al sistema como elemento inicial a descomponer. Posteriormente se fueron eligiendo requerimientos (tercer paso) y conceptos de diseño que satisfagan esos requerimientos (cuarto paso), generando elementos y sus responsabilidades dentro de la arquitectura (quinto paso), así como sus relaciones y propiedades (quinto paso), siendo necesarias 8 iteraciones. La Figura 2 ilustra la arquitectura propuesta.

Los clientes y entidades ciber-físicas representan la interacción entre las entidades y la arquitectura. La arquitectura brinda a las entidades soporte en la toma de decisiones, muestra los conocimientos adquiridos y diagnósticos generados. Los usuarios pueden ejecutar servicios y establecer configuraciones. Las entidades incluyen usuarios, sistemas legados, diferentes tipos de CPS como dispositivos, productos y procesos, CPPS, la fábrica y su ambiente.

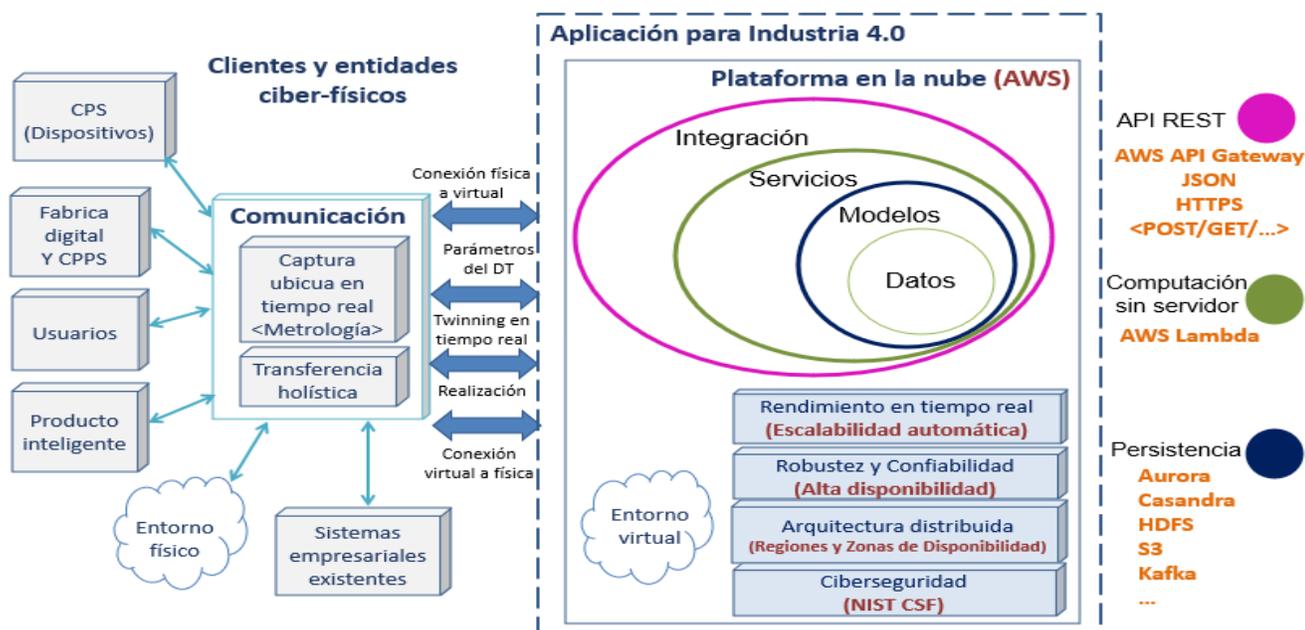


Figura 2. Arquitectura propuesta.

### Comunicación, captura y transferencia

La capa de comunicación incluye dos elementos, la captura ubicua en tiempo real y la transferencia. La captura ubicua esta formada por dispositivos del internet de las cosas (IoT). El IoT se refiere a un mundo conectado en el que los objetos son embebidos con sensores electrónicos, actuadores y otros dispositivos digitales con el fin de establecer una conectividad que permite recopilar e intercambiar datos. En el área de la producción el término "cosas" incluye materiales, sensores, actuadores, controladores, robots, operadores humanos, máquinas, equipos, productos, materiales, entre otros (Yang et al., 2019). En general, el IoT permite establecer una red en la que las entidades ciber-físicas cooperan entre sí y son capaces de ofrecer una conectividad avanzada entre objetos físicos, sistemas y servicios, lo que permite la comunicación de objetos a objetos, así como compartir e intercambiar datos para lograr objetos inteligentes (Zhong et al., 2017). Pero la eficacia de un sistema IoT depende en gran medida de la interconexión de muchos tipos de "cosas" con diferentes características de comunicación, procesamiento, almacenamiento, suministro de energía, entre otras. Por esta razón la capa de transferencia se conforma por protocolos de enlace de datos ampliamente utilizados para el flujo de datos en sistemas IoT como Bluetooth, ZigBee, Z-wave, WiFi y NFC. Bluetooth es utilizado comúnmente para redes de vehículos y aplicaciones de detección. ZigBee es el protocolo para redes WSN más popular y posee un bajo consumo de energía, muy adecuado para la detección ubicua. Z-wave tiene una velocidad de datos muy baja con un consumo de energía muy bajo adecuado para casas inteligentes y aplicaciones en el área de la salud. WiFi es un protocolo de red de computadora inalámbrico basado en los estándares IEEE 802.11, mientras que NFC se ve comúnmente en sistemas de pagos a través de teléfonos móviles. Protocolos de red de largo alcance incluyen SigFox, Neul, LoRaWAN, además de las tecnologías de comunicación de teléfonos celulares. Estos protocolos de largo alcance se usan comúnmente dentro de ciudades inteligentes y aplicaciones ambientales con el fin de transmitir datos en rangos de 2 hasta 200 kilómetros (Yang et al., 2019).

### Integración, servicios y modelos

La integración es importante porque las aplicaciones no pueden vivir aisladas unas de otras. La capa de integración permite descubrir y exponer servicios, aplicaciones y datos valiosos a través de APIs (Hohpe & Woolf, 2004). Kagermann et al. (2013) establecieron que los servicios y aplicaciones utilizados en Industria 4.0 conectarán personas, objetos y sistemas, teniendo las siguientes características: flexibilidad para la rápida orquestación de servicios y aplicaciones, soporte para producción colaborativa, servicios de predicción en los sistemas empresariales, seguridad, protección y confiabilidad.

Los servicios web tipo REST son la mejor opción para lograr los objetivos de interoperabilidad, flexibilidad, compartición e intercambio de información y datos. La tendencia en la creación de los servicios web, se ha guiado por la necesidad de integrar información proveniente de diferentes plataformas, donde cada plataforma puede utilizar diferentes representaciones de datos siendo la estandarización el principal impulsor de las diferentes técnicas y

tecnologías propuestas. A lo largo del tiempo, han surgido varias tecnologías para respaldar el concepto de servicios y cada una utiliza un enfoque diferente. Estas tecnologías difieren principalmente en la flexibilidad, así como en las plataformas de software compatibles. La evolución de las tecnologías de servicios se puede dividir en dos etapas. La primera generación de servicios estaba orientada a integrar sistemas heredados en una única plataforma y posteriormente entre diferentes plataformas. La segunda generación tenía como objetivo crear un mercado de servicios para todas las personas con acceso a Internet. Si bien la primera generación se desarrolló principalmente en función de las preocupaciones de interoperabilidad entre empresas, la segunda generación amplió la posibilidad de estar disponible para cualquier persona con acceso a Internet, o más específicamente, a través de la web mediante el protocolo HTTP. La segunda generación representó la democratización de la comunicación, ya que permitió el acceso a la información desde cualquier navegador web que admitiera HTTP. Al tomar prestado el concepto de servicios de la primera generación y con la posibilidad de comunicarse a través de HTTP, la segunda generación fue generalmente reconocida como servicios web o servicios de software accesibles a través del protocolo web (Angulo et al., 2016).

Los servicios son un componente esencial dentro del paradigma “todo como un servicio”, proporcionando a los usuarios y entidades, servicios de aplicación para simulación, verificación, monitoreo, optimización, diagnósticos, pronósticos, administración de la salud, entre otros. Además de los servicios de aplicación, es necesario servicios para dar soporte a la funcionalidad de la plataforma, tales como servicios para datos, algoritmos y conocimiento (Qi, et al., 2019). Los servicios brindan información del sistema en cuestión, generan predicciones y diagnósticos mediante métodos de inteligencia artificial y presentan el conocimiento adquirido a los usuarios, brindando un soporte para la toma de decisiones informadas (Jones et al., 2020).

El modelo virtual es la réplica de la entidad física, que reproduce la geometría física, propiedades, comportamiento y reglas. El modelo virtual refleja fenómenos de la entidad física como deformaciones, fracturas, corrosión, entre otras. El modelo de comportamiento describe estados de transición, rendimiento, degradación y coordinación, además de incluir mecanismos de respuesta contra cambios en el ambiente externo. Las reglas equipan al gemelo digital con habilidades lógicas tales como, razonamiento, evaluación y toma de decisiones (Qi, et al., 2019).

### **Plataforma en la nube**

La computación en la nube permite desarrollar aplicaciones distribuidas y desacopladas con alta disponibilidad, escalabilidad y alto rendimiento mediante la ejecución de múltiples instancias en paralelo administradas de forma automática por el proveedor en la nube. La computación en la nube se ha establecido como una poderosa herramienta que permite el aumento de la competitividad a través de una mayor flexibilidad, reducción de costos, elasticidad y utilización óptima de recursos (Zhong et al., 2017). Las principales preocupaciones acerca de la computación en la nube son los temas de privacidad y seguridad. Aunque otros retos que también reducen la eficiencia y confiabilidad de sistemas basados en la nube son la administración de los datos, la asignación dinámica de recursos, el balanceo de la carga de trabajo, la escalabilidad, la alta disponibilidad, así como la migración, compatibilidad, interoperabilidad y comunicación entre diferentes nubes, sin embargo, existen soluciones apropiadas ya abordadas (Moghaddam et al., 2015).

### **Ciberseguridad**

La ciberseguridad se refiere al conjunto de herramientas, políticas, conceptos de seguridad, directrices, métodos de gestión de riesgos, acciones, formación, prácticas idóneas, seguros y tecnologías que pueden utilizarse para proteger los activos de la organización y los usuarios en el ciber entorno (Sánchez Fernández, 2013). Para Industria 4.0, nuevas tecnologías y sistemas se comunican entre sí para recolectar datos, intercambiar decisiones y controlar sistemas industriales de producción, la ciberseguridad se convierte en un objetivo a tratar y evaluar por los constantes riesgos que necesitan ser mitigados (Hernández A. et al., 2018). Para abordar estos riesgos, el NIST desarrolló un enfoque prioritario, flexible, repetible y rentable, que incluye medidas de seguridad para identificar, evaluar, y gestionar los riesgos cibernéticos conocido como el marco de seguridad cibernética (NIST CSF, por sus siglas en inglés). El NIST CSF se ha convertido en un marco reconocido internacionalmente para ser utilizado por cualquier organización, independientemente del sector o tamaño. El NIST CSF consta de tres elementos: el núcleo, los niveles y los perfiles. El núcleo establece un conjunto fundamental de actividades organizadas en cinco funciones continuas (identificar, proteger, detectar, responder, recuperar) para ayudar a mejorar la seguridad, la gestión de riesgos, la robustez y resiliencia de la organización (NIST, 2018).

### **Conclusiones**

Industria 4.0 es un complejo sistema tecnológico que está siendo formado fundamentalmente por la conectividad, integración y digitalización de la producción, enfatizando las oportunidades de integrar todos los elementos en un sistema de valor agregado, siendo las fábricas inteligentes capaces de crear copias virtuales del mundo

físico, analizar y monitorear los procesos físicos, autogestionarse, optimizarse y tomar decisiones de forma autónoma en tiempo real. La Industria 4.0 al integrar de forma ubicua y colaborativa, los recursos de producción e implementar análisis de datos en conjunto con un sistema de soporte de decisiones en tiempo real, permite solicitar servicios adecuados y tomar medidas para maximizar el tiempo de actividad, la productividad y la eficiencia de los sistemas industriales.

Una arquitectura de referencia que cumpla con los requisitos que gobiernan Industria 4.0, proporcione una descripción de sus elementos y facilite la implementación de las nuevas aplicaciones empresariales es fundamental. La arquitectura de referencia es un modelo general que se aplica tanto a aplicaciones, productos y servicios de todas las empresas asociadas. La arquitectura de referencia proporciona un marco para la estructuración, desarrollo, integración y operación de los sistemas tecnológicos relevantes para la Industria 4.0.

Los nuevos sistemas industriales deben alinear diferentes perspectivas que deben integrarse en una arquitectura de referencia, por ejemplo, las nuevas funciones y servicios desde la perspectiva de los nuevos productos y procesos industriales. Así como la perspectiva de las nuevas aplicaciones y su integración con el ambiente, adquisición de datos a través de sensores, el control continuo, análisis de tendencias, funciones de planificación y optimización, entre otras características.

### Referencias

- Angulo, P., Guzmán, C., Jiménez, G., & Romero, D. (2016). A service-oriented architecture and its ICT infrastructure to support eco-efficiency performance monitoring in manufacturing enterprises. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 202-214. doi:<http://dx.doi.org/10.1080/0951192X.2016.1145810>
- Belman-Lopez, C., Jiménez-García, J., & Hernández-González, S. (2020). Análisis exhaustivo de los principios de diseño en el contexto de Industria 4.0. *Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 432-447. doi:<https://doi.org/10.4995/riai.2020.12579>
- Carnell, J. (2017). *Spring Microservices in Action*. NY: Manning Publications Co.
- Cervantes Maceda, H., Velasco-Elizondo, P., & Castro Careaga, L. (2016). *Arquitectura de Software. Conceptos y ciclo de desarrollo*. Ciudad de México, México: CENGAGE Learning.
- Hernández A., A., Figueroa F., V., & Jiménez G., J. (2018). *Propuesta de una metodología de diagnóstico para identificar los requerimientos tecnológicos de una empresa tradicional de manufactura para evolucionar a Industria 4.0*. Celaya, Guanajuato, México: Tecnológico Nacional de México en Celaya.
- Hohpe, G., & Woolf, B. (2004). *Enterprise Integration Patterns*. Boston, MA: Addison-Wesley.
- ISO/IEC/IEEE 42010. (10 de Jul de 2007). ISO/IEC/IEEE 42010: Defining "architecture". Obtenido de ISO/IEC/IEEE 42010: <http://www.iso-architecture.org/ieee-1471/defining-architecture.html>
- Jazdi, N. (17 de Julio de 2014). *Cyber Physical Systems in the Context of Industry 4.0*. IEEE International Conference on Automation, Quality and Testing, Robotics. (págs. 1-3). Cluj-Napoca, Romania: IEEE. doi:10.1109/AQTR.2014.6857843
- Jones, D., Snider, C., Nassehi, A., Yon, J., & Hicks, B. (2020). Characterising the Digital Twin: A systematic literature review. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 36-52. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2020.02.002>
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). *Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0. Final report of the Industrie 4.0 Working Group*. National Academy of Science and Engineering (acatech), 1-82.
- Moghaddam, F., Ahmadi, M., & Eslami, M. (2015). *Cloud Computing Challenges and Opportunities: A Survey*. International Conference on Telematics and Future Generation Networks (TAFGEN) (págs. 34-38). Kuala Lumpur, Malaysia: IEEE. doi:10.1109/TAFGEN.2015.7289571
- NIST. (16 de Abril de 2018). *Framework for Improving Critical Infrastructure Cybersecurity*. Obtenido de National Institute of Standards and Technology: <https://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/CSWP/NIST.CSWP.04162018.pdf>
- Qi, Q., Tao, F., Hu, T., Anwer, N., Liu, A., Wei, Y., . . . Nee, A. (2019). Enabling technologies and tools for digital twin. *Journal of Manufacturing Systems*, 1-19. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2019.10.001>
- Ralph, P., & Wand, Y. (2009). *A Proposal for a Formal Definition of the Design Concept*. Lecture Notes in Business Information Processing, 103-136.
- Rozanski, N., & Woods, E. (2005). *Software Systems Architecture*. Addison-Wesley Professional.
- Sánchez Fernández, P. (2013). *Sistema de Gestión de la Ciberseguridad Industrial (Tesis Maestría)*. Gijón, España: Gijón, España.
- Sharma, A., Kumar, M., & Agarwal, S. (2015). *A Complete Survey on Software Architectural Styles and Patterns*. *Procedia Computer Science*, 16 - 28. doi:10.1016/j.procs.2015.10.019
- Wieggers, K., & Beatty, J. (2013). *Software Requirements*. Redmond, Washington: Microsoft Press.
- Wood, W. (2007). *A Practical Example of Applying Attribute-Driven Design (ADD), Version 2.0*. Carnegie Mellon University, 1-59.
- Yang, H., Kumara, S., Bukkapatnam, S., & Tsung, F. (2019). The Internet of Things for Smart Manufacturing: A Review. *IISE Transactions*, 1-36. doi:10.1080/24725854.2018.1555383
- Zhong, R., Xu, X., Klotz, E., & Newman, S. (2017). *Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review*. *Engineering*, 616-630. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015>

### Notas Biográficas

El **M.I.I. Carlos Eduardo Belmán López** estudió Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Tecnológico Nacional de México en Celaya del 2003 al 2007, la Maestría en Ingeniería Industrial en el TecNM en Celaya del 2016 al 2018, y actualmente estudiante de Doctorado en Ingeniería en Ciencias en el TecNM en Celaya, Guanajuato, México. Carlos Eduardo ha proporcionado servicios de consultoría en el área de Tecnologías de la Información, desarrollo de software, bases de datos y administración de sistemas empresariales por más de 9 años en empresas globales del área de TI como Softtek y TATA Consultancy Services.

El **Dr. José Alfredo Jiménez García** es Doctor en Ingeniería Industrial y de Manufactura por el CIATEC, especializado en la optimización de sistemas discretos. Adscrito al Departamento de Ingeniería Industrial en el TecNM de Celaya. Cuenta con la

publicación de un capítulo en un Libro Electrónico, 3 publicaciones en revistas indizadas en JCR, 10 publicaciones en revistas en otros índices, y más de 20 artículos arbitrados publicados tanto en congresos nacionales como internacionales. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores del Conacyt en el Nivel C.

El **Dr. Salvador Hernández González** es Profesor-Investigador del departamento de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato, México.

El M.I. **Vicente Figueroa** es Profesor del departamento de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato, México.

# Combinación de un Modelo Numérico y un Modelo Estadístico para Pronosticar la Velocidad del Viento en un Campo Eólico en Tepuxtepec, Michoacán

M.C. Maritza Talhia Bernabé Morales<sup>1</sup> y Dr. Erasmo Cadenas Calderón<sup>2</sup>

**Resumen**— El objetivo de este artículo es mostrar la conformación de un modelo construido como la combinación de dos técnicas, la técnica numérica WRF (Weather Research Forecast) y la herramienta estadística ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average) para la predicción de la velocidad del viento en la región de Tepuxtepec, Michoacán, México. De acuerdo a la evaluación del recurso eólico, esta zona muestra ser la más propicia en el Estado de Michoacán para la generación de energía eléctrica. El modelo ARIMA se conformó con mediciones históricas del lugar, para posteriormente integrarlo al modelo numérico con la finalidad de mejorar el pronóstico. La validación del modelo combinado se hizo al comparar las velocidades del viento obtenidas por el modelo contra mediciones observadas de la estación meteorológica Temascales, Michoacán, mostrando que las técnicas combinadas WRF-ARIMA tienen mejor desempeño que las técnicas individuales por sí solas.

**Palabras clave**— Energía eólica, Pronóstico, ARIMA, WRF.

## Introducción

El cambio climático ha hecho cada vez más evidente la necesidad de transitar hacia fuentes de energía alternativas. La ventaja que éstas presentan frente a otras fuentes de energía tradicionales como el petróleo, carbón y gas, es que se encuentran disponibles para todos los países, ya sean de pequeña, mediana o grande economía. Cada año las energías limpias van ganando terreno en el mercado energético, especialmente la energía eólica. En ese contexto México no es la excepción, de acuerdo al Reporte Anual del Viento (Annual Wind Report) de 2019, México presentó el mayor crecimiento en instalaciones eólicas en tierra en América Latina (Lee y Zhao, 2020), también de acuerdo al reporte de 2021, México se encuentra en el cuarto lugar en instalaciones eólicas en América, sólo detrás de Estados Unidos, Canadá y Brasil (Lee y Zhao, 2021). También es importante señalar que en 2019 México ratificó el Acuerdo de París con el que se compromete a reducir un 22% sus emisiones de gases de efecto invernadero para el 2030 así como el 51% de sus emisiones de carbón negro (Gobierno de México, 2019).

La apuesta por la energía eólica trae varios retos, a diferencia de las fuentes de energía tradicionales, la energía eólica está estrechamente relacionada con la velocidad del viento, el cual varía en tiempo y en espacio. Además, como no existe aún un método rentable para almacenarla, la energía eólica debe ser entregada inmediatamente a la red eléctrica, lo anterior provoca que las compañías dedicadas a este rubro tengan la obligación legal de reportar su producción, para que ésta sea incorporada a la planeación eléctrica del Sistema Nacional (Bramer, 2013). Un pronóstico de la velocidad del viento preciso puede ayudar a reducir los niveles de incertidumbre en la producción de energía eólica y permitir a las compañías hacer planeaciones a futuro. Es en este contexto donde cobran relevancia los modelos de pronóstico de la velocidad del viento.

## Antecedentes

De acuerdo al Atlas Nacional de Zonas con Alto Potencial de Energías Limpias (AZEL) desarrollado por la Secretaría de Energía, Michoacán no se encuentra dentro de las zonas con alto potencial de generación de energía eólica. Sin embargo, en la investigación publicada por Gilberto Suárez Camargo (2014) “Evaluación del recurso eólico en el Estado de Michoacán: identificación preliminar” se analiza el recurso eólico de 40 estaciones meteorológicas cuya ubicación de acuerdo al Sistema Meteorológico Nacional (SMN) se ubican en Michoacán. Esta investigación concluye que existen zonas con una considerable cantidad de recurso eólico, como la estación Tepuxtepec perteneciente al municipio de Contepec, Michoacán, que presenta velocidades promedio de 6.2 m/s; también la estación Laguna de Fresno perteneciente al municipio de Maravatío, Michoacán, con velocidades promedio de 5.33 m/s; otras zonas interesantes se encuentran en la estación Isla Clarión y la estación Isla Socorro que presentan velocidades promedio de 7 m/s y 5.4 m/s, respectivamente, aunque estas últimas dos estaciones administrativamente pertenecen al estado de Colima. (Suarez, 2014). Posteriormente, en la investigación publicada por Julio Cesar Castañeda Ramírez (2018) “Emplazamiento eólico incorporado a la red eléctrica en el Estado de Michoacán” se hace

<sup>1</sup> La Mtra. Maritza Talhia Bernabé Morales es alumna del Doctorado en Ciencias en Ingeniería Mecánica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán, México. [0915588d@umich.mx](mailto:0915588d@umich.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> El Dr. Erasmo Cadenas Calderón es Profesor Investigador de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Michoacán, México. [ecadenas@umich.mx](mailto:ecadenas@umich.mx)

un análisis más concreto, concluyendo que la zona de Tepuxtepec, Michoacán, es la región que presenta mayor recurso eólico en Michoacán, con una velocidad promedio anual de 5.7 m/s, calculando una producción energética de 26,544.3 megawatts-hora al año, suficiente para una generación comercial. (Castañeda, 2018)

Este hecho que se corroboró con los mapas de la velocidad del viento del Estado de Michoacán (Bernabé y Cadenas, 2020) elaborados con datos de la plataforma GIOVANNI (Geospatial Interactive Online Visualization And Analysis Infrastructure) perteneciente al Goddard Earth Sciences Data and Information Services Center (GES DISC) de la Administración Nacional de Aeronáutica y el Espacio de Estados Unidos (NASA). En los mapas (Figura 1) se puede observar que las mayores velocidades del viento, y por lo tanto la mayor cantidad de recurso eólico, se encuentra al noreste del estado, en los municipios de Contepec y Epitacio Huerta, zona donde se localiza Tepuxtepec, lo cual es concordante con las dos investigaciones mencionadas anteriormente que muestran que la región de Tepuxtepec es la que cuenta con mayor recurso eólico. En consecuencia, el lugar seleccionado para la generación del modelo de pronóstico.

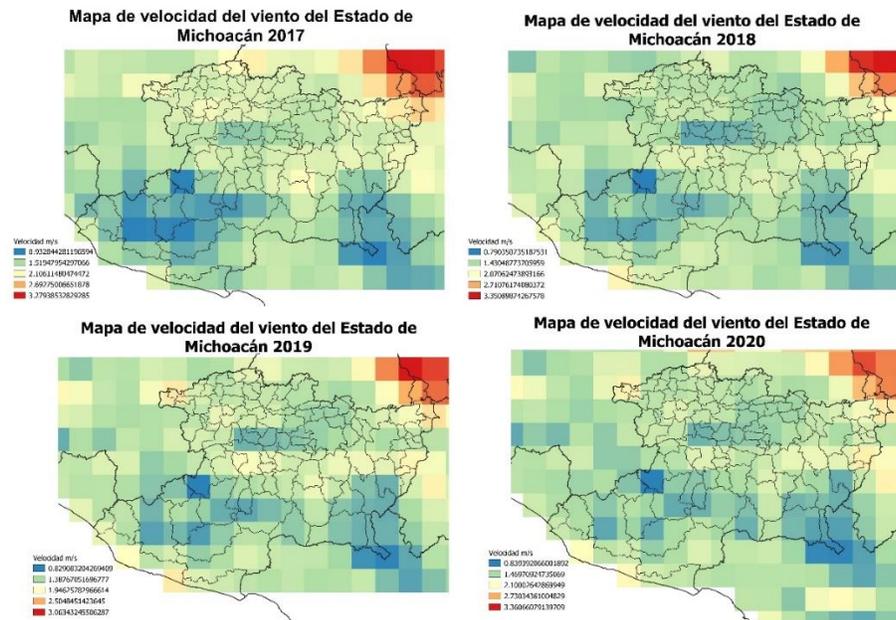


Figura 1. Mapas de la velocidad promedio anual del viento para la región de Michoacán 2017 (arriba izquierda), 2018 (arriba derecha), 2019 (abajo izquierda) y 2020 (abajo derecha)

### Descripción del Método

#### Técnica estadística ARIMA y técnica numérica WRF

Los Modelos Autorregresivos Integrados de Medias Móviles (ARIMA en inglés) han sido estudiados extensamente. Fueron popularizados por George Box y Gwilym Jenkins a principios de los 70s y se suele referir a ellos simplemente como modelos ARIMA. Box y Jenkins lograron explicar con eficacia lo sofisticado del método al mostrar de una manera comprensible la información relevante requerida para entender y usar modelos ARIMA de series de tiempo de una sola variable, lo que se conoce como Metodología Box-Jenkins para modelos ARIMA. (Makridakis, Wheelwright, Hyndman, 1998)

La metodología Box-Jenkins para modelos ARIMA se divide en tres fases (Figura 2), la primera fase recibe el nombre de “Identificación” y consiste en la preparación de los datos lo que incluye “estabilizar la varianza y hacer a la serie estacionaria”, así como seleccionar el modelo. La segunda fase titulada “Estimación y Prueba” consiste en estimar numéricamente los parámetros de los modelos y de acuerdo a los índices de desempeño del modelo escoger el modelo más idóneo o preciso, en esta fase también se realiza el diagnóstico del modelo el cual consiste en analizar los errores/residuos de los modelos. La tercera y última fase llamada “Aplicación” es dónde se realiza finalmente el pronóstico. (Makridakis et al., 1998)

La metodología Box-Jenkins se ayuda de los coeficientes de autocorrelación  $r_k$  para determinar el modelo ARIMA que más se ajusta a la serie de tiempo, el cual se define como:

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2}$$

Donde  $r_1$  indica cómo se relacionan los valores de la serie de tiempo  $Y$  consigo misma pero con un intervalo/retardo de distancia,  $r_2$  indica cómo se relacionan los valores de la misma serie pero con 2 intervalos/retardos,  $r_3$  con 3 intervalos/retardos y así sucesivamente. El conjunto de todos los valores  $r_k$  se llama función de autocorrelación ó ACF (autocorrelation function) por sus siglas en inglés. Otra herramienta estadística importante es el coeficiente de autocorrelación parcial o PACF (partial autocorrelation) por sus siglas en inglés, el cual se utiliza para medir los grados de asociación entre  $Y_t$  y  $Y_{t-k}$ , quitando los efectos que los valores intermedios  $Y_{t-k+1}, \dots, Y_{t-1}$  pudieran provocar.

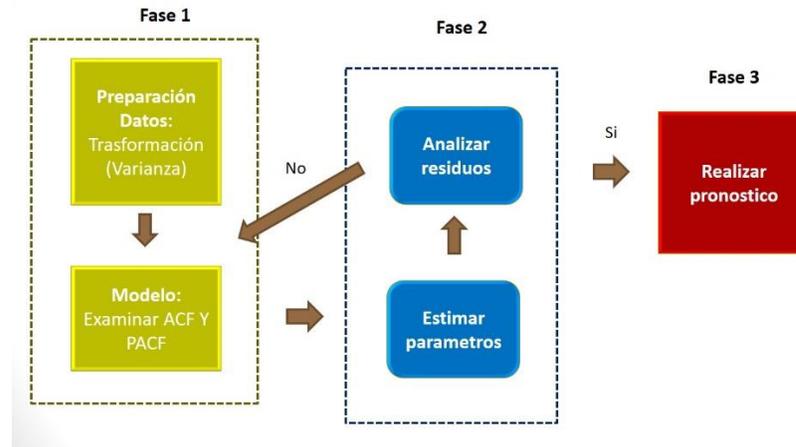


Figura 2. Esquema de la metodología Box-Jenkins para modelar series de tiempo

Por otra parte, la técnica numérica WRF se refiere a los pronósticos realizados con la herramienta Weather Research Forecast que forma parte de los modelos numéricos de predicción climática, los cuales son programas computacionales que resuelven las ecuaciones que describen los procesos atmosféricos, para ello dividen la atmosfera en cubos de acuerdo a la resolución del modelo e integran las ecuaciones en cada cubo de la atmosfera. En la Figura 3 se muestran los procesos que conforman a la herramienta WRF. Primero se necesita de datos geográficos y de suelo que el programa provee, también se necesitan de los datos iniciales o datos de reanálisis que se pueden obtener de diferentes bases de datos climáticas.

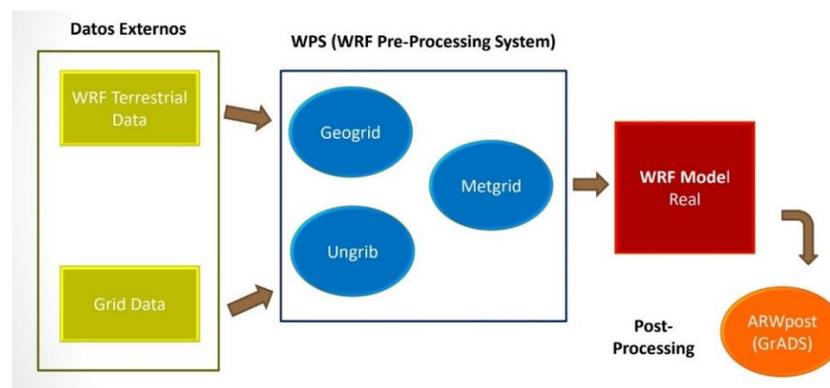


Figura 3. Esquema del funcionamiento de WRF

El primer proceso de WRF se llama WPS (WRF Pre-processing System) que consiste en tres pasos: Geogrid, donde se establece el dominio, sus coordenadas, la proyección cartográfica, la resolución y la topografía del terreno; Ungrib, que extrae y convierte los archivos iniciales .grib en un formato compatible para su procesamiento y Metgrib que consiste en asignarle a cada punto de la malla creada con geogrid, los datos que le corresponden extraídos mediante ungrib, para obtener una serie de archivos llamados “met”. El siguiente paso consiste en establecer las condiciones de frontera, así como la inicialización, que se reúnen en el proceso llamado real. Para finalmente llegar al procedimiento titulado wrf, donde se lleva a cabo la integración numérica de cada uno de los puntos de la malla, para obtener un pronóstico de la zona elegida, cuyos datos pronosticados están contenidos en archivos llamados “wrfout”. Los archivos “wrfout” contienen el pronóstico, de acuerdo a la finalidad del pronóstico se utiliza una herramienta externa como GrADS que ocupa un post-procesamiento hecho por ARW Post. De esta manera finalmente se pueden acceder a los datos del pronóstico, necesarios también para la validación del modelo. (Skamarock et al., 2008)

### Combinación del modelo estadístico ARIMA y el modelo numérico WRF

El modelo combinado de pronósticos consiste en un pronóstico a corto plazo, 24 horas hacia adelante, para el cual se usó una serie de tiempo de las velocidades del viento perteneciente a la estación meteorológica de Temascalas, Michoacán, del periodo del 1 al 10 de noviembre de 2020, con un intervalo de una hora entre cada dato, dando un total de 240 datos, la cual fue provista por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Utilizando la metodología Box-Jenkins para analizar esta serie de tiempo y de acuerdo a lo mostrado por las gráficas de los coeficientes de autocorrelación y autocorrelación parcial, se obtuvieron tres modelos ARIMA diferentes, el modelo ARIMA(1,1,0), el modelo ARIMA(0,1,1) y el modelo ARIMA(1,1,1), cuyas ecuaciones son:

$$ARIMA(1,1,0) \mapsto Y_t = Y_{t-1} - 0.422Y_{t-1} + 0.422Y_{t-2} + e_t$$

$$ARIMA(0,1,1) \mapsto Y_t = Y_{t-1} + 0.4008e_{t-1} + e_t$$

$$ARIMA(1,1,1) \mapsto Y_t = Y_{t-1} - 0.2918Y_{t-1} + 0.2918Y_{t-2} + 0.1604e_{t-1} + e_t$$

Es importante señalar que la serie de tiempo con la que se entrenaron estos modelos sólo abarca los días del 1 al 9 de noviembre, es decir, solo 216 datos, ya que las últimas 24 horas se reservaron por corresponder a las fechas del pronóstico y posteriormente se utilizaron para realizar la validación del modelo al compararlo con estos valores reales observados.

Por otra parte, el modelo numérico WRF posee las siguientes características, el dominio bajo el que se trabajó tiene un tamaño de 3,988Km x 2,927Km, cuyas coordenadas van de -119.692 a -83.4756 de longitud y 5.43855 a 31.7899 de latitud, lo que alcanza a cubrir un poco más del territorio nacional, con una resolución de 15Km. Los datos iniciales que se utilizaron pertenecen a la base de datos "NCEP Climate Forecast System Version 2 (CFSv2) 6-hourly Products" a cargo del National Center for Atmospheric Research, Computational and Information Systems Laboratory (NCEP) cuyos datos se encuentran en formato .grib con un intervalo de 6 horas. El pronóstico obtenido por WRF consiste en un pronóstico a corto plazo de 24 horas correspondiente a la fecha del 10 de noviembre de 2020, con un intervalo de una hora entre cada dato, cuyas coordenadas son 20.0331 latitud norte y -100.097 longitud oeste, el punto más cercano a la estación meteorológica Temascalas cuyas coordenadas son 20.06 latitud norte y -100.148611 longitud oeste.

Al combinarse ambos modelos se obtuvo tres modelos diferentes, el modelo WRF-ARIMA(1,1,0), el modelo WRF-ARIMA(0,1,1) y el modelo WRF-ARIMA(1,1,1), los cuales se muestran en la Figura 4 junto a los datos reales observados de la estación meteorológica Temascalas.

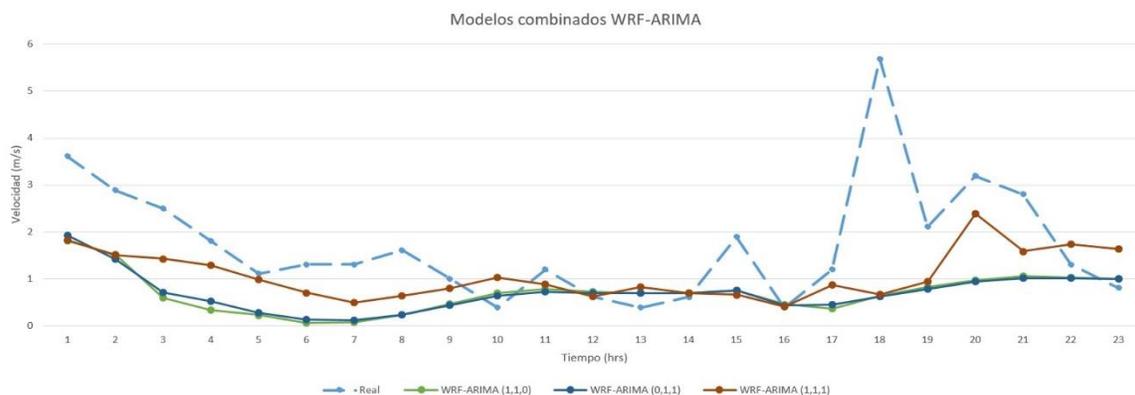


Figura 4. Modelos combinados WRF-ARIMA vs Datos Reales Observados

### Validación

Existen una variedad de índices que se pueden utilizar para medir el desempeño de los modelos al comparar los datos observados con los datos obtenidos por los modelos de pronóstico, entre los cuales se ha optado por utilizar el error cuadrático medio (MSE), la raíz del error cuadrático medio (RMSE) y el error promedio absoluto (MAE), por ser lo más ampliamente utilizados y suficientes para medir el desempeño del modelo. (Van den Dool *et al.*, 2017)

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^N (P_i - O_i)^2, \quad RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^N (P_i - O_i)^2}, \quad MAE = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^N |P_i - O_i|,$$

donde  $P_i$  representa a los datos pronosticados y  $O_i$  los datos observados.

Como la finalidad de esta investigación es mostrar que los modelos combinados tienen mejor desempeño que si solo se utilizara la técnica numérica o estadísticos por si solas, en el Cuadro 1 se muestran y comparan los índices

de desempeño los modelos combinados WRF-ARIMA, los modelos estadísticos ARIMA sin combinación y el modelo numérico WRF.

	WRF-ARIMA (1,1,0)	WRF-ARIMA (0,1,1)	WRF-ARIMA (1,1,1)	ARIMA (1,1,0)	ARIMA (0,1,1)	ARIMA (1,1,1)	WRF
<b>MSE</b>	2.38135	2.33307	1.766689	1.582217	1.580605	1.575741	2.661564
<b>RMSE</b>	1.543162	1.527439	1.329169	1.257862	1.257221	1.255285	1.63143
<b>MAE</b>	1.124986	1.105295	0.8707094	1.001436	1.008681	0.996352	1.196316

Cuadro 1. Índices de desempeño de los diferentes modelos de pronóstico.

Al analizar los índices de desempeño mostrados en el cuadro podemos observar que en lo que respecta al error cuadrático medio (MSE), los modelos combinados poseen un mejor desempeño que el modelo numérico WRF por sí solo; algo similar sucede con la raíz del error cuadrático medio (RMSE) y el error promedio absoluto (MAE) cuyos modelos combinados tienen mejor desempeño que el modelo numérico WRF. E incluso el modelo WRF-ARIMA(1,1,1) tiene mejor desempeño que cualquiera de los tres modelos ARIMA en lo que respecta al error promedio absoluto.

### Conclusiones

En lo que respecta a datos de la velocidad del viento, los modelos numéricos WRF han mostrado ser útiles para realizar pronósticos a corto y mediano plazo, pero su precisión al compararlos con los datos reales aún deja mucho que desear, además que para llevarse a cabo necesitan de un considerable costo computacional.

Por otro lado, los modelos estadísticos ARIMA para series de tiempo de la velocidad del viento han mostrado ser eficaces para pronosticar un paso hacia adelante, es decir, para una serie de tiempo con intervalos de una hora puede pronosticar con precisión una hora hacia adelante, pero lamentablemente fallan al realizar pronósticos más prolongados, como es el caso del pronóstico que se realizó en el presente trabajo de 24 horas hacia adelante.

Al combinar ambas técnicas se logra sacar provecho de la utilidad de los modelos numéricos para realizar pronósticos más largos y de la precisión de los modelos ARIMA para modelar series de tiempo de la velocidad del viento. Mostrando, como lo prueban los indicadores de desempeño del modelo y la gráfica de los datos de la velocidad del viento, que los modelos combinados WRF-ARIMA tienen mejor desempeño y mayor exactitud que si sólo se utilizaran los modelos estadísticos ARIMA o el modelo numérico WRF por sí solos.

### Referencias

- Bernabé, M. y E. Cadenas. "Elaboración de un mapa eólico para el Estado de Michoacán utilizando datos del servidor NASA Giovanni". Ponencia llevada a cabo en el XIV Congreso Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, Morelia, Michoacán. 2020.
- Bramer, L. "Methods for modeling and forecasting wind characteristics". Iowa State University. Ames, Iowa. 2013. Dirección de internet: <http://lib.dr.iastate.edu/etd/13605>
- Castañeda, J. C. "Emplazamiento eólico incorporado a la red eléctrica en el Estado de Michoacán". Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México. 2018.
- Gobierno de México. "Posicionamiento oficial para la participación de la delegación mexicana en la 25 conferencia de las partes de la convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, a celebrarse del 2-13 de diciembre de 2019, en Madrid, España". Gobierno de México, México. 2019. Consultado por Internet el 15 diciembre del 2020. Dirección de internet: <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/513641/PosicionamientoInicialMexicoVF.pdf>
- Lee, J. y F. Zhao, "Global Wind Report 2019". Global Wind Energy Council. Brussels, Belgium. 2020. Consultado por Internet el 14 diciembre del 2020. Dirección de internet: [https://gwec.net/wp-content/uploads/2020/08/Annual-Wind-Report\\_2019\\_digital\\_final\\_2r.pdf](https://gwec.net/wp-content/uploads/2020/08/Annual-Wind-Report_2019_digital_final_2r.pdf)
- Lee, J. y F. Zhao, "Global Wind Report 2021". Global Wind Energy Council. Brussels, Belgium. 2021. Consultado por Internet el 23 agosto del 2021. Dirección de internet: <https://gwec.net/wp-content/uploads/2021/03/GWEC-Global-Wind-Report-2021.pdf>
- Makridakis, S., S. Wheelwright, R. Hyndman. "Forecasting: methods and applications". John Wiley & Sons. USA. 1998.
- Skamarock, W. C., J. B. Klemp, J. Dudhia, D. O. Gill, D. M. Barker, M. G. Duda, X.-Y. Huang, W. Wang, y J. G. Powers. A Description of the Advanced Research WRF Version 3. National Center for Atmospheric Research. Boulder, Colorado, USA. (2008).
- Suárez, G. "Evaluación del recurso eólico en el Estado de Michoacán: identificación preliminar". Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Michoacán, México. 2014.
- Van den Dool, H., E. Becker, L. Chen y Q. Zhang. "The Probability Anomaly Correlation and Calibration of Probabilistic Forecasts". *Weather and Forecasting*, Vol. 32, No.1, 199-206, 2017. Dirección de internet: [https://journals.ametsoc.org/view/journals/wefo/32/1/waf-d-16-0115\\_1.xml](https://journals.ametsoc.org/view/journals/wefo/32/1/waf-d-16-0115_1.xml)

## Optimización del Tratamiento de Temple Empleando una Temperatura Intercrítica para un Acero AISI/SAE 4140

Kelsy Sheccid Burgoa García<sup>1</sup>, Dra. Yaret Gabriela Torres Hernández<sup>2</sup> y M en C e I. Alejandro Altamirano Torres<sup>3</sup>

**Resumen**— En la presente investigación se realizó un temple a 755°C X 10, 15 y 20 minutos de permanencia y empleando agua como medio de enfriamiento en un acero AISI/SAE 4140. Al incrementar el tiempo de permanencia de 15 a 20 minutos, el porcentaje de martensita disminuyó de 95.06 % a 92.27%; consecuentemente, la dureza decreció ligeramente de 53.16 a 52.5 HRC, a la vez que la tenacidad también incremento de 4 a 5 J, pero la fractura se mantuvo con un comportamiento frágil. Por lo tanto, se consideró que el tiempo de permanencia óptimo resultado para la probeta que permaneció durante 15 minutos por ser el tiempo que alcanzo la mejor dureza y porcentaje de fases; además, se logró optimizar los procesos de temple convencional, puesto que, al emplear una temperatura inferior, lo que conllevo un ahorro energético.

**Palabras clave**— endurecimiento, austenización intercrítica, alfafénicos.

### Introducción

El acero AISI/SAE 4140, es un acero con contenido medio de carbono, pero con elementos de aleación de tipo alfafénicos, como el cromo y el molibdeno, que incrementan su templabilidad; además, la composición química brinda al material una alta resistencia incluso a altas temperaturas, buena tenacidad, pequeña deformación al ser templado y alta resistencia a la fluencia. (Krauss, 2015)

El acero AISI/SAE 4140 es templado y revenido con el propósito de endurecerlo y disminuir las tensiones internas generadas por el temple. No obstante, el tratamiento de temple tiene como factores dependientes la temperatura y el tiempo de permanencia con respecto a los microconstituyentes presentes y consecuentemente las propiedades mecánicas resultantes. La temperatura de temple requiere ser de 30 a 50°C por encima de A<sub>3</sub> para alcanzar una temperatura de austenización completa, de lo contrario, al emplear una temperatura por debajo de la temperatura crítica superior A<sub>3</sub>, el contenido de austenita que puede ser transformada será menor, conllevando a un contenido menor de martensita con la presencia de otras estructuras más blandas; también, el tiempo de permanencia en el tratamiento influenciara el contenido de austenita que transformara a martensita durante el enfriamiento, debido a que a mayor tiempo de permanencia se permite mayor difusión de carbono. (Quispe Cueva & et al.) Estos aceros son normalmente templados al menos a 855 °C en aceite y revenido a 595 °C para una dureza de 57.5 HRC; no obstante, la temperatura de revenido y el tiempo a la temperatura dependen principalmente de la dureza deseada. (Chandler, 1995)

Los tratamientos de temple convencional emplean temperaturas en las que se produce una austenización completa; sin embargo, dependiendo de las características microestructurales y propiedades deseadas, es posible realizar un tratamiento de temple sin alcanzar una austenización completa, como se ilustra en la figura 1.

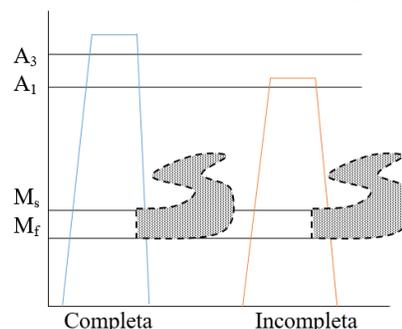


Figura 1. Tipos de austenización en un tratamiento de temple.

<sup>1</sup>El temple de austenización incompleta como el mismo nombre lo describe, las temperaturas empleadas no permiten

<sup>1</sup> Kelsy Sheccid Burgoa García, estudiante de Ing. Metalúrgica en la UAM – Azc, CDMX, México. Email: [kelsyb@live.com.mx](mailto:kelsyb@live.com.mx)

<sup>2</sup> Dra. Yaret Gabriela Torres Hernández, estudiante en la UAM – Azc, CDMX, México. [yagheto@gmail.com](mailto:yagheto@gmail.com)

<sup>3</sup> M en C e I. Alejandro Altamirano Torres, profesor – investigador en la UAM – Azc, CDMX, México. Email: [aat@azc.uam.mx](mailto:aat@azc.uam.mx)  
(Autor corresponsal)

alcanzar la austenitización completa, es decir, temperaturas intermedias entre la crítica superior  $A_3$  y la inferior  $A_1$ , en la que se transforma la perlita en austenita. En este tratamiento, al igual que el convencional, después del calentamiento, se realiza un enfriamiento rápido a una velocidad superior a la crítica. Este tratamiento, a diferencia del convencional, se genera una microestructura compuesta por ferrita y martensita. Además, el tiempo de permanencia se considera un factor también importante, puesto que determinará, de igual manera, la dureza y las propiedades del material. (Mehran Zamani, 2018)

El revenido es aplicado en los aceros en estado endurecido, es decir, previamente templados, ya que carecen de aplicación práctica debido a su condición de fragilidad causada por el choque térmico y la transformación de fase martensita, y así poder relevar los esfuerzos residuales estructurales y térmicos generados después del temple. Los aceros después del tratamiento de revenido mejoran su ductilidad y tenacidad. El revenido inicialmente somete el material a un calentamiento a temperatura por debajo de la temperatura crítica  $A_1$  y enfriamiento lento. Por lo general, dentro del rango de temperaturas de revenido, hay una disminución de la dureza, pero un incremento en la tenacidad, ya que, al incrementar la temperatura del revenido, la dureza disminuye aún más, como se observa en la figura 2. (Handbook, 1991)

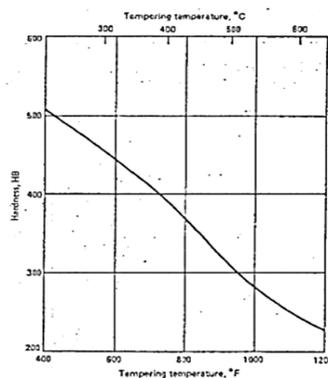


Figura 2. Curva de dureza vs. temperatura de revenido de un acero. (Republic Steel)

Microestructuralmente hablando, en el revenido al someter el material a una temperatura alta y suministrarle energía, los átomos de carbono se difunden fuera de la martensita, precipitándose como carburo  $\epsilon$  y el hierro como  $\alpha$  de estructura BCC. El revenido permite la difusión de carbono que se aloja alrededor de las dislocaciones; por ejemplo, para aceros de bajo contenido de carbono al manejar temperaturas muy bajas de revenido, alrededor de 100-250 °C, resulta en la segregación de átomos de carbonos adicionales a las dislocaciones y los límites de agujas. (S, 2017)

### Descripción del Método

Inicialmente se realizó la determinación de las temperaturas críticas del acero AISI/SAE 4140 de composición química establecidas en la tabla 1, de acuerdo con los datos reportados en la ficha técnica de los aceros. Las temperaturas críticas fueron aproximadas conforme a los elementos de aleación de cada acero mediante las fórmulas empíricas de Andreius reportadas en la ecuación 2 y 3.

Tabla 1. Composición química y temperaturas críticas del acero AISI/SAE 4140

	Composición química							Temperaturas críticas	
	%C	%Mn	%P	%S	%Si	%Cr	%Mo	$A_1$	$A_3$
AISI/SAE 1045	0.465	0.75	0.040	0.050	-	-	-	714.98 °C	771.57 °C
AISI/SAE 4140	0.405	0.875	0.035	0.040	0.25	0.95	0.2	736.96 °C	798.28 °C

$$A_{c1} = 723 - 10.7Mn - 16.9Ni + 29.1Si + 16.9Cr + 290 As + 6.38W \quad \text{Ecuación 1}$$

$$A_{c3} = 910 - 203\sqrt{C} - 15.2 Ni + 44.7 Si + 104 V + 31.5 Mo + 13.1 W \quad \text{Ecuación 2}$$

Debido a que se realizaron diversos tratamientos térmicos, se designó como la probeta número 1 a la probeta sin tratamiento térmico, la probeta número 2 a la que se le aplicó un tratamiento térmico de temple convencional, la probeta número 3 a la que fue sometida a un tratamiento de revenido posterior al temple convencional, la probeta número 4, 5 y 6 recibieron un tratamiento de temple a temperatura intercrítica con 10, 15 y 20 min de permanencia respectivamente. Todas las probetas fueron mecanizadas, realizando una entalla alrededor de toda la probeta con radio de 0.25 mm y ángulo de 45°. Los tratamientos térmicos se realizaron en una mufla marca LINDBERG modelo 51894 y se describen con precisión en los diagramas de enfriamiento continuo de la figura 3.

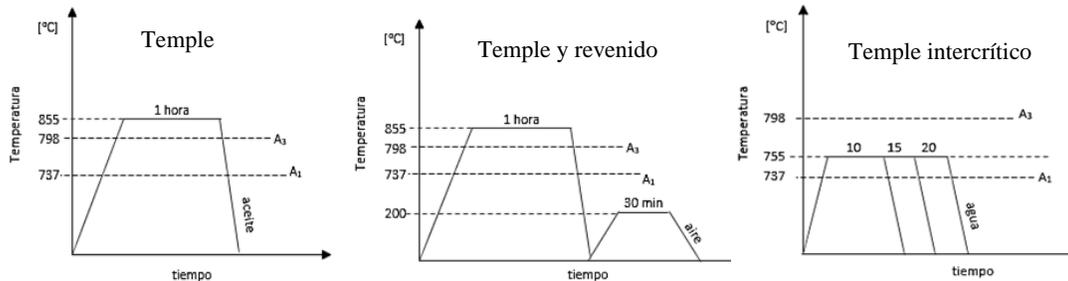


Figura 3. Diagramas de enfriamiento continuo de los tratamientos térmicos realizados.

Para determinar la influencia de la variación de la temperatura y tiempo en el tratamiento de temple sobre la microestructura, se realizó el proceso metalográfico a todas las muestras, bajo las normas ASTM E3 y ASTM E7. Posteriormente, al obtener las fotografías de las microestructuras, se empleó el software libre ImageJ para estimar el porcentaje aproximado de fases presentes de las probetas que presentaron doble fase. Por otro lado, para la evaluación de la tenacidad de los distintos tratamientos térmicos, se realizó el ensayo de impacto Charpy en una máquina IMPACT TESTING MACHINE JB-W300 y mediante un durómetro digital marca Mitutoyo modelo HR300, se ensayaron todas las muestras en la escala HRC utilizando un indentador de punta de diamante, una precarga de 10 kg y una carga de 150 kg, de acuerdo a la norma ASTM E-18.

### Resultados

El análisis microestructural de las condiciones de entrega del acero AISI/SAE 4140 se muestra en la figura 4, la cual funge como punto comparativo a los cambios que son sometidos tras la aplicación de los diversos tratamientos térmicos.

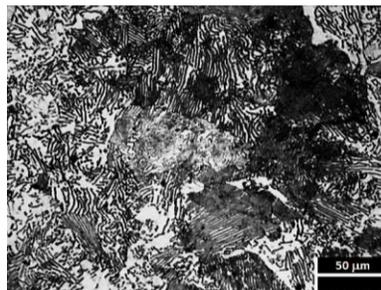


Figura 4. Micrografía de la probeta testigo, donde se observa una microestructura ferrítico- perlítica, atacada con Nital al 2% por 15 s. Microscopía óptica 50x. Dureza promedio de 24.24 HRC.

Por otra parte, al aplicar un tratamiento térmico convencional de temple y revenido, se obtuvieron los siguientes cambios microestructurales mostrados en la figura 5.

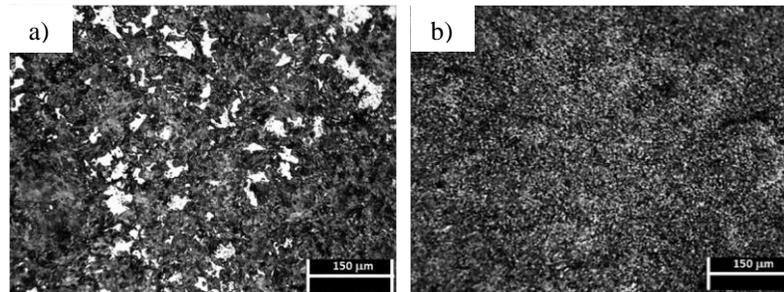


Figura 5. Micrografía de la probeta de acero a) templada a 855 °C x 1 hr, donde se observa una microestructura de matriz martensítica con zonas de ferrita  $\alpha$ , y b) revenida a 200 °C x 30 min, donde se observa una matriz de martensita revenida con morfología de tipo listón y con la presencia de la fase ferrita. Atacadas con Nital al 2% por 10 s. Microscopía óptica 20x. Dureza promedio de 49.4 y 45.08 HRC respectivamente.

El tratamiento de temple, generalmente produce una microestructura completamente martensítica; no obstante, como se observa en la figura 5, la velocidad de enfriamiento no fue lo suficientemente rápida para evitar tocar la línea de inicio de transformación en el diagrama TTT, lo cual generó la presencia de la fase ferrita  $\alpha$ , correspondiente a las zonas blancas presentes en la microestructura. La probeta templada al ser sometida a un tratamiento de revenido, se llevo a cabo cierto grado de pérdida de tetragonalidad de la martensita, además de una redistribucion y refinamiento de la martensita, aunado a la presencia de ferrita  $\alpha$ . Dichos cambios microestructurales, influyeron en la disminucion de la dureza.

Finalmente, al realizar los tratamientos de temple utilizando una temperatura intercrítica, con tiempos de permanencia de 10, 15 y 20 min, se observaron los siguientes cambios microestructurales mostrados en la figura 6 y 7.

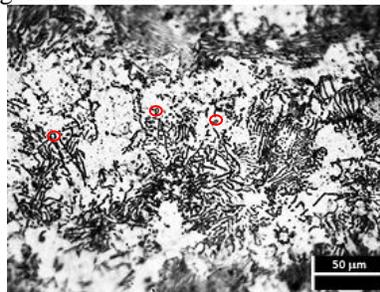


Figura 6. Micrografía de la probeta sometida a temple intercrítico a 755 °C x 10 min, donde se observa una matriz ferrítico-perlítica, atacada con Nital al 2% por 10 s. Microscopía óptica 50x. Dureza promedio de 17.08 HRC.

En la figura 6, se observa que la temperatura y tiempo de permanencia empleados, no lograron la disolución de perlita en austenita, es decir, no se alcanzó la difusión de carbono requerida para la formación de austenita durante el calentamiento y el tiempo de permanencia a la temperatura del proceso. En las zonas marcadas con círculos rojos, se visualiza el inicio de la disolución de las placas de cementita ( $Fe_3C$ ), las cuales conforman al microconstituyente laminar denominado perlita. Este efecto fue provocado debido a que, como se ha mencionado con anterioridad, el acero AISI/SAE 4140 al presentar pequeñas cantidades de elementos aleantes como el Cr y Mo, estos elementos modifican la cinética de transformación, es decir, aumentan las temperaturas críticas de transformación ( $A_1$  y  $A_3$ ). Lo anterior ocasiona que no se tenga la presencia de austenita en la microestructura y al enfriar a una velocidad igual o mayor a la velocidad crítica de enfriamiento, no haya la presencia de martensita, generando una baja dureza en el acero. Contrario a lo sucedido con el tiempo de permanencia de 10 min a una temperatura intercrítica del acero AISI/SAE 4140, al incrementar el tiempo de permanencia a 15 y 20 min, los resultados microestructurales presentaron las siguientes transformaciones que se muestran en la figura 7.

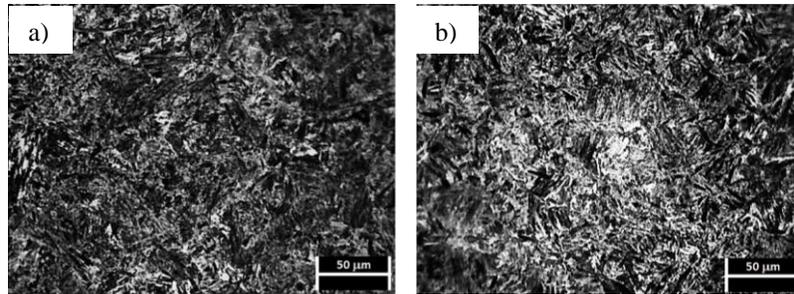
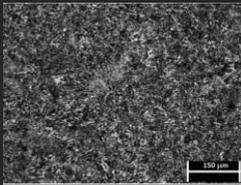
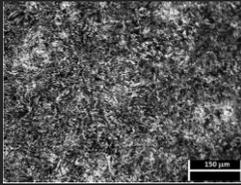
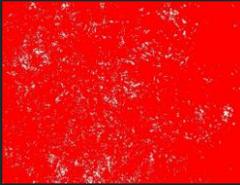


Figura 7. Micrografías de la probetas sometidas a temple intercrítico a 755 °C durante a) 15 y b) 20 min, donde se observa una matriz martensítica con pequeñas zonas de ferrita  $\alpha$ , atacada con Nital al 2% por 10 s. Microscopia optica 50x. Durezas promedio de 53.16 HRC y 52.5 HRC respectivamente.

Como se observa en la figura 7, al incrementar el tiempo de permanencia a 15 minutos a la temperatura de 755°C, la microestructura presenta una matriz de martensita acompañada de pequeñas porciones de ferrita  $\alpha$ , fase más clara. Adicionalmente, al aumentar el tiempo de permanencia a 20 min, hay un incremento de la porción de ferrita  $\alpha$  en la matriz martensítica, es decir, hay más zonas claras en toda el área de la muestra y se demuestra al cuantificar el porcentaje de fases, las cuales se reportaron en la tabla 2. La dureza del acero disminuyó con mayor tiempo de permanencia a la temperatura del proceso de 15 a 20 min, pero la tenacidad incrementó.

Tabla 2. Cuantificación de fases de las microestructuras del acero AISI/SAE 4140 con tratamientos intercríticos.

	Micrografía original	Micrografía obtenida por el software	%martensita	% $\alpha$
Temple a temperatura intercrítica de 15 min			95.06%	4.94%
Temple a temperatura intercrítica de 20 min			92.27%	7.73%

El efecto que se esperaba encontrar, con respecto al porcentaje de martensita, era que conforme el tiempo de permanencia fuera más prolongado, el contenido de martensita incrementaría; sin embargo, al observar los resultados reportados en la tabla 2, cuando el tiempo de permanencia incrementó de 15 a 20 minutos, el porcentaje de martensita (zonas rojas) disminuyó, incrementando a su vez el porcentaje de ferrita. Para relacionar las propiedades de dureza y tenacidad con respecto al porcentaje de fases, se graficó el comportamiento de las propiedades, de acuerdo al tratamiento térmico, como se observa en la figura 8.

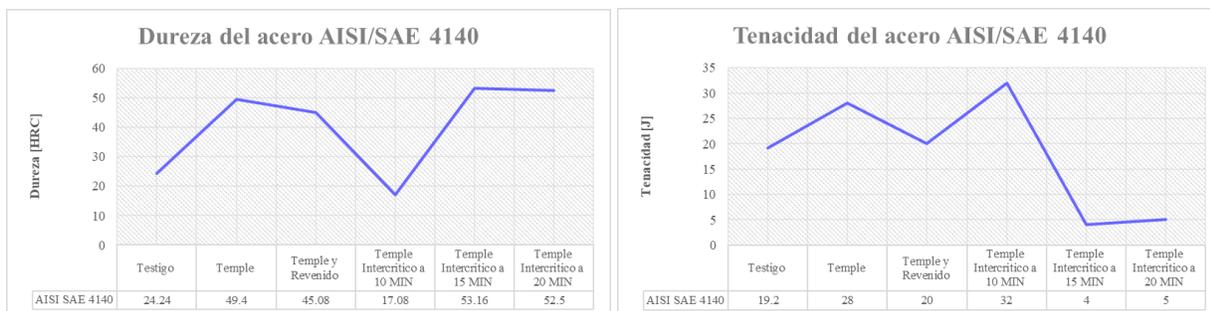


Figura 8. Propiedades del acero bajo diferentes condiciones de tratamientos térmicos.

Como se observa en la figura 8, correspondiente a la dureza de acuerdo a los tratamientos térmico, podemos comprobar que al emplear un tratamiento de temple a temperatura intercrítica con 15 y 20 minutos de permanencia, es posible superar la dureza de las probetas que fueron tratadas convencionalmente e incluso sin consumir demasiada energía. No obstante, la tenacidad de las probetas templadas a temperatura intercrítica son inferiores a las templadas y revenidas convencionalmente; por otro lado, al incrementar el tiempo de permanencia de 15 a 20 minutos, la tenacidad incrementó.

### Conclusiones

Los resultados observados demuestran que, al implementar un tratamiento de temple a temperaturas inferiores a la crítica superior, es posible alcanzar una alta dureza y a su vez un ahorro energético; además, al incrementar el tiempo de permanencia de 15 a 20 minutos, el porcentaje de martensita disminuyó, pero la presencia de ferrita incrementó. El incremento de ferrita implicó un ligero decremento de la dureza, pero incremento de la tenacidad y resistencia al impacto.

### Recomendaciones

De acuerdo a los resultados observados, cabe lugar a futuras investigaciones donde se incremente el tiempo de permanencia para encontrar la relación adecuada del porcentaje de fases que brinde una alta dureza, pero buena tenacidad, sin la necesidad de emplear un posterior tratamiento de revenido o, por el contrario, disminuir la temperatura de austenización.

### Referencias

1. ASM Handbook. (1991). Heat Treating. Metals Handbook, Volumen 4.
2. Chandler, H. (1995). Heat Treater's Guide: Practices and Procedures for Irons and Steels. (2 nd Sub ed.). ASM Intl.
3. Gao, B., Chen, X., Pan, Z. et al. (2019). A high-strength heterogeneous structural dual-phase steel. Journal of Material Science 54, págs. 12898–12910. [Citado el: 14 de 03 de 2022] <https://doi.org/10.1007/s10853-019-03785-1>
4. Golovko, V.V. & Markashova, L.I. & Kushnarova, O. & Zhukov, V.V.. (2016). Strengthening phases, structure and properties of low-alloy steel modified welds. The Paton Welding Journal. 2016. 2-7. 10.15407/tpwj2016.07.01.
5. Granbom, Ylva. (2010). Structure and mechanical properties of dual phase steels (Doctorado). Royal Institute of Technology. Págs. 1-66. [Citado el: 14 de 03 de 2022] <https://doi.org/10.1016/j.acme.2018.12.006>
6. Krauss, G. (2015). Steels: Processing, Structure, and Performance, Second Edition. ASM International. Págs. 17-30.
7. Mehran Zamani, H. M. (2018). Intercritical Annealing Response of AISI 4130 Steel. International Conference on Materials Engineering and Metallurgy. Págs. 1-5. [Citado el: 14 de 03 de 2022] DOI: 10.13140/RG.2.2.28709.65766/1
8. Miller, G. S. (1979). Mechanical Properties of Ferrite-Martensite Steels. T. M. AIME, Structure and Properties of Dual Phase Steels. Págs. 145-183. Monroeville, Pags. 145-183. Monroeville.
9. Queirós Mugas, G. W. (2020). Nuevo Tratamiento Térmico de Recocido Intercrítico de Aceros Resistentes al Desgaste con Boro de Bajo Impacto Medioambiental (Doctorado). Universidad Complutense de Madrid. Págs. 1-145. [Citado el: 14 de 03 de 2022] <https://eprints.ucm.es/id/eprint/66051/1/T42476.pdf>
10. Quispe Cueva, J., Vilca Quellca W., Huamán Huarcaya, B., Girón Asto, E., Maldonado, Q., Choque Abe. Et al. Factores que Influyen en la Templabilidad de los Aceros. ISEP Honorio Delgado Espinoza. Págs. 2-10.
11. Radhakanta Rana, & S. (2017). Effects of chemical composition on dual-phase steels. Automotive Steels: Design, Metallurgy, Processing and Applications. Págs. 198-207.
12. S. J. (2017, 24 octubre). Tempering of Steel: 4 Stages. Engineering Notes India. Consultado en: <https://www.engineeringenotes.com/metallurgy/steel/tempering-of-steel-4-stages-heat-treatment-metallurgy/26172>
13. Uribe, Tania Loaiza et al. Estabilidad de la austenita retenida bajo condiciones de deformación en aceros multifásicos con bainita nanoestructurada. Materia (Rio de Janeiro) [online]. 2018, v. 23, n. 02 [Accedido 6 Setiembre 2022] , e12041. Disponible en: <<https://doi.org/10.1590/S1517-707620180002.0377>>.

## Afectación al Comercio de Productos en un Local Comercial

Paula Jimena Burgos Castellanos<sup>1</sup> Leidy Viviana Mayorga Calderón<sup>2</sup>, Johan Steban Tovar<sup>3</sup>  
Héctor Antonio González Zarate<sup>4</sup>, José Eustacio Molano Torres<sup>5</sup>

**Resumen**— En Colombia existe una gran variabilidad de distribuidores de alimentos como almacenes de cadena, dentro de los cuales encontramos: almacenes éxito, olímpica Cencosud, almacenes la 14 y otros principales de primera necesidad, estos cumplen con el deber de brindar abastecimiento de productos para la venta al público incluso en los lugares más alejados de la ciudad o barrio, algunos no cuentan con el personal capacitado para la realización y mantenimiento de inventarios. Esta investigación tiene un enfoque mixto con alcance descriptivo. Los establecimientos públicos de la ciudad de Mosquera Cundinamarca, cuentan con personal de bodega, pero aun así muchos supermercados no tienen en cuenta un control en su inventario y almacenamiento de productos para la venta, provocando de esta manera pérdidas tanto para su empresa como para los distribuidores directos, además de que no cuentan con personas que constantemente estén revisando la mercancía para evitar que otros productos en descomposición, averiados o dañados tengan la misma afectación de los demás productos provocando pérdidas tanto para su empresa como para los distribuidores directos.

**Palabras clave**— Almacén, distribuidores, abastecimiento, inventario, ventas, control, afectación.

### Introducción

El proceso de inventarios y control de almacenamiento dentro de un establecimiento por más pequeño que este sea, implica hacer estudios y análisis para optimizar espacios para almacenar, así mismo como tener control de mercancías agotadas o en abundancia, las cuales provocan un riesgo dentro del establecimiento teniendo en cuenta la pérdida de mercancías o la ruptura de las mismas, de igual manera se puede ver afectado en la baja de ventas por falta de productos de la canasta familiar. Eso lo puede salvar de un desbalance en las ventas. El creciente desarrollo de las tiendas de barrio, ha hecho necesario el diseño de mecanismos más efectivos a la hora de comercializar víveres y abarrotes, en esta actividad podemos encontrar varios factores que confluyen, como son la necesidad de conocer la viabilidad económica, el stock de productos y las necesidades de los clientes.

Este proyecto tiene como principal objetivo poder brindarles a los tenderos del municipio de Mosquera Cundinamarca una mayor facilidad y eficacia en el stock de seguridad, también ir implementando medidas oportunas y mejoramiento en los procesos actuales de las principales tiendas con mayor afectación.

Por lo general, los inventarios son el mayor activo dentro de los balances de las empresas ya que estos contienen a todos los artículos o mercancías que dispone la empresa para su comercialización, permitiendo la compra-venta en un periodo económico determinado. Durán (2012) y Aguilar-Santamaría (2012) reconocen al inventario como un amortiguador entre dos sistemas: uno de oferta (producción o abastecimiento) y otro de demanda (clientes o distribuidores). Con estas características, se puede entender que el tamaño del inventario va a depender del comportamiento de estos sistemas, por lo tanto mientras más demore la cadena de abastecimiento, mayor sería el tamaño del inventario, debido al efecto látigo de la demanda. Se debe mantener un nivel adecuado de inventario para evitar posibles costos por mantenimientos o pérdidas por deterioro por excedentes, lo cual afecta directamente la rentabilidad de la empresa.

Mantener elevados niveles de inventarios implica mayor utilización de recursos financieros inmovilizados, afectando el flujo de operaciones, y al tener en cuenta un nivel bajo de inventarios, provocaría que se realicen mayor cantidad de pedidos a los proveedores, además de no cubrir satisfactoriamente la demanda, ocasionando pérdida de clientes, disminución de ventas y afectación en las utilidades (Durán, 2012). Actualmente los sistemas de inventarios probabilísticos están dentro de dos grandes clasificaciones: sistemas con revisión continua y con revisión periódica (Gutiérrez, Panteleeva, Hurtado & González, 2013).

---

<sup>1</sup> Paula Jimena Burgos Castellanos es estudiante en la corporación universitaria minuto de Dios, Colombia.  
[paula.burgos@uniminuto.edu.co](mailto:paula.burgos@uniminuto.edu.co)

<sup>2</sup> Leidy Viviana Mayorga Calderón es estudiante en la corporación universitaria minuto de Dios,  
Colombia [leidy.mayorga@uniminuto.edu.co](mailto:leidy.mayorga@uniminuto.edu.co)

<sup>3</sup> Johan Steban Tovar es estudiante en la corporación universitaria minuto de Dios, Colombia.  
[Johan.tovar@uniminuto.edu.co](mailto:Johan.tovar@uniminuto.edu.co)

<sup>4</sup> Héctor Antonio González Zarate es docente en la corporación universitaria Minuto de Dios [hgonzalez@uniminuto.edu.co](mailto:hgonzalez@uniminuto.edu.co)  
ORCID 0000-0002-9923-715X

<sup>5</sup> José Eustacio Molano Torres es docente en la corporación universitaria Minuto de Dios  
[jose.molano.to@uniminuto.edu.co](mailto:jose.molano.to@uniminuto.edu.co)

### Justificación

Con el pasar de los años la venta de productos para la canasta familiar se hace más necesario en los lugares más poblados de las ciudades, involucrando de esta manera que los establecimientos cuenten con lo requerido por cada consumidor, lo cual se ve afectado de manera significativa por el alza de precios en productos o la escasez de los mismos, es por esta razón que surge la necesidad de implementar sistemas de inventarios dentro de cada establecimiento comercial, teniendo en cuenta que estos sistemas o software tales como P OS que permite llevar un inventario automático ya que admite evidenciar cuando el producto se vende, así mismo sale del inventario, de la misma manera que cuando llega nuevo producto este entra al sistema. El sistema ERP permite controlar los pedidos y compras a proveedores y se clasifican los productos por familias y artículo. Estos sistemas permiten al vendedor llevar un control de su inventario y de esta manera también no correr el riesgo de no contar con productos necesarios y que provocaría baja en ventas.

### Descripción de la problemática

A diario las personas se acercan a tiendas de barrio o supermercados del municipio de Mosquera Cundinamarca para la compra de alimentos esperando una atención de calidad y rapidez, además de encontrar todo en solo lugar sin tener que correr a tiendas mayoristas más retiradas de su zona de residencia lo que implicaría más tiempo y en ocasiones pago de transportes. Estos pequeños locales comerciales que venden al menudeo o en pocas cantidades no cuentan con un control en su inventario o capacitaciones para el personal de apoyo en donde se actualicen acerca de un manejo correcto de inventario en el tiempo que la empresa lo requiera para y así evitar un desbalance en su stock de seguridad, así mismo en la forma de almacenar productos perecederos, esto teniendo en cuenta que se evidencian mezclas de productos de aseo con víveres, mala clasificación y ubicación de productos de entrada, los cuales se ven ubicados de primero dentro de un estante ocasionando que los que habían en inventario queden atrás y lleguen a su fecha de vencimiento, creando de esta manera en los clientes inseguridad de la tienda y por defecto baja considerablemente de las ventas.

### Descripción del Método

El enfoque de la investigación tiene metodología mixta, se realiza aplicación de instrumento de recolección de datos mediante encuesta utilizando muestreo probabilístico simple aleatorio, así de esta manera aplicándose a aproximadamente 60 establecimientos ubicados en 4 barrios de la ciudad de Mosquera Cundinamarca.

Se lleva a cabo el análisis cuantitativo y cualitativo de manera descriptiva con el propósito de obtener información específica acerca del manejo y almacenamiento de productos dentro de cada uno de los establecimientos encuestados, así como tener en cuenta quienes utilizan este método y para quienes no es importante.

Cantidad establecimientos	Muestra	Metodología
60	52	Presencial-digital.

Cuadro 1. Muestra y metodología de encuestas

Esta metodología permitió practicidad y eficacia en la recolección de información, tabulación de datos y estudio de resultados.

## Ubicación Geográfica



Tomado de herramienta Google maps, evidencia los barrios de Maipore, poblado y Rubí II del municipio de Mosquera.

## Estudio Realizado a la Problemática

Control de inventarios: es una herramienta fundamental en la administración moderna, ya que esta permite a las empresas y organizaciones conocer las cantidades existente de productos disponibles para la venta, en un lugar y tiempo determinado, así como las condiciones de almacenamiento aplicables en las industrias. (Espinoza, 2011).

### Propuesta para el Manejo de Inventario del Supermercado Mercopolis.

El inventario administrado por el proveedor (Vendor-managed inventor), Es un sistema coordinado en el que un proveedor en colaboración con el cliente decide sobre La cantidad y el tiempo de reposición del minorista, Los beneficios significativos de VMI incluye la mejora de la satisfacción del cliente, la reducción de los plazos de entrega, la demanda la incertidumbre y la reducción de los costos del sistema y se destacan en muchos estudios ,el proceso básico del inventario administrado por el proveedor puede describirse en los siguientes pasos: comunicación de datos, calculo, monitoreo y pedido.

### Consecuencias del Mal Manejo de Inventarios Dentro de una Empresa

Estas fallas ocurren sin mala intención de parte de los empleados. Aun así, pueden traer problemas a la empresa sin quererlo. Una equivocación común consiste en olvidar registrar la salida de productos. Por un lado, se tendrá un vacío en el inventario de una empresa que no se conoce. Con el tiempo pueden acontecer una escasez para la que no se está preparado. En otro ámbito, habrá un desbalance en las cuentas comparadas con los registros de ventas. Esto generará muchos quebraderos de cabeza para la persona que se encargue de las cuentas. Sin embargo, cuando se tiene el registro de inventario de una empresa, y este se mantiene actualizado, la tarea se simplifica.

El mal control de inventario puede ser el resultado de muchos problemas y malas prácticas. EL robo del cliente y del empleado puede reducir el inventario sin dejar un registro. Las políticas laxas y procedimientos de trámites pueden dejar que los productos pasen por alto y conducir a la pérdida. La seguridad insuficiente durante la noche puede llevar a grandes pérdidas por robo. Apurarse en la caja o uso inadecuado de un punto de venta también causará discrepancias contables.(Airman, 2018).

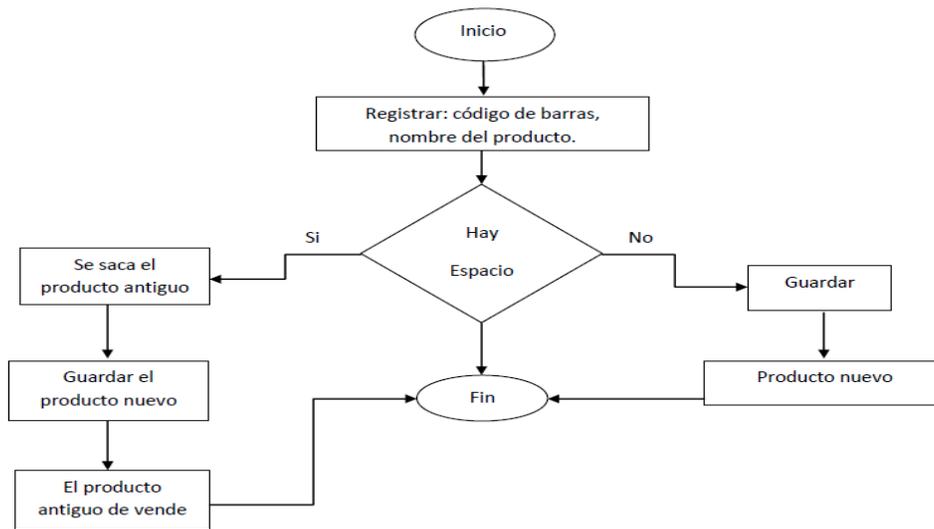
La correcta rotación de los productos perecederos debe cumplirse de manera clara, y para ello se debe tener una excelente gestión logística de stock e inventarios para asegurar que los productos con fecha de caducidad más cercana sean los primeros en ser expedidos.

El método de gestión de inventario FIFO (First in, First out) es el modo más eficiente de asegurar la rotación de producto en el sistema de estantería industrial de la bodega.El método FIFO, o PEPS en español, asegura que la primera unidad de carga en ser depositada en el sistema de almacenaje, será la primera en ser descarga y expedida hacia su destino final.De esta forma se asegura que los productos y alimentos perecederos

almacenados pasan el menor tiempo posible en la bodega y llegan en la fecha adecuada a los puntos de venta. (Ar raking storade solutions, 2020)

Control interno: es un sistema integrado por el esquema de organización y el conjunto de los planes, métodos, principios, normas, procedimientos y mecanismos de verificación y evaluación adoptados por una entidad, con el fin de procurar que todas las actividades, operaciones y actuaciones, así como la administración de la información y los recursos, se realicen de acuerdo con las normas constitucionales y legales vigentes dentro de las políticas trazadas por la dirección y en atención a las metas u objetivos previstos. (Universidad del Cauca, s.f) Inventarios: son los bienes de una empresa destinados a la venta o a la producción de productos para su posterior venta. Estos pueden presentarse como materia prima, producción en proceso, artículos terminados y otros materiales que se utilizan en el empaque, encases de mercancías o en las refracciones para su mantenimiento que se consuman en el ciclo normal de las operaciones. (Etimologías de Chile, 2001).

### Diagrama de Procesos



### Galería de Imágenes



Figura 1. Fuente: Propia - fotografía de un minimercado ubicado en el barrio Maipore Mosquera en donde se evidencia fallas en inventario y sus consecuencias.



Figura 2. Fuente: minimercado Alamy – Fotografía de un Minimercado ubicado en el barrio Maipore Mosquera Alamy donde se evidencia la mala ubicación de los productos lo cual trae consecuencias higiénicas para los productos.



Figura 3. Fuente: Propia -fotografía de un mini super ubicado en el Poblado Mosquera donde se evidencia fallas de inventario ya que no contiene todo lo relacionado con mini super o llamada canasta familiar.

### Caracterización de Locales

Debilidades	Oportunidades	Fortalezas	Amenazas
Productos defectuosos/ deficientes	Reconocimiento en el municipio	Ambiente laboral de alta calidad	Alta competitividad en las diferentes zonas
Variación de precios	Variedad de productos, buen servicio al cliente	Normatividad con protocolos de bioseguridad	Tecnología actualizada de nuevas competencias
Pérdida de clientes	Nuevos mercados y promociones	Dinámicas comerciales/ flexibilidad en horarios de atención	Incumplimiento de proveedores para entrega de mercancías
Mala rotación de productos	Capacitaciones a empleados	Productos Novedosos	

### Muestras de Tabulación Problemática

[https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScVVXdNx6HjAkOKLpi6nmYwuwbnFuhbInz5Px6fzUXGMUrXDQ/viewform?usp=sf\\_link](https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLScVVXdNx6HjAkOKLpi6nmYwuwbnFuhbInz5Px6fzUXGMUrXDQ/viewform?usp=sf_link)

Mediante la realización de estas encuestas se permite evidenciar la falta de conocimiento por parte de los tenderos quienes afirman que para evidenciar la falta de productos dentro de su estantería lo hacen por observación visual, en consecuencia a ello se evidencia una afectación constante en las ventas debido al bajo inventario dentro de cada establecimiento de comercio.

### Conclusiones

- ❖ La pérdida del cliente a causa de no tener un buen manejo del control al inventario y la rotación del producto.
- ❖ No tener claro el control de los productos en una base de datos para así mismo saber en qué tiempo debe de solicitar de nuevo lo que más se está agotando en el establecimiento.
- ❖ Pérdida en ventas debido al desorden que maneja el establecimiento.
- ❖ No se evidencia un establecimiento bien abastecido de los productos en la canasta familiar.
- ❖ No hay buena señalización dentro del establecimiento para facilitar la búsqueda de los productos.

### Referencias

- Ar raking storade solutions*. (11 de 06 de 2020). Obtenido de Almacenamiento industria y logistica : <https://www.ar-racking.com/co>
- Airman, J. B. (01 de Febrero de 2018). *Factores que provocan el mal control de inventario*. Obtenido de <https://www.bing.com/ck/a?!&&p>
- Durán, Y. (2012). Administración del inventario. Elemento clave para la optimización de las utilidades en las empresas *Visión Gerencial*, 11(1), 55-78.
- Etimologías de Chile . (2001). Etimología de Inventario. Recuperado el 22 de Septiembre de 2016, de <http://etimologias.dechile.net/?inventario>
- Gutiérrez-González, E., Panteleeva, O. V., Hurtado-Ortiz, M. F., & González -Navarrete, C. (2013). Aplicación de un modelo de inventario con revisión periódica para la fabricación de transformadores de distribución. *Ingeniería, Ingeniería Investigación y Tecnología*, 14(4), 537-551.
- Instituto de Auditores Internos de Colombia. (2010). Uso del Proceso de Gestión de Riesgos en el Plan de Auditoría Interna. Recuperado el 4 de Septiembre de 2016, de <http://www.iiacolombia.com/52468ggf7/consejos/Consejos2000/2010-2.pdf>

# Análisis de los Parámetros de Operación que Influyen en la NPSH Disponible de un Sistema y su Efecto sobre el Fenómeno de Cavitación en Bombas Centrífugas

Sheadeen Cacho Mendoza<sup>1</sup>, Dr. Daniel Ramón López Liévano<sup>2</sup>, Dr. Jorge Alberto Andaverde Arredondo<sup>3</sup>, Dr. Víctor Eduardo Infante Pacheco<sup>4</sup>, Dra. Sara Núñez Correa<sup>5</sup>

**Resumen**— En el presente trabajo se realizó un análisis cualitativo de la dependencia del caudal y la temperatura en la generación de cavitación en bombas centrífugas. Para ello, se utilizó como base la ecuación de la NPSH disponible en donde  $h_f$  es el término más sensible a las variaciones de velocidad de flujo de volumen de líquido, de tal manera que su magnitud se aumenta cuando el gasto es mayor y viceversa. Por tanto, como  $h_f$  tiene signo negativo en la ecuación antes mencionada con tribuye negativamente al NPSH, disminuyéndola y en consecuencia aumentando la probabilidad de que exista cavitación. En lo que respecta a la temperatura, un incremento de dicha variable provoca un aumento en la presión de vapor del fluido y considerando que en la ecuación de la NPSH el término  $h_{vp}$  posee signo negativo, se reduce la magnitud de dicha NPSH y la probabilidad de cavitación en la succión de la bomba es cada vez mayor.

**Palabras clave**—Cavitación, NPSH, bomba centrífuga, temperatura, gasto volumétrico, rendimiento.

## Introducción

El ciclo de vida de una burbuja se ha estimado en alrededor de 0.003 segundos [1]. Cuando la burbuja de vapor se colapsa, produce una implosión. Cientos de burbujas colapsan aproximadamente en el mismo punto del álabe. Las burbujas no colapsan simétricamente; al romperse, la burbuja produce una fuerza que hace una acción de martillo, produciendo desprendimiento del material del impulsor [2].

Algunas de las consecuencias negativas son el desgaste del impulsor provocando reducción del gasto volumétrico disminuyendo la eficiencia hidráulica de la bomba [3]. Otro efecto contra productivo es la aparición de vibraciones mecánicas produciendo daños a la maquinaria, aumentando los gastos por mantenimiento correctivo y remplazo de piezas. Todos estos efectos se pueden reducir con la implementación de mecanismos de detección y el correcto entendimiento de las variables que intervienen en este fenómeno transitorio.

Para que la bomba no cavite, es necesaria una carga neta de succión positiva o Net Positive Suction Head (NPSH), y esto es garantizar que la presión de vapor del líquido esté por encima y no se evapore [4]. En las condiciones de operación, en cuanto a gasto y carga, es necesario un mínimo de NPSH requerido, y esto es por el diseño de la bomba. Toda curva de operación trae su curva de NPSH<sub>R</sub>, y esto lo proporciona el fabricante de la bomba, con su modelo, tipo y tamaño y es independiente del sistema externo.

Por lo tanto, el objetivo principal de la presente investigación es hacer énfasis en la importancia del análisis de los principales parámetros de operación, la cual radica en el control de los factores tales como presión, temperatura y gasto volumétrico.

## Dependencia de la velocidad de flujo de volumen en la NPSH disponible

El gasto es el volumen de fluido que pasa por una superficie dada en un tiempo determinado ( $Q = V \cdot A$ ) y la NPSH<sub>A</sub>, en español se traduce como Altura Neta Positiva de Aspiración, es la presión absoluta mínima que debe haber

<sup>1</sup> Sheadeen Cacho Mendoza es alumna de 9no semestre del Programa Educativo de Ingeniería Petrolera en la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Veracruzana, campus Coatzacoalcos, México. [zs18015595@estudiantes.uv.mx](mailto:zs18015595@estudiantes.uv.mx)

<sup>2</sup> El Dr. Daniel Ramón López Liévano es Profesor de Tiempo Completo del Programa Educativo de Ingeniería Petrolera de la Universidad Veracruzana, campus Coatzacoalcos, México. [daniellopez@uv.mx](mailto:daniellopez@uv.mx) (autor corresponsal)

<sup>3</sup> El Dr. Jorge Alberto Andaverde Arredondo es Profesor de Tiempo Completo del Programa Educativo de Ingeniería Petrolera de la Universidad Veracruzana, campus Coatzacoalcos, México. [jandaverde@uv.mx](mailto:jandaverde@uv.mx)

<sup>4</sup> El Dr. Víctor Eduardo Infante Pacheco es Profesor de Tiempo Completo del Programa Educativo de Ingeniería Petrolera de la Universidad Veracruzana, campus Coatzacoalcos, México. [vinfante@uv.mx](mailto:vinfante@uv.mx)

<sup>5</sup> La Dra. Sara Núñez Correa es Profesora de Tiempo Completo del Programa Educativo de Ingeniería Química de la Universidad Veracruzana, campus Coatzacoalcos, México. [sarnunez@uv.mx](mailto:sarnunez@uv.mx)

en la succión de la bomba para evitar la formación de burbujas de vapor, y representa una de las características más importantes para una bomba.

Los fabricantes de bombas prueban cada diseño de bomba para determinar el nivel de presión de succión necesario para evitar la cavitación, reportando el resultado como la carga de succión positiva neta requerida,  $NPSH_R$ , para la bomba en cada condición operativa de capacidad (caudal) y carga total sobre la bomba [5].

El valor de la  $NPSH_A$  depende de la presión de vapor del fluido que está siendo bombeado  $h_{vp}$ , de las pérdidas de energía en la tubería de succión  $h_f$ , de la elevación del depósito de fluido  $h_s$  y de la presión aplicada al fluido en el depósito  $h_{sp}$ .

Esto se puede expresar de la siguiente forma [6]:

$$NPSH_A = h_{sp} \pm h_s - h_f - h_{vp}$$

Para calcular  $h_f$  que es pérdida de carga en la tubería de succión debida a las pérdidas por fricción y pérdidas menores; se utiliza la siguiente fórmula, expresada en metros o pies:

$$h_f = f \left( \frac{L}{D} \right) \left( \frac{v^2}{2g} \right) + k \left( \frac{v^2}{2g} \right)$$

Donde  $f$  y  $L$  son factor de fricción y longitud de la tubería, respectivamente,  $v$  es velocidad del fluido,  $k$  es el factor de resistencia de los accesorios y  $g$  es la aceleración de la gravedad.

$$h_f = \frac{v^2}{2g} [(f)(L/D) + k]$$

Ahora bien,

$$v = \frac{Q}{A}$$

Entonces la expresión para  $h_f$  se escribe así,

$$h_f = \frac{(Q/A)^2}{2g} [(f)(L/D) + k]$$

$$h_f = \frac{(Q/(\pi D^2 / 4))^2}{2g} [(f)(L/D) + k]$$

Aislado el primer factor con el propósito de simplificar la ecuación,

$$\frac{\frac{Q^2}{\left[ \frac{\pi^2 D^4}{16} \right]}}{\frac{2g}{1}} = \frac{\frac{Q^2}{1}}{\frac{2g\pi^2 D^4}{16}} = \frac{16Q^2}{2g\pi^2 D^4} = \frac{8Q^2}{g\pi^2 D^4}$$

Desde este punto, podemos observar que el gasto volumétrico es un factor que afecta a todos los factores de la pérdida de carga  $h_f$

$$h_f = \frac{8Q^2}{g\pi^2 D^4} [(f)(L/D) + k]$$

Como se aprecia en la expresión anterior el gasto se convierte en un factor que puede multiplicar el valor de  $h_f$ , hasta valores elevados ya que esta afectado por un exponente cuadrático.

Para verificar el impacto de esto en el fenómeno de cavitación utilizamos la ecuación de la NPSH disponible en donde el termino  $h_f$  aparece negativo por lo que un incremento de este ultimo reduce la magnitud de altura neta positiva de aspiración disponible, aumentando la probabilidad de que se genere cavitación.

Por lo antes mencionado, se demuestra la dependencia directa de  $Q$  sobre  $h_f$  y que en consecuencia la carga disponible en la aspiración de la bomba se reduce drásticamente.

### Dependencia de la temperatura del fluido en la NPSH disponible

La segunda variable planteada en el presente trabajo es la temperatura del fluido en la succión de la bomba. En este sentido, el término  $h_{vp}$  en la ecuación de la NPSH disponible es quien exhibe mayor variación, ya que representa la carga de presión de vapor del líquido a la temperatura de bombeo, expresada en metros o en pies de líquido.

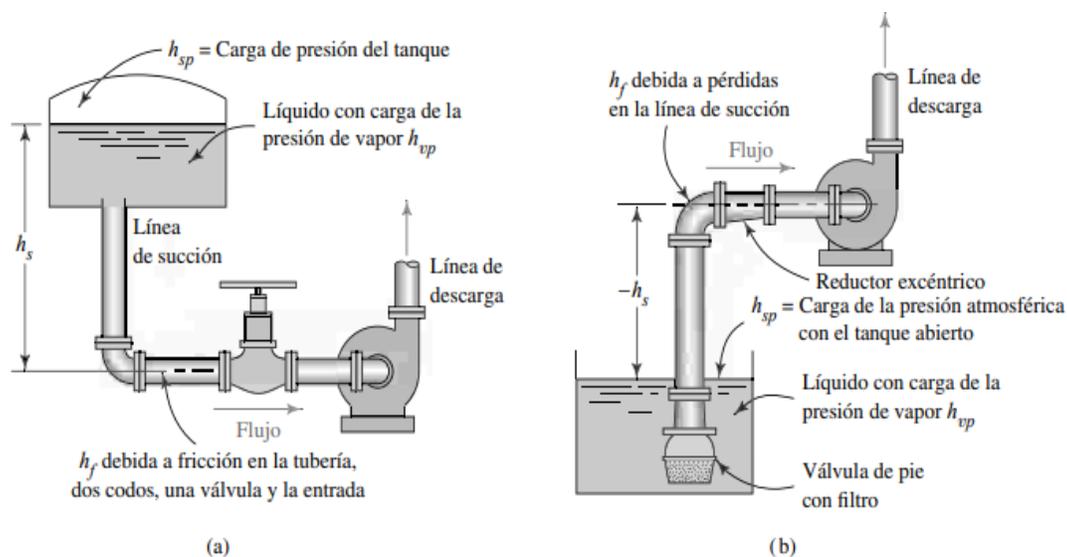


Figura 1. Detalles de la línea de succión de la bomba y definiciones de los términos empleados para calcular la NPSH disponible de un sistema.

En términos termodinámicos, hay una relación directa entre la presión de un fluido y su temperatura de saturación  $T_{sat}$ , de tal forma que, si la temperatura disminuye, lo mismo pasa con la carga o presión de saturación  $P_{sat}$  ó  $P_{vp}$ . Matemáticamente tenemos que,

$$h_{vp} = P_{vp} / \gamma$$

Esta dependencia e influencia de la temperatura en el comportamiento de la NPSH disponible se visualiza más concretamente en la tabla 1, donde se lee la temperatura del fluido y su correspondiente presión y carga de vapor.

Nuevamente la ecuación de la NPSH disponible sirve como base para demostrar la dependencia de la temperatura en la aparición de cavitación,

$$NPSH_A = h_{sp} \pm h_s - h_f - h_{vp}$$

En dicha expresión, se aprecia claramente que, si se incrementa la temperatura del fluido, también aumenta su respectiva presión de saturación y evidentemente  $h_{vp}$ . Dado que este último término tiene signo negativo provocará una disminución de la magnitud de la NPSH del sistema y la probabilidad de aparición de cavitación se incrementa.

Temperatura °C	presión de vapor kPa(abs)	Carga de la presión de vapor (m)
0	0.6105	0.06226
5	0.8722	0.08894
10	1.228	0.1253
20	2.338	0.2388
30	4.243	0.4345
40	7.376	0.7580
50	12.33	1.272
60	19.92	2.066
70	31.16	3.250
80	47.34	4.967
90	70.10	7.405
100	101.3	10.78

Tabla 1. Presión de vapor y carga de la presión de vapor para el agua en función de la temperatura [7].

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

En este trabajo investigativo, se estudió analíticamente el comportamiento la relación de la velocidad de flujo de volumen y la temperatura del fluido en la aparición de un fenómeno transitorio llamado cavitación. Se demostró que el caudal  $Q$  influye directamente en el término  $h_f$  de la ecuación de NPSH disponible de un sistema, de tal forma que esta última se reduce al aumentar el gasto volumétrico y, por lo tanto, la bomba centrífuga sufre riesgo de cavitación. Por otro lado, un incremento de la temperatura del fluido en la succión, provoca que, el término  $h_{vp}$  en la misma ecuación, aumente, disminuyendo la magnitud de la carga neta positiva de succión disponible, favoreciendo también la aparición de cavitación en el equipo.

#### Conclusiones

Los resultados demuestran la necesidad del monitoreo de los términos  $h_f$  y  $h_{vp}$  en la expresión de la NPSH disponible. Esto pone de manifiesto que el control de la cavitación no solo depende de sistema de instrumentación, costosos y sofisticados, sino también de aspectos tan simples como el correcto manejo de variables de operación como lo son el flujo volumétrico y la temperatura del fluido. Con ello, se coadyuba a evitar daños en maquinaria y gastos excesivos por reparaciones y paradas de equipo no programados, con el respectivo pago de tiempos extra al personal de operación y mantenimiento de las instalaciones industriales, donde se utilizan bombas centrífugas para desplazar fluidos.

#### Recomendaciones

El presente trabajo de investigación muestra analíticamente el comportamiento de la cavitación en función de las principales variables operacionales en los complejos industriales, tales como flujo y temperatura. En este sentido, se vislumbra un área de oportunidad en la realización de simulación numérica a través de la Dinámica de Fluidos Computacional (CDF por sus siglas en inglés), mediante el uso de software comercial como ANSYS, COMSOL o incluso programas de código abierto, que permita predecir la respuesta que una bomba tendría bajo un amplio rango de condiciones de operación.

### Referencias

- Bachus, Larry. 2003. Know and Understand Centrifugal Pumps. Nueva York: Elsevier Science.
- Bloch, Heinz P. 2011. Pump Wisdom: Problem Solving for Operators and Specialists. Nueva York: Wiley.
- Bloch, Heinz P. y Allan R. Budris. 2010. Pump User's Handbook: Life Extension. Boca Raton, FL: CRC Press.

Gulich, Johann F. 2010. Centrifugal Pumps, 2a. ed. Nueva York: Springer Science+Business Media.

Hardee, Ray T. y Jeffrey L. Sines. 2012. Piping Systems Fundamentals, 2a. ed. Lacey, WA: ESI Press – Engineered Software, Inc.

Hydraulic Institute and Europump. 2001. Pump Life Cycle Costs: A Guide to LCC Analysis for Pumping Systems. Parsippany NJ: Hydraulic Institute

Mott, R. L. (2006). *Mecánica de fluidos* (6a. ed., 1a. reimp.). Mexico: Pearson educacion.

## Datos del Consumo Energético del Sistema de Iluminación de las Aulas del Sector C del TecNM-ITVH, Agosto-Diciembre 2021

Ing. Alberto Francisco Cadena Narváez<sup>1</sup>, Jessica Damaris Méndez de la Cruz<sup>2</sup>, Lic. Francisco Javier Mendoza Cadena<sup>3</sup>, Dr. Mario José Romellón Cerino<sup>4</sup>, Dr. Julio César Romellón Cerino<sup>5</sup>, Ing. Margarita Quevedo Martínez<sup>6</sup>, MI. Klaribel García Pérez<sup>7</sup>,

### Resumen

Tomando en consideración que las instituciones educativas tienen una cantidad considerable de lámparas y luminarias para poder satisfacer sus necesidades de iluminación, es necesario revisar los consumos energéticos que estas generan. Apoyándose en las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, se realizó una revisión del sistema de iluminación actual de las aulas del Sector C (Edificio C). El edificio consta de 7 aulas con 4 luminarias compuestas por 2 lámparas de 60 watts cada una. Se calculó un tiempo de uso estimado de 8 horas al día y calculando la cantidad de energía consumida en un año escolar cada lámpara de 60 watts gasta 80.64 KWh con un consumo anual por el total del edificio C de 4,515.84 KWh. Con una cantidad considerable de combustible necesario para producir esa cantidad de energía eléctrica. Por lo que se recomienda actualizar las lámparas y el diseño de los sistemas de iluminación del Edificio C, para que sean aulas ambientalmente amigables.

**Palabras clave**— luxes, energía eléctrica, luces ahorradoras.

### Introducción

Las instituciones educativas cuentan con diversas necesidades energéticas, siendo una de las principales los sistemas de iluminación. Tomando en cuenta que todas las instituciones educativas necesitan luminarias para poder operar durante su jornada laboral, resulta que el consumo de energía eléctrica dedicado a los sistemas de iluminación puede representar hasta más de un 50% del consumo. En nuestro país el consumo de electricidad para poder iluminar edificios u hogares representa casi un 18%, y a nivel mundial se estima un consumo de casi el 15%. [1]

Los niveles de consumo de electricidad dependerán de factores como potencia del sistema de alumbrado y el tiempo que se mantengan encendidas las lámparas, así mismo del tipo de cableado y el mantenimiento que se le da a este. Por lo que el mantener un adecuado programa de mantenimiento y estudio de consumo energético de los sistemas de iluminación es necesario, para minimizar costos de operación y del consumo eléctrico.

### Descripción del Método

Se realizó una revisión del sistema de iluminación de las aulas del Sector C (Figura 1) del TecNM-ITVH en el período Agosto-Diciembre 2021, todo esto conforme los estándares normativos, así mismo los datos obtenidos se revisaron para verificar el cumplimiento de la NOM-025-STPS-2008 [5]. Se llevó a cabo una supervisión de las aulas que componen el Edificio C, para poder identificar las condiciones de las lámparas que conforman todas las aulas del sistema de iluminación del edificio, ya que en estas se desarrollan las actividades docentes y estudiantiles [2].

---

<sup>1</sup> Profesor del Departamento de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Villahermosa

<sup>2</sup> Estudiante de Ingeniería Química del Departamento de Química-Bioquímica-Ambiental del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Villahermosa

<sup>3</sup> Profesor del Departamento de Ciencias Económico-Administrativo del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Villahermosa

<sup>4</sup> Profesor del Departamento de Química-Bioquímica-Ambiental del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Villahermosa

<sup>5</sup> Profesor del Departamento de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Villahermosa

<sup>6</sup> Profesor del Departamento de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Superior de Macuspana

<sup>7</sup> Profesor del Colegio de Bachilleres de Tabasco-Plantel 2

Tomando como referencia lo reportado por Romellon Cerino [3] y Díaz Villanueva [4] se seleccionó un aula representativa del Sector C para realizar la supervisión de las lámparas de iluminación, con el objetivo verificar que todas las aulas tengan el mismo diseño estructural y de luminarias.

Se identificaron los tipos de lámparas empleadas en estas instalaciones tomando como dato más relevante el consumo eléctrico de estas lámparas y la cantidad de lámparas empleadas por cada aula en el edificio C. Una vez obtenido este dato se procedió a calcular el tiempo promedio de uso de las lámparas, el período escolar por cada semestre para tener los datos de uso por año escolar. Se tomaron en consideración las fechas de exámenes de recuperación, conforme al calendario escolar institucional.



Figura 1.- Edificio C del TecNM-ITVH.

## Resultados

Se tomo el aula de clases 38 del edificio C como la representativa de todo el Sector C (Figura 2), ya que todas las aulas son igual en su diseño y que están en condiciones similares [3],[4],[5]. Una vez realizada las inspecciones de las condiciones de las aulas, estas fueron revisadas y monitoreadas en cuanto al uso de las lámparas durante las horas de labores. Cada luminaria cuenta con 2 lámparas de 60 Watts cada una, siendo un total de 8 lámparas por aula.

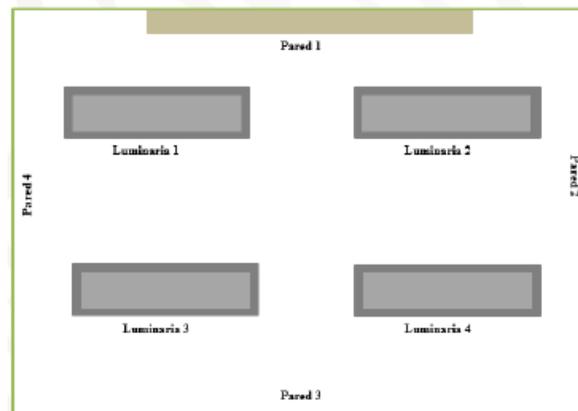


Figura 2: Distribución de las luminarias del aula 38.

Los días que se tomaron en cuenta para la muestra fueron de 168 días, ya que cada semestre cuenta con 16 semanas de clases, tomando en cuenta 5 días hábiles de clases, lo que nos arroja como resultado 80 días, la muestra se sacara anualmente, serian 160 días; a esta se le aumentara 4 días extras por semestre por la semana de exámenes de recuperación [4].

- Para 1 lámpara de 60 watts:

Potencia de la lámpara: 60 watts.

Tiempo de uso: 8 horas al día. (valor estimado)

Watts consumidos anualmente = (60 watts) (8 horas/día) (168 días) = 80,640 Wh

- Watts consumidos anualmente por las lámparas:

Consumo anual de un foco de 60 watts = 80.64 KWh

Consumo anual de 1 aula con 4 luminarias de 60 watts= (80.64 KWh) (8 lámparas) = 645.12 KWh  
Consumo anual por el total de aulas en el edificio C= (645.12 KWh) (7 aulas) = 4,515.84 KWh

- Cantidad de combustible requerido para generar la energía eléctrica

1 kW = 0.416 m<sup>3</sup>/kWh Gas natural

1kW = 0.593 Kg/kWh Carbón

1 kW = 0.309 Kg/kWh Diésel

- Consumo de combustible para generar la energía necesaria para el total de aulas en el edificio C por un año.

Gas natural necesario = (4,515.84 KWh) (0.416 m<sup>3</sup>/ kWh) = 1, 878.59 m<sup>3</sup>

Carbón necesario = (4,515.84 KWh) (0.593 Kg/ kWh) = 2, 677.89 Kg

Diésel necesario = (4,515.84 KWh) (0.309 Kg/ kWh) = 1, 395.39 Kg

### Conclusiones

Las condiciones en la cual se encuentran las luminarias del Sector C son óptimas. Sin embargo, se recomienda realizar una revisión al diseño actual del sistema de iluminación de todas las aulas de dicho Sector, con la intención de que las instalaciones consuman menos recursos energéticos, ya que como bien se presentó son más de 4,515.84 KWh en un año escolar con un uso mínimo de 8 horas diarias de las lámparas, lo cual requiere grandes cantidades de combustible fósil al año, para generar dicha cantidad de energía eléctrica.

Debido a lo anterior se recomienda se actualice el sistema de iluminación de todo el edificio con lámparas modernas, como son las luminarias tipo LED o alguna otra que se encuentre en el mercado.

Con este tipo de estrategias el consumo de energía eléctrica por cada área o sector de la institución disminuiría, ayudando a tener una imagen ambiental más amigable, ante los ojos de la sociedad.

### Referencias

[1] Montano Arias (2006). Guía Técnica de Iluminación Eficiente. Consejería de economía e innovación tecnológica. Comunidad de Madrid.

[2] Westinghouse. (1989) Manual de Alumbrado Westinghouse. Westinghouse Electric Corporation. Editorial Dossat.S.A. 4ta Edición. Madrid. España

[3] Romellon Cerino, Mario Jose; Díaz Villanueva, Felix; Quevedo Martinez, Margarita; Magaña Flores, Anel; De la Cruz Pulido, Guadalupe. Evaluación de la NOM-STPS-2008 en las Aulas del Edificio Z del ITVH. Investigación en la Educación Superior-Hidalgo 2020. ISBN 978-1-939982-56-8. Academia Journals 2020. Hidalgo, México.

[4] Díaz Villanueva, Félix; Romellón Cerino, Mario José; Lazo Priego, Gabriela; Toro Falcón, María Antonieta; Chable Mateo, Diana Giselle. (2021) Evaluación del Sistema de Iluminación del Edificio Ñ del ITVH en Agosto-Diciembre 2020, conforme a la NOM-025-STPS.2008. Difusión de Experiencias y Resultados de Investigación A Nivel Superior- Chiapas 2021. ISBN online 978-1-939982-67-4. Academia Journals 2021, Chiapas, México.

[5] García Pérez, Klaribel; Méndez de la Cruz, Jessica Damaris; Romellón Cerino, Mario José. (2022) Evaluación del consumo de energía eléctrica del sistema de iluminación de las aulas del Sector A del TecNM-ITVH en el período Septiembre-Noviembre 2021. El conocimiento al alcance de Todos- Puebla 2022. ISBN online 978-1-939982-76-6. Academia Journals 2022, Puebla, México

# Inclusión de la Materia Responsabilidad Social en las Universidades Mexicanas

Dra. Argelia Calderón Gutiérrez<sup>1</sup> Dra. Ma. Hilda Rodales Trujillo<sup>2</sup> M.A. Yuritzi Gámez Béjar<sup>3</sup>

**Resumen**— La educación se perfila como una herramienta indispensable para enfrentar los desafíos medioambientales y sociales que enfrentamos como sociedad global. En este contexto, las Instituciones de Educación Superior en México han asumido la responsabilidad de formar a sus estudiantes con un enfoque de Responsabilidad Social (RS). El objetivo de esta investigación es identificar a las universidades mexicanas que de forma explícita han incorporado la materia de Responsabilidad Social en alguno de los programas del área de negocios que imparten, particularmente en la Licenciatura en Administración. Los resultados de esta investigación indican que 36 universidades mexicanas integran una materia cuya denominación involucra los diversos términos relacionados con la Responsabilidad Social, reflejando cómo la currícula universitaria se adapta a la exigencia social de contar con profesionistas universitarios con la competencias para implementar una filosofía de negocios socialmente responsable en la práctica profesional. El análisis sugiere que las universidades manejan diversos enfoques, tanto en contenidos como en la metodología de la enseñanza que se sigue al impartir la materia.

**Palabras clave**— educación superior, responsabilidad social, sustentabilidad, ética, desarrollo sustentable

## Introducción

Para lograr superar los desafíos medioambientales y sociales que enfrentamos como sociedad global se requiere de la participación de todos, lo cual demanda un cambio cultural que impacte por igual los modos de producción y de consumo. Por una parte, las empresas tienen el reto de diseñar estrategias competitivas que les permitan internalizar las externalidades, incorporando en sus sistemas productivos y en su cadena de valor, una visión responsable de sus impactos traducidos en formas de producción sustentables, que desarrollen su capacidad para producir bienes y servicios a un ritmo tal, que no agoten los recursos que utilizan y no produzcan más contaminantes de los que su entorno pueda absorber. Al mismo tiempo, deben generar procesos organizacionales resilientes e innovadores que permitan estructurar formas de producción amigables con la comunidad y el medio ambiente en forma sistemática, óptima y automatizada, con criterios de sustentabilidad que contribuyan a la superación de los problemas sociales, ambientales y económicos, sin descuidar la generación de valor para la empresa (Calvente, 2007; Raufflet, 2012). El que las empresas adopten criterios de sustentabilidad en el diseño de sus estrategias empresariales, ha sido tema de la agenda del desarrollo desde la firma del Pacto Mundial en el año 2000 y la Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible celebrada en Johannesburgo en el año 2002. Con el surgimiento del término *empresa sustentable*, se pretende aportar coherencia entre la generación de valor y la responsabilidad social empresarial, con lo cual surge una nueva oportunidad de negocio que considera tanto factores internos como a todas sus partes interesadas o *stakeholders* al diseñar las estrategias empresariales (Cruz, 2018).

Esto ha llevado a las universidades a realizar un rediseño curricular que incorpore la responsabilidad social empresarial (RSE) en los programas de educación superior que imparten, además de realizar más investigación sobre el tema con el enfoque de los grupos de interés y desarrollar programas que sensibilicen y concienticen a todas las partes interesadas (Gonzalez et al., 2016). Las escuelas de negocios y economía han sido pioneras en incorporar de manera formal el estudio del Desarrollo Sustentable y de la responsabilidad social empresarial, con el objetivo de entregar a la sociedad profesionistas con valores éticos que al egresar incorporen la responsabilidad social a su práctica profesional en las organizaciones donde se desenvolverán, conscientes de la relevancia de combinar los aspectos sociales, medioambientales y de gobierno corporativo para lograr el desarrollo sustentable al que se han orientado las economías actuales. De esta manera, la Universidad estará cumpliendo su objetivo de entregar a la sociedad profesionistas que sean agentes y promotores de un cambio positivo.

---

<sup>1</sup>Dra. Argelia Calderón Gutiérrez, Profesora e Investigadora de la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. argelia.calderon@umich.mx (**autor corresponsal**)

<sup>2</sup>Dra. Ma. Hilda Rodales Trujillo, Profesora e Investigadora de la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. mario.chavez@umich.mx

<sup>3</sup>Dr. Yuritzi Gámez Béjar Profesora e Investigadora de la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. mario.chavez@umich.mx

## Marco Teórico

### *El rol de las universidades*

El entorno rápidamente cambiante en el que operan las universidades exige que las instituciones se comprometan aún más a contribuir a la mejora de la sociedad mediante la integración de la responsabilidad social en la gestión institucional, la enseñanza, la investigación, los servicios y las actividades públicas (Schimperna et al., 2022). Por tanto, la educación superior se perfila como una herramienta indispensable para lograr los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos en el 2015 por la Organización de las Naciones Unidas para buscar hacer frente al cambio climático, acabar con la pobreza y construir un mundo más sostenible e inclusivo para 2030. En este contexto la educación superior enfrenta el reto formar profesionales calificados que respondan eficientemente a la búsqueda de soluciones para los problemas mediambientales y sociales que deben afrontar las empresas y organizaciones en general en su operación cotidiana.

Este panorama involucra de manera directa a las escuelas de negocios, ya que a las preocupaciones medioambientales, sociales y éticas presentes en la escena pública desde la segunda mitad del siglo pasado (entre las que se incluyen el cambio climático y el agotamiento de los recursos naturales) se han sumado varios escándalos corporativos y e incluso malas condiciones laborales (Schimperna et al., 2022). A inicios de la primera década de este siglo, múltiples voces manifestaban la necesidad de reforzar la importancia de los valores éticos y las políticas de responsabilidad en las instituciones de educación superior pero particularmente en las escuelas de negocios y economía, ya que éstas tienen la responsabilidad de entregar a la sociedad profesionistas que se desempeñen de manera ética y responsable cuando se incorporen al mercado laboral. La educación es un eje clave para el desarrollo ético y moral de los estudiantes, quienes serán los directivos de empresas y los encargados de elaborar las políticas del futuro (Gonzalez et al., 2016). De acuerdo con la University Social Responsibility Network (USRN) se requiere que los líderes de la educación superior y toda la comunidad académica intercambien ideas y fomenten las asociaciones entre las universidades para generar un impacto social e impulsar el desarrollo sostenible en todo el mundo, formando y guiando a las generaciones de nuevos líderes que impulsarán el cambio social y traducirán las ideas innovadoras en medidas concretas para un futuro mejor, inclusivo y sostenible (USRN, 2022).

A nivel internacional, las universidades comenzaron a introducir los temas de RSE y sostenibilidad en sus planes de estudio desde finales de la década de 1990 (Wright & Bennett 2011; Brammer et al. 2012), en México, a lo largo de la última década, las instituciones de educación superior en han asumido la responsabilidad de formar a sus estudiantes con un enfoque de Responsabilidad Social y los programas educativos se han ido actualizando gradualmente (Lozano et al., 2015). En este contexto, la Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas (FCCA) de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, integró la materia de Responsabilidad Social en las Organizaciones en la reforma al Plan de Estudios 2017. De esta manera, tres de los cuatro programas de licenciatura que conforman la FCCA, Administración, Contaduría, Informática Administrativa incluyen esta materia en el octavo semestre, mientras que la Licenciatura en Mercadotecnia lo incluye en el quinto semestre. Lo anterior con el objetivo de que los estudiantes de estos programas desarrollen las competencias que les permitan convertirse en profesionistas con valores éticos y que al egresar incorporen la responsabilidad social a su práctica profesional en las organizaciones donde se desenvolverán, conscientes de la relevancia de combinar los aspectos sociales, medioambientales y de gobierno corporativo para lograr el desarrollo sustentable al que se han orientado las economías actuales. De esta manera, la Universidad estará cumpliendo su objetivo de entregar a la sociedad profesionistas que sean agentes y promotores de un cambio positivo.

El estudio de la Responsabilidad Social como la forma en que una organización se relaciona e impacta en la sociedad a través de sus prácticas económicas, sociales y ambientales, permite presentar un enfoque hacia el desarrollo sustentable basado en la premisa de que en el largo plazo las empresas socialmente responsables, generarán mayor valor debido a que estarán mejor preparadas para lidiar con los retos del crecimiento y la competitividad mundial, constituyéndose en uno de los eslabones de la cadena de valor que fomente una cultura organizacional que promueva la innovación. La responsabilidad social (RS) se define como la responsabilidad de una organización ante los impactos que sus decisiones y actividades ocasionan en la sociedad y el medio ambiente, a través de un comportamiento transparente y ético que: a) contribuya al desarrollo sostenible, la salud y el bienestar de la sociedad; b) tome en consideración las expectativas de sus partes interesadas; c) cumpla con la legislación aplicable y sea coherente con la normativa internacional de comportamiento, y d) esté integrada en toda la organización y se lleve a la práctica en sus relaciones” (ISO 26000:2010). De esta definición se sigue que la RS se basa en la identificación, valoración de intereses y diálogo con sus partes interesadas o stakeholders. Los administradores pueden entender la competitividad empresarial sustentable desde la teoría de la Responsabilidad Social Empresarial (RSE), como la construcción de estrategias empresariales que generen capacidades internas y externas en beneficio de sus procesos de innovación, impactando en sus beneficios financieros (Raufflet, 2012). La

innovación puede entenderse entonces en un sentido amplio, no sólo en el desarrollo de tecnologías nuevas o renovadas, sino también como la mejora procesos y el cumplimiento de las regulaciones normativas necesarias para ingresar a ciertos mercados o para mantenerse en ellos. Por tanto, el mundo empresarial requiere profesionistas de negocios que puedan adaptar a sus organizaciones al constante cambio que se vive globalmente y que pueden impulsarse desde la Academia, a través de ideas y estrategias innovadoras para elevar las contribuciones de las instituciones a la consecución de los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030 de la ONU, ninguno de los cuales puede alcanzarse sin la contribución de la educación e investigación universitaria.

### *Las competencias transformadoras de la OCDE*

La educación superior juega un rol esencial al crear conocimiento y desarrollar el talento de los recursos humanos que forma. Al integrar en los planes de estudio materias relativas a la RS y la sostenibilidad, la universidad se ha convertido en el eje de la formación de líderes y gestores responsables (Gorski et al. 2017). Más aún, las universidades han enriquecido profundamente a los estudiantes tanto desde un punto de vista práctico como teórico incorporar actividades cotidianas y proporcionar apoyo práctico (Schimperna, et al., 2022). Schimperna et al. (2022) refieren además que el método de enseñanza promovido por las universidades se actualiza constantemente, desarrollando muchos métodos y técnicas para enseñar la RSE y el desarrollo sostenible, entre los que se encuentran los siguientes: el método del caso, el aprendizaje de servicio (AS), el aprendizaje basado en problemas (ABP) y el aprendizaje de acción y experiencial (Schimperna et al., 2022). Adicionalmente, una gran cantidad de universidades han adoptado un enfoque educativo por educación por competencias. Se entiende por competencias a aquellas habilidades y capacidades adquiridas a través de un esfuerzo deliberado y sistemático por llevar a cabo actividades complejas. Es decir, es la capacidad que se consigue al combinar conocimientos, habilidades, actitudes y motivaciones y al aplicarla en un contexto determinado, como puede ser la educación, el trabajo o el desarrollo personal (OECD, 2013). Una competencia no está limitada a elementos cognitivos (uso de teorías, conceptos o conocimientos implícitos), sino que abarca tanto habilidades técnicas como atributos interpersonales.

La noción de competencia irrumpió en el desarrollo de la cultura contemporánea como un fuerte intento por trazar puentes entre el conocimiento y su aplicación, entre la teoría y la práctica, entre las capacidades subyacentes y el ejercicio de las mismas (Niño 2012). El estudio de las competencias ha evolucionado a partir de la propuesta de David McClelland en la década de 1960, actualmente los profesionistas son concebidos hasta un enfoque que reconoce que para aumentar la productividad se precisa, de nuevas formas de gestión, organización, capacitación y desarrollo de los trabajadores, que propicien el uso racional y eficiente de los recursos y estimulen el potencial creativo e intelectual de todos los integrantes de la organización (Calderón Gutiérrez, 2019) hasta llegar a las competencias transformadoras, definidas como los tipos de conocimientos, habilidades, actitudes y valores que los estudiantes necesitan para transformar la sociedad y configurar el futuro para una vida mejor (OECD, 2019). Esta definición encuadra en el enfoque del desarrollo sustentable, entendiéndolo como un proceso de cambio estructural conducente a la mejora de las condiciones de vida de los individuos, como seres socialmente construidos (Cabrera, 2015).

Las Competencias Transformativas para el 2030 fueron dadas a conocer por la OCDE en el documento Marco Conceptual para el Aprendizaje (OECD, 2019). La meta del programa Educación 2030 es que los estudiantes tienen que estar capacitados y sentir que pueden aspirar a ayudar a dar forma a un mundo en el que el bienestar y la sostenibilidad -para ellos mismos, para los demás y para el planeta- sean alcanzables. La Brújula del Aprendizaje 2030 de la OCDE ha identificado las siguientes tres *competencias transformadoras* que los estudiantes necesitan para contribuir y prosperar en nuestro mundo, y para dar forma a un futuro mejor:

- 1) Crear nuevo valor: significa innovar para dar forma a una vida mejor, como crear nuevos puestos de trabajo, empresas y servicios, y desarrollar nuevos conocimientos, ideas, técnicas, estrategias y soluciones, y aplicarlos a problemas antiguos y nuevos. Cuando los alumnos crean un nuevo valor, cuestionan el status quo, colaboran con otros y tratan de generar un pensamiento innovador, alternativo.
- 2) Conciliar tensiones y dilemas: significa tener en cuenta las numerosas interconexiones e interrelaciones entre ideas, lógicas y posturas aparentemente contradictorias o incompatibles, y considerar los resultados de las acciones desde perspectivas tanto a corto como a largo plazo. A través de este proceso, los alumnos adquieren una comprensión más profunda de las posiciones opuestas, desarrollan argumentos para apoyar su propia posición y encuentran soluciones prácticas a los dilemas y conflictos.
- 3) Asumir la responsabilidad: está relacionado con la capacidad de reflexionar y evaluar las propias acciones a la luz de la experiencia y la educación de cada uno, y teniendo en cuenta los objetivos personales, éticos y sociales. Estas competencias transformadoras pueden considerarse competencias de alto nivel, son exclusivamente humanas y pueden utilizarse en una amplia gama de contextos, situaciones y experiencias diferentes. La sustentabilidad se ha

convertido en un reto para todos los que habitamos el planeta, y en el mundo de los negocios consiste en buscar bienestar hacia la sociedad de la que las empresas forman parte. Por lo tanto, las empresas y los individuos que las conforman, deben de esforzarse por alcanzar logros en el largo plazo y desarrollar un plan estratégico en busca de un desarrollo sustentable de la empresa, en conjunto con beneficios sociales para la comunidad con la que ésta interactúa y con el cuidado de los recursos naturales, al minimizar sus efectos.

### Descripción del Método

Esta investigación se realizó utilizando un enfoque cuantitativo para identificar el número de universidades mexicanas que ha incorporado en sus planes de estudios alguna materia de responsabilidad social como tal o relativa al tema, en particular como parte de la Licenciatura en Administración impartida en las facultades de negocios de dichas Universidades. El estudio es transversal, realizándose entre junio y noviembre del 2021 y el alcance es descriptivo. Se eligió una muestra por conveniencia, seleccionándose aquellas universidades cuya malla curricular se muestra en las correspondientes páginas web, aunque no todas muestran el programa de la materia, para poder realizar un análisis cualitativo de los contenidos. La Tabla 1 muestra las universidades consideradas en este estudio.

Tabla 1. Lista de universidades consideradas en el estudio

No.	UNIVERSIDAD	No.	UNIVERSIDAD
1	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	19	Universidad Autónoma de Yucatán
2	Instituto de Estudios Superiores ISIMA	20	Universidad Autónoma Metropolitana
3	Instituto Tecnológico de la Piedad	21	Universidad de Colima
4	Instituto Tecnológico de Lázaro Cárdenas	22	Universidad de Guadalajara
5	Instituto Tecnológico de Morelia	23	Universidad de Monterrey
6	Instituto Tecnológico de Sonora	24	Universidad de Morelia
7	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente	25	Universidad del Valle de Mexico
8	UNICLA	26	Universidad IBERO
9	UNID	27	Universidad ICEL
10	UNITEC	28	Universidad Lasalle
11	Universidad Anáhuac	29	Universidad Latina de América
12	Universidad Autónoma de Baja California	30	Universidad Latinoamericana
13	Universidad Autónoma de Ciudad Juárez	31	Universidad Mexicana
14	Universidad Autónoma de Coahuila	32	Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
15	Universidad Autónoma de Guadalajara	33	Universidad Monter
16	Universidad Autonoma de México	34	Universidad ORT de Mexico
17	Universidad Autónoma de Nuevo León	35	Universidad Vasco de Quiroga
18	Universidad Autónoma de Querétaro	36	Universidad Veracruzana

Fuente: Elaboración propia.

### Resultados y discusión

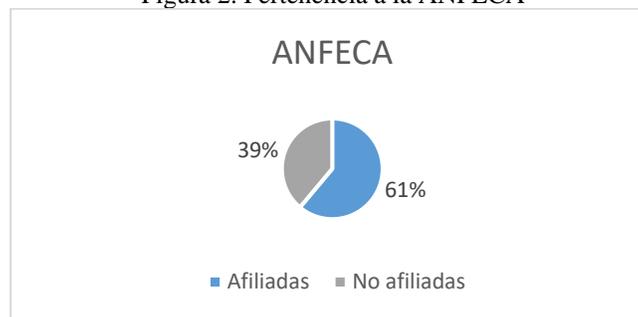
De acuerdo con la constitución de las 36 Instituciones de Educación Superior (IES) cuyos planes de estudio de la Licenciatura en Administración se revisaron, 16 son instituciones de carácter público (44%) y 20 son privadas (56%), como puede apreciarse en la Figura 1. La Figura 2 muestra que el 61% están afiliadas a la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Contaduría y Administración (ANFECA), la cual impulsa de manera explícita acciones de responsabilidad social, específicamente en la vertiente de Responsabilidad Social Universitaria (RSU) y actualmente está impulsando uno de los ejes claves de la Responsabilidad Social y de los ODS, la igualdad de género, a través del lanzamiento del “Distintivo Compromiso para la Igualdad de Género ANFECA”, cuyo instrumento de evaluación está en proceso de revisión por pares.

Figura 1. Constitución de las IES consideradas



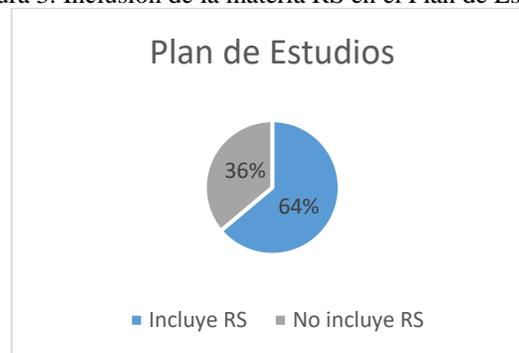
Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Pertenencia a la ANFECA



Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Inclusión de la materia RS en el Plan de Estudios



Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, el 64% de las IES consideradas en el estudio incluyen la materia de responsabilidad social, es decir que todas las IES afiliadas a la ANFECA incluyen esta materia, debido a que es un criterio de acreditación por parte de esta Asociación. Sólo una de las IES que no está afiliadas a ANFECA ofrece dicha materia como parte de su malla curricular. Sin embargo, algunas veces esta materia sólo es referente a la RS, abarcando diversos nombres, como son: Desarrollo sustentable, Desarrollo sustentable y las organizaciones, Emprendimiento y sustentabilidad, Sostenibilidad, ética y responsabilidad social, Responsabilidad social y ética, Responsabilidad social y sustentabilidad, Responsabilidad social corporativa y Responsabilidad social en las organizaciones. El 14% de los programas corresponde a Desarrollo Sustentable. Estos nombres son un claro indicador de la diferencia en los contenidos impartidos en esta asignatura, por lo que se requiere que un análisis comparativo posterior.

### Conclusiones

La responsabilidad social en México ha cobrado un impulso y dinamismo sin precedentes, sin embargo, se requiere de un mayor esfuerzo por parte de las empresas, las administraciones y la sociedad en general, a lo cual

pueden contribuir de manera preponderante las instituciones de educación superior. El reto actual consiste en que todas las empresas, sobre todo las micro, pequeñas y medianas, adopten herramientas y prácticas de RSE, no sólo las grandes empresas o aquellas que cotizan en bolsa y que están obligadas a reportar sus indicadores RSE. Ya que las prácticas de RS deben integrarse como a una estrategia de gestión administrativa, las instituciones de educación superior están llamadas a formar a futuros administradores con una visión ética y buscando la generación de prosperidad para la empresa y la comunidad a partir del involucramiento de sus grupos de interés. Además, las problemáticas que constituyen el campo de estudio de la RS presentan una oportunidad para desarrollar en los estudiantes competencias específicas de negocios, pero sobre todo para desarrollar las competencias transformadoras: crear nuevo valor, conciliar tensiones y dilemas y asumir la responsabilidad de las propias acciones y decisiones. Finalmente, se propone llevar a cabo una segunda etapa se analizarán los programas de la materia en las universidades estudiadas para comparar los contenidos, y analizar que los contenidos efectivamente se enfoquen a aspectos de responsabilidad social.

### Referencias bibliográficas

- Brammer, Stephen, Annie Powell, and Andrew Millington. 2012. Embedding sustainability in business schools: The state of the art in teaching and learning, research, and operations. ICCSR Research Paper Series 60: 1–27.
- Cabrera, C. F. (2015). *Evaluación social de la política pública para el desarrollo. En enfoque económico, social y ecológico*. México: UMSNH.
- Calderón Gutiérrez, A. (2019). Competencia exportadora en las empresas manufactureras del estado de Michoacán. [Tesis de doctorado, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo] ININEE-D-2019-1025. <https://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx/images/PDF/listastesis/doctorado.pdf>
- Cruz, M. (2018) *Generación de valor sustentable. Repensar la valuación empresarial*. México. Publicaciones Empresariales UNAM, FCA Publishing.
- Gonzalez, S., Erogul, M. S., & Barragan S. (2016). Similarities and Differences in Teaching Corporate Social Responsibility: Evidence from Mexico and Canada, *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science* 9 (3), 70-80. <https://doi.org/10.7160/eriesj.2016.090303>
- Gorski, H., Mircea F., & Luigi D. (2017). Sustainability and corporate social responsibility (CSR): Essential topics for business education. *Balkan Region Conference on Engineering and Business Education* 3: 413–21
- ISO. (2010). *Guía de Responsabilidad Social*. México: Instituto Mexicano de Normalización.
- Lozano, G., Ehrlich, C., & Leal, L. (2015) Corporate Social Responsibility Status in Mexico. Corporate Social Responsibility in the APEC Region. Current Status and Implications. Asia-Pacific Economic Cooperation. <https://www.apec.org/docs/default-source/publications/2005/12/corporate-social-responsibility-in-the-apec-region-current-status>
- Schimperna, F., Fabio, N., & Collaretti, F. (2022). Universities and CSR Teaching: New Challenges and Trends. *Administrative Sciences* 12(2), 55.. <https://doi.org/10.3390/admsci12020055>
- University Social Responsibility Network <https://www.usrnetwork.org/>
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2019) *Future of Education and Skills 2030 Concept Note*. [https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/transformational-competencies/Transformative\\_Competencies\\_for\\_2030\\_concept\\_note.pdf](https://www.oecd.org/education/2030-project/teaching-and-learning/learning/transformational-competencies/Transformative_Competencies_for_2030_concept_note.pdf).
- Raufflet, E. (2012). *Responsabilidad Social Empresarial*. México: Pearson.
- Wright, N. S., and Hadyn, B. 2011. Business ethics, CSR, sustainability and the MBA. *Journal of Management and Organization* 17: 641–55.

# Evaluación Sensorial de Cocteles Elaborado con Fermentados Locales de la Huasteca Hidalguense

Mtro. Carlos Calderón Hernández <sup>1</sup>, Mtra. Amairani Soridi Guerrero Zúñiga <sup>2</sup>, L. G. Karina Hernández Solís <sup>3</sup> y L. G. Jorge Enrique Díaz Hernández <sup>4</sup>

**Resumen:** Un cóctel es una preparación en la que se utilizan una o más bases alcohólicas, combinadas de forma balanceada con otros ingredientes como licores, jugos, jarabes, infusiones, especias, entre otros. En el presente proyecto se estructuró la receta de cocteles elaborados a base de fermentados locales de la huasteca hidalguense. El objetivo de la investigación es conocer el grado de aceptación en un mercado dominado por elaboraciones a base de fermentados de renombre. Dentro de la investigación se realizó una evaluación sensorial, la cual consistió en la participación de un grupo de personas mayores de edad con historial de consumo de alcohol. En este análisis se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: Sabor, complejidad de elaboración, aroma, frescura, temperatura, como resultado se obtuvo una clasificación de preferencia de consumo y fichas técnicas que permiten replicar la elaboración y su aplicación en establecimientos dedicados a la venta de Alimentos y Bebidas.

**Palabras clave:** Coctel, fermentados, alcohol, grado de aceptación, evaluación sensorial.

## Introducción

La coctelería es el estudio de la relación entre las bebidas, frutas, hierbas y cualquier otro tipo de ingrediente comestible que pueda ser transformado en líquido, por diversos métodos de preparación; aspectos que además se ven influenciados por los factores socio-culturales de cada país.

Un cóctel o coctel es una preparación a base de una mezcla de diferentes bebidas, que contiene por lo general dos o más tipos de bebidas, aunque algunas de ellas pueden ser bebidas no alcohólicas, a base de ingredientes como jugos, frutas, miel, leche o crema, especias, etc.

La realización de un licor casero consiste en un proceso similar a la realización de una receta de cocina por lo tanto se debe tomar en cuenta la elección de ingredientes de la más alta calidad, a continuación se hace mención de ingredientes básicos para su elaboración:

- a. Agua
- b. Alcohol
- c. Azúcar
- d. Fruta
- e. Aromas
- f. Raíces y bayas

Los licores transparentes requieren, a ser posible, azúcar de remolacha refinado: blanco, que se disuelve fácilmente en agua y que proporciona al jarabe la transparencia necesaria. Los licores de color oscuro prefieren en su elaboración azúcar moreno de caña, que le da al jarabe una coloración ambarina. Si es necesario lograr una coloración más intensa del licor en su acabado, puede utilizarse el azúcar caramelizado en el jarabe, que se obtiene cuando el azúcar se calienta a una temperatura superior a los ciento sesenta grados.

Lo mejor es utilizar siempre fruta de temporada, lo más natural posible. Además de tener un grado de maduración adecuado y ser fresca, no debería haber pasado por cámaras de refrigeración. Antes de utilizarla para la elaboración

---

<sup>1</sup> Mtro. Carlos Calderón Hernández es profesor investigador de tiempo completo del PE en Gastronomía de la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense [carlos.calderon@uthh.edu.mx](mailto:carlos.calderon@uthh.edu.mx)

<sup>2</sup> Mtra. Amairani Soridi Guerrero Zúñiga es profesor investigador de tiempo completo del PE en Gastronomía de la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense [amairani.guerrero@uthh.edu.mx](mailto:amairani.guerrero@uthh.edu.mx) (Autor corresponsal)

<sup>3</sup> L. G. Karina Hernández Solís es profesor investigador de tiempo completo del PE en Gastronomía de la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense [karina.solis@uthh.edu.mx](mailto:karina.solis@uthh.edu.mx)

<sup>4</sup> L. G. Jorge Enrique Díaz Hernández es egresado del PE en Gastronomía de la Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense [20180791@uthh.edu.mx](mailto:20180791@uthh.edu.mx)

del licor, hay que lavarla cuidadosamente y secarla. Manzanas, moras, limones, fresas, naranjas, ciruelas o cerezas constituyen, entre otras, los puntos de partida para la elaboración de licores de propiedades muy variadas.

### Descripción del método

La investigación realizada se basa en un conjunto de actividades específicas para el cumplimiento de los objetivos, a continuación, se explica cada una de las actividades realizadas:

#### *Análisis de los fermentados locales*

Los fermentados seleccionados para la aplicación son elaborados en el municipio de San Felipe Orizatlan Hgo., México. Estas preparaciones también conocidas como curados están elaborados a base de fruta de temporada mismos que fueron analizados según sus características organolépticas y se optó por la utilización de sabores como el café, jobo, mora, maracuyá, lichi.

#### *Diseño de Recetas y pruebas de coctelería*

Para el diseño de las recetas se optó por la realización de mezclas complementarias que resaltaran a la base alcohólica en este caso los fermentados locales, con ellos se logró la obtención de 5 cocteles con presentaciones vanguardistas con la finalidad de presentarlos de una forma más vistosa para el consumidor.

#### *Llenado de fichas técnicas*

Con la finalidad de facilitar la lectura de los procesos de elaboración y los insumos utilizados para el logro del coctel se optó por la aplicación de fichas técnicas mismas que sirven como guía para una realización en masa.

The figure shows a technical card template for beverage preparation. At the top, it features the logo of the Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense and the text 'FICHA TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DE BEBIDAS'. The card is divided into several sections: 'Nombre del coctel:', 'Método:', 'Función:', 'Tipo de cristalería:', and 'Tamaño:'. Below these is a table with three columns: 'Imagen', 'Insumos', and 'Unidad de medida'. The 'Insumos' column is further divided into three sub-columns. Below the table are sections for 'Procedimiento:', 'Decoración:', and 'Observaciones:'.

FICHA TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DE BEBIDAS			
<b>Nombre del coctel:</b>			
<b>Método:</b>			
<b>Función:</b>			
<b>Tipo de cristalería:</b>			
<b>Tamaño:</b>			
Imagen	Insumos		Unidad de medida
<b>Procedimiento:</b>			
<b>Decoración:</b>			
<b>Observaciones:</b>			

Figura 1 Formato de ficha técnica implementada para la estructuración de la receta de los cocteles.

#### *Realización de análisis sensorial*

La evaluación sensorial es la disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar reacciones hacia las características de los alimentos y materiales. Al consumir un alimento se estimulan diferentes sentidos. La evaluación sensorial también nos proporciona información sobre la calidad de los alimentos evaluados y las expectativas de aceptabilidad de parte del consumidor, existen tres tipos de pruebas sensoriales, las cuales se aplican de acuerdo al objetivo o aspecto que queremos evaluar en el alimento o preparación, en este caso para la evaluación de los cocteles se utilizó una clasificación afectiva con un tipo de prueba hedónica.

Clasificación	Objetivo	Pregunta de interés	Tipo de prueba	Características de los panelistas
Discriminatoria	Determinar si dos productos son percibidos de manera diferente por el consumidor	¿Existen diferencias entre los productos?	Analítica	Reclutados por agudeza sensorial, orientados al método usado, algunas veces entrenados.
Descriptiva	Determinar la naturaleza de las diferencias sensoriales	¿En qué tipo de características específicas difieren los productos?	Analítica	Reclutados por agudeza sensorial y motivación, entrenados o altamente entrenados.
Afectiva	Determinar la aceptabilidad de consumo de un producto	¿Qué productos gustan más y cuáles son los preferidos?	Hedónica	Reclutados por uso del producto, no entrenados.

Figura 2 Clasificación de las pruebas sensoriales.

Al contar con los cocteles definidos se procedió a la realización de un análisis sensorial mediante la aplicación de pruebas de categoría de preferencia con la cual se puede establecer una escala ascendente o descendente en orden de preferencia o gusto. Un panel evaluador compuesto por 30 personas procedió a la realización del análisis.

En las pruebas de preferencia se pueden evaluar múltiples productos, a diferencia de la prueba pareada, por lo tanto, el número de muestras que se prueban pueden ser 3 ó más.

Los órdenes de las muestras se presentaron de forma aleatoria, se debe resaltar que no están permitidos los empates entre los grados de aceptación, a continuación, se presenta el formato de ficha para la prueba de categorías de preferencia.

Nombre: *Shanel Edwido Benito Noriega* Fecha: *28/Abri/22*

Número de prueba: Código de la sesión:

Por favor enjuague su boca con agua antes de empezar.  
Por favor pruebe las cinco muestras de productos presentados, empezando en el orden presentado, de izquierda a derecha. Usted puede beber agua tanto como desee. Usted puede probar nuevamente las muestras una vez que haya terminado de probar todas las que se presentan.  
Asigne un orden de preferencia a los productos presentados usando las siguientes categorías:

1= Más preferida 5= Menos preferida  
Si tiene alguna pregunta, no dude en hacerla.

Producto	Producto Orden de preferencia (no se permiten empates)
135	(2)
246	(4)
357	(5)
468	(1)
579	(3)

Gracias por su participación.

Figura 3 La figura muestra un ejemplo de la aplicación del llenado de la ficha de categorización.

### Comentarios finales

Los resultados de la evaluación sensorial se muestran en las Fig. 4 y 5. Mediante la aplicación del método y tabla de Basker, mismo que permite determinar cuál es el coctel con mejor aceptación y cuál de los evaluados tiende a presentar una evaluación menor.

La organización de los resultados de la prueba determina que el coctel con el número aleatorio 345 fue el preferido por los evaluadores por lo que resulta ser el coctel que lleva por nombre “Mora Fresh” el cual está elaborado a base de curado de moras.

De igual forma se pudo determinar que el coctel con menor aceptación es el elaborado a base de fermentado de Lichi el cual lleva por nombre “Lychee on the beach”.

Panelistas	Producto					Total
	123	234	345	456	567	
1	1	3	2	4	5	15
2	5	1	4	2	3	15
3	1	3	2	5	4	15
4	1	5	4	2	3	15
5	3	1	2	5	4	15
6	2	3	1	5	4	15
7	3	4	1	5	2	15
8	4	1	3	2	5	15
9	4	2	3	1	5	15
10	3	4	2	5	1	15
11	4	2	3	1	5	15
12	5	3	2	1	4	15
13	4	1	3	2	5	15
14	2	1	4	3	5	15
15	3	1	2	4	5	15
16	4	5	1	2	3	15
17	5	3	2	1	4	15
18	4	2	1	3	5	15
19	3	1	2	4	5	15
20	1	4	3	2	5	15
21	5	2	1	3	4	15
22	4	3	1	5	2	15
23	3	1	2	4	5	15
24	2	1	3	5	4	15
25	5	2	3	1	4	15
26	5	3	1	2	4	15
27	4	1	3	2	5	15
28	3	2	1	4	5	15
29	1	5	2	3	4	15
30	1	3	4	2	5	15

Figura 4 Se muestra el resultado obtenido de los 30 evaluados, estos resultados pasan a ser clasificados para la obtención del análisis sensorial final.

Producto	Producto	123	234	345	456	567
	Suma de categorías	228	177	163	205	276
123	228	0	51	65	23	-48
234	177	-51	0	14	-28	-99
345	163	-65	-14	0	-42	-113
456	205	-23	28	42	0	-71
567	276	48	99	113	71	0

Figura 5 Se muestra la organización de los resultados obtenidos de la prueba de categoría de preferencia.

		<h2 style="text-align: center;">Universidad Tecnológica de la Huasteca Hidalguense</h2>	
<b>FICHA TÉCNICA PARA LA ELABORACIÓN DE BEBIDAS</b>			
<b>Nombre del coctel:</b>	Mora fresh		
<b>Método:</b>	Directo		
<b>Función:</b>	Refrescante		
<b>Tipo de cristalería:</b>	Vaso roca		
<b>Tamaño:</b>	corto		
<b>Imagen</b>	<b>Insumos</b>	<b>Unidad de medida</b>	
	Curado de mora.	3 oz	
	Refresco lima limón.	3 oz	
	Jugo de limón	½ oz	
	Hielo.	4 pzs.	
	Menta	6 pzs.	
	Azúcar	5gr	
<b>Procedimiento:</b>			
1.- Colocar en un vaso roca el azúcar y el curado de mora. 2.- Con un macerador triturar el azúcar hasta diluirla, agregar el jugo de limón. 3.- Colocar el hielo y rellenar con el refresco de lima limón. 4.- Decorar con garnituras elaboradas a base de limón.			
<b>Decoración:</b>			
Se decoró con tres rodajas de limón y hojas de menta.			
<b>Observaciones:</b>			
Verificar la dulzura del refresco de lima limón ya que debe persistir el sabor del curado de mora			

Figura 6 Se muestra el formato de ficha técnica obtenido de la elaboración del coctel Mora Fresh.

### *Conclusiones*

Se recomienda mantener el uso de aditivos locales en la elaboración de infusiones que puedan ser utilizadas en el desarrollo de nuevos cocteles y de esta forma beneficiar al comercio de la región.

La implementación de fichas técnicas permitirá tener un control preciso de lo necesario para los procesos de producción, de esta forma se pueden calcular las compras de materia prima y evitar la descomposición de esta durante su almacenamiento.

### **Referencias**

- Amerine, M.A., R.M. Pangborn, E.R. Roessler. 1965. Principles of sensory evaluation of foods. Academic Press. New York.
- Anzalduo Morales, A. 1994. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia, S.A. España.
- Martin, N. y De Revel. 1999. Evaluación sensorielle. Bases científicas y applications oenologiques. La degustación. Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin. Nro hors serie:85-98.
- Razungles, A. 1999. La interpretación estadística en el análisis sensorial de los vinos..Revue Francaise d'Oenologie. XXX Congrès de l'Union Francaise des Oenologues. Numero Special, Juin 1990.15-25.
- Saint Pierre, B. 2000. EL degustador. El jurado del análisis sensorial. Herramientas del análisis sensorial. Análisis sensorial de los vinos. Enología. Fundamentos Científicos y Enológicos. Mundi Prensa, AMV Ediciones.2000.
- Schlich, P. 2000. El análisis multidimensional de perfiles sensoriales de vinos. La degustación. Enología. Fundamentos Científicos y Enológicos. 178:202. Mundi Prensa. AMV Ediciones.
- Wittig de Penna, E. 2001. Evaluación Sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos. Biblioteca digital de la Universidad de Chile.[http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias\\_quimicas\\_y\\_farmaceuticas/wittinge01/index.html](http://mazinger.sisib.uchile.cl/repositorio/lb/ciencias_quimicas_y_farmaceuticas/wittinge01/index.html) 05/07/07.

# Algoritmos de Clasificación en el Análisis del Impacto Emocional

Dra. Dora María Calderón Nepamuceno<sup>1</sup>, Dra. Gabriela Kramer Bustos<sup>2</sup>,  
Mtro. Efrén González Gómez<sup>3</sup> y Antonio Izrael Ramírez Maldonado<sup>4</sup>

**Resumen**— El impacto de la pandemia de Covid-19 a dos años y con la variedad de cambios que adaptaron los estudiantes universitarios para continuar con sus actividades académicas era de esperarse afectaciones en su salud mental, generando sobrecargas de los recursos psicosociales de las personas y riesgos para afrontarlos por las carencias de habilidades resilientes, lo que hace necesario anticipar las consecuencias emocionales que este tipo de fenómenos provoca. El comprender mejor cómo y a quienes afecto de manera significativa, reflexionando sobre la salud mental de los universitarios, posibilita la intervención psicosocial de manera oportuna y efectiva. La pandemia por Covid-19, dio como resultado consecuencias postraumáticas con características depresivas en la población estudiantil del CU UAEM Nezahualcóyotl. Por lo anterior, se consideró importante la aplicación de un instrumento de evaluación a una muestra de estudiantes, que, para determinar el grado de afectación emocional. Tomando en cuenta que los estudiantes comparten características similares los resultados fueron tratados con algoritmos de clasificación K-NN (K-Nearest-Neighbors) como método de clasificación supervisado.

**Palabras clave**— Algoritmos de Clasificación, Patrones, Minería de Datos.

## Introducción

La Minería de Datos (MD) es una disciplina de gran importancia basada en diversidad de áreas tales como la estadística, la inteligencia artificial, la computación gráfica, y el procesamiento masivo reuniendo sus ventajas, para ser utilizadas en bases de datos computacionales (Vallejos, 2006).

La MD se utiliza para identificar, procesar y extraer información significativa de un repositorio que implícitamente no se observa (se encuentra oculta), proporcionando las técnicas adecuadas para extraer información a partir de una gran cantidad de datos complejos los cuales no se puede tener acceso por técnicas de recuperación.

Usama Fayyad en 1996 define a la MD como “un proceso no trivial de identificación válida, novedosa, potencialmente útil y entendible de patrones comprensibles que se encuentran ocultos en los datos”[4]. Mientras que desde un punto de vista empresarial la MD la definen como “La integración de un conjunto de áreas que tienen como propósito la identificación de un conocimiento obtenido a partir de las bases de datos que aporten un sesgo hacia la toma de decisión”(Molina, 2002).

El descubrimiento de dicha información se realiza mediante técnicas de MD que entre otras sofisticadas técnicas emplea la Inteligencia Artificial para encontrar patrones y relaciones entre los datos [9]. La MD abarca todo un conjunto de técnicas enfocadas en la extracción de conocimiento implícito en las bases de datos. Las bases de la minería de datos se encuentran en la inteligencia artificial y en el análisis estadístico. Mediante los modelos extraídos utilizando técnicas de minería de datos se aborda la solución a problemas de predicción, clasificación y segmentación (Dily,1996).

La MD siendo una disciplina de las ciencias e ingenierías de la computación intenta hallar patrones significativos en conjuntos de datos para producir modelos descriptivos, predictivos y clasificadores, apoyándose en técnicas de manejo y programación de bases de datos, en estadística y aprendizaje automático (Berry y Linoff, 2004).

Existen dos grandes grupos de algoritmos, aprendizaje supervisado y no supervisado. En ambos casos, el algoritmo recibe como entrada un conjunto de datos (data set) y produce como salida un modelo descriptivo, clasificador o predictivo. El data set es una tabla bidimensional, organizada en renglones y columnas. Cada renglón constituye una instancia, ejemplo, registro o tupla que describe un caso real del proceso o fenómeno analizado. Cada columna constituye un atributo (Corso, 2009).

En el aprendizaje no supervisado, el data set no incluye atributo de clase debido a que en el proceso o fenómeno analizado no se dispone de este dato. El principal propósito de esta modalidad de aprendizaje es hallar las clases o categorías que pudieran existir en el data set. Los modelos construidos intentan representar las similitudes que existen entre las instancias de las clases halladas. Una vez descubiertas las clases, se puede agregar al data set un atributo de

<sup>1</sup> Dra. Dora María Calderón Nepamuceno, Doctora en Ciencias, Profesora de Tiempo Completo de la Ingeniería en Sistemas Inteligentes, en el CU UAEM Nezahualcóyotl de la Universidad Autónoma del Estado de México. [dmcalderonn@uaemex.mx](mailto:dmcalderonn@uaemex.mx)

<sup>2</sup> Dra. Gabriela Kramer Bustos, Maestra en Ciencias de la Educación Familiar, Profesora de Tiempo Completo en el CU UAEM Nezahualcóyotl de la Universidad Autónoma del Estado de México. [gkramerb@uaemex.mx](mailto:gkramerb@uaemex.mx)

<sup>3</sup> Mtro. Efrén González Gómez, Maestro en Ciencias, Profesor de Tiempo Completo de la Ingeniería en Sistemas en el CU UAEM Nezahualcóyotl de la Universidad Autónoma del Estado de México.

<sup>4</sup> Antonio Izrael Ramírez Maldonado, Alumno de la Ingeniería en Sistemas Inteligentes en el Centro Universitario UAEM Nezahualcóyotl de la Universidad Autónoma del Estado de México.

clase cuyos valores serán asignados con base en los patrones hallados. Después, el atributo de clase puede usarse como target en la aplicación de algoritmos de aprendizaje supervisado (Berry y Linoff, 2004).

Método general de la minería de datos

Proceso típico de minería de datos:

- a. Selección del conjunto de datos: Variables dependientes y objetivo, muestreo de los registros disponibles.
- b. Análisis de las propiedades de los datos: Histogramas, diagramas de dispersión, presencia de valores atípicos y ausencia de datos (valores nulos).
- c. Transformación del conjunto de datos de entrada: Conjunto de operaciones con la finalidad de preparar los datos de análisis, su objetivo es adaptarlos para aplicar la técnica de minería de datos que mejor se adapte al problema.
- d. Seleccionar y aplicar la técnica de minería de datos: La elección de la técnica dependerá de la naturaleza del problema a resolver. Para poder implementar la técnica seleccionada, se debe proceder a elegir algún software que facilite el trabajo de aprendizaje automático.
- e. Evaluar los resultados: contrastándolos con un conjunto de datos (datos de entrenamiento) previamente reservados para validar la generalidad del modelo.
- f. La clasificación se puede interpretar como la partición del espacio de características en regiones mutuamente excluyentes, de tal forma que cada región esté asociada a una clase y, dado un patrón particular, decidir a qué clase de las disponibles pertenece.
- g. El aprendizaje supervisado dispone de un conjunto de patrones para su ejecución que se conocen como muestra de entrenamiento. Este conjunto de datos es recolectado por un experto en el campo de estudio y agrupa en clases o categorías de acuerdo a las propiedades que cada uno posee (Castro y Rojas, 2008).

### Desarrollo

El objetivo del presente fue analizar el impacto psicosocial de la pandemia COVID-19 a una muestra de estudiantes del CU UAEM Nezahualcóyotl con el uso de técnicas de algoritmos de clasificación (AC) y Minería de Datos (MD). El estudio fue ejecutado en el 2022 considerándose que la pandemia en su fase crítica duro dos años. Se realizó un estudio de tipo descriptivo, analítico exploratorio.

El impacto emocional de los estudiantes universitarios, generado por un desastre natural clasificado como biológico, se evaluó mediante el Screening Questionnaire for Disaster Mental Health (SQD) instrumento propuesto por Valenti en el 2013, En su desarrollo se tomó como base la Escala de síntomas postraumáticos (Post-Traumatic Symptom Scale PTSS- 10). Las respuestas son dicotómicas, ya sea "sí" o "no". Seis ítems de PTSS-10 coinciden con los criterios de diagnóstico del Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales IV (DSM-IV) para el trastorno de estrés postraumático. Estos ítems son: "pesadillas sobre el accidente o desastre" (B-2), "teme al acercarse al lugar" del accidente o situaciones que me lo recuerdan "(B-4)," tendencias a retirarme " de otros "(C-2)," dificultad para dormir "(D-1)," sentimientos irritables "(D-2) y" tendencias " para saltar o sobresaltarse ante ruidos repentinos o movimientos inesperados "(D-5). Además, 3 otros se incluyeron los elementos de los criterios del DSM-IV para el Desorden de estrés posttraumáticos (Post-Traumatic Stress Disorder PTSD): "angustia recurrente e intrusiva" recuerdos del evento "(B-1)", esfuerzos para evitar pensamientos, sentimientos o conversaciones asociado con el trauma "(C-1), y" interés o participación notablemente disminuida en actividades significativas "(C-4).

En total, 9 preguntas, con 3 preguntas de cada una de las 3 las subescalas del diagnóstico de PTSD (es decir, B: intrusión, C: evitación y D: hiperactivación), fueron seleccionado. Además, 3 ítems (A-1: estado de ánimo deprimido, A-3: disminución del apetito y A-6: fatiga o pérdida de energía casi todos los días) a partir de los criterios de diagnóstico del DSM-IV para el Mayor Episodio depresivo (Major Depressive Episode MDE) se agregaron para detectar depresión al mismo tiempo (Valenti, 2013).

Eso fue porque muchos estudios previos informan una alta prevalencia de depresión que coexiste con el PTSD. De los otros criterios de diagnóstico para MDE, es decir, A-2: interés disminuido, A-4: insomnio y A-5: agitación psicomotora, se consideró que coincidían con C-4, D-1 y D-2 de los criterios de diagnóstico para PTSD. Por lo tanto, 9 ítems sobre PTSD (B-1, 2, 4; C-1, 2, 4; D-1, 2, 5) y 6 ítems en MDE (A-1 a 6) se combinaron para crear un fácil de implementar medida de detección con un total de 12 preguntas. Su confiabilidad y validez del SQD se obtuvo a través del alfa de Cronbach y resultó 0,86 para SQD, 0,79 para SQD-P y 0.76 para SQD-D [9]. La validez concurrente según lo medido por Spearman coeficiente de correlación resultó estadísticamente significativo ( $p < 0.01$ ) tanto para el PTSD

como para los instrumentos de depresión: la correlación entre SQD-P y CAPS fue de 0,80, la correlación entre SQD-D y BDI-II fue 0,76. Con base en estas probabilidades posteriores a la prueba, hallazgos de la versión italiana de la evaluación SQD instrumento confirma el hallazgo japonés original que los puntajes SQD-P son adecuados para ser modelados y interpretado en tres niveles, es decir, 0-3 puntos como "ligeramente afectado", 4-5 puntos como "moderadamente afectado", y 6-9 señala como "severamente afectado". Con respecto a la depresión, dada la prevalencia de 8.6%, la probabilidad posterior a la prueba del estrato con el puntajes de 5-6 puntos en SQD-D es del 99%, y el de la estrato con 0-4 puntos es 16%. Basado en este posttest probabilidades, hallazgos de la versión italiana de el instrumento de cribado SQD confirma el primer estudio Descubrimiento japonés de que los puntajes SQD-D son adecuados para ser modelado e interpretado en dos niveles, es decir, 0-4 puntos como "menos propensos a estar deprimidos", 5-6 puntos como "Más probabilidades de estar deprimido"(Fuji, 2007).

Una vez explicado las generalidades de los algoritmos de clasificación aplicados a la minería de datos, así como los principios básicos del padecimiento a tratar, se procede a la aplicación de dichas técnicas. El algoritmo de clasificación se realizó en el software Netbeans; es un entorno integrado de Desarrollo o IDE (Integrated Development Environment) que está conformado por tareas asociadas a la programación cómo; Editar, compilar, ejecutar y depurar código lo cual simplifica la tarea en proyectos grandes. Además de ser un producto libre y gratuito sin restricciones de uso. Utilizando este software para procesar la información obtenida del SQD. Cabe hacer mención que los ítems 4, 7,8, 9, 11 se adecuaron en su redacción con relación a la pandemia COVID-19.

Las características del instrumento y el manejo de los datos son los siguientes:

Instrumento consta de 12 ítems:

1. ¿Has notado un cambio en tu apetito?
2. ¿Sientes que estás cansado todo el tiempo?
3. ¿Tienes problemas para conciliar el sueño o dormir toda la noche?
4. ¿Tienes pesadillas sobre la pandemia COVID-19?
5. ¿Te sientes deprimido?
6. ¿Te sientes irritable?
7. ¿Sientes que eres hipersensible a pequeños acercamientos a personas positivas a COVID-19?
8. ¿Evitas lugares, personas, temas relacionados con el COVID-19?
9. ¿Piensas en la pandemia COVID-19 cuando no quieres?
10. ¿Tienes problemas para disfrutar de cosas de que solías disfrutar?
11. ¿Te molesta cuando algo te recuerda a la pandemia COVID-19?
12. ¿Te das cuenta de que estás haciendo un esfuerzo para tratar de no pensar en la pandemia COVID-19?

Puntaje:

SQD (Salud Mental en Desastres)

SQD-P:  $Q3+Q4+Q6+Q7+Q8+Q9+Q10+Q11+Q12$

9-6 Severamente afectado

5-4 Medianamente Afectado

3-0 Ligeramente Afectado

SQD-D:  $Q1+Q2+Q3+Q5+Q6+Q10$

6-5: Más propenso a estar deprimido

4-0: Menos probabilidad de estar deprimido

Tras los datos recabados, se determina el grado de afectación de los individuos que fueron objeto de estudio y que ahora pertenecen a nuestra población ya clasificada.

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	SQDP	SQDD
NO	SI	NO	NO	NO	LA	MD							
NO	NO	NO	LA	MD									
NO	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	LA	MD
NO	SI	NO	NO	NO	LA	MD							
NO	NO	NO	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	LA	MD
NO	NO	SI	NO	NO	NO	LA	MD						
SI	NO	SI	NO	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	MA	PD
NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SA	MD
SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	LA	MD
NO	SI	NO	NO	NO	LA	MD							
SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	LA	MD
SI	NO	NO	NO	LA	MD								
NO	SI	NO	NO	NO	LA	MD							

Fig. 1. Representa una parte de la población clasificada a través del puntaje obtenido. Elaboración propia.

Dentro de las técnicas de aprendizaje supervisado se encuentra el uso del algoritmo de K-vecinos más cercano K-NN (K-Nearest-Neighbors). En donde se permite estimar la probabilidad de que un objeto X con determinados atributos, pertenezca a una clase C, basándose en la medición de las distancias entre los atributos (Carrasco, 2006).

$$Xi = (X_{1i}, X_{2i}, X_{3i}, \dots, X_{ni})$$

El nuevo objeto se puede ver como un conjunto de P atributos mediante el vector. Para este acercamiento se utiliza la distancia euclidiana entre dos puntos del espacio V.

$$d(x_i, x_j) = \sqrt{\sum_{n=1}^p (x_{ni} - x_{nj})^2} \tag{1}$$

Eq. (1)

$d(x_i, x_j)$  Distancias entre los casos  $i$  y  $j$ .

$x_{ni}$  Valor de la variable  $x_n$  para el caso  $j$ .

Descripción del pseudocódigo para el clasificador K-NN básico:

COMIENZA

Entrada:  $D = \{(x_1, c_1), \dots, (x_n, c_n)\}$

$Xi = (X_{1i}, X_{2i}, X_{3i}, \dots, X_{ni})$

Nuevo caso a clasificar

Para todo objeto ya clasificado  $(x_i, c_i)$

Calcular  $d(xi, xj)$

Ordenar  $d_i (i = 1, \dots, N)$

Guardar los  $k$  casos ya clasificados más cercanos a X

Asignar a X la clase más frecuente

TERMINA

### Resultados y Discusión

Los resultados obtenidos para la afectación SQDP se pueden visualizar en la siguiente tabla:

Grado de afectación (SQDP)	Cantidad
Severamente Afectado, MA	13
Moderadamente Afectado, SA	22
Ligeramente Afectado, LA	310
<b>Total</b>	<b>345</b>

Table 1. Afectación SQDP  
Elaboración propia

En la siguiente grafica se puede ver el porcentaje de afectación de la población universitaria en SQDP:



Fig. 2. Porcentaje de población afectada SQDP  
Elaboración propia

Los resultados obtenidos para la afectación SQDD se pueden visualizar en la siguiente tabla:

Grado de afectación (SQDD)	Cantidad
Más propenso a estar deprimido, MD	334
Menos probabilidad de estar deprimido, PD	11
<b>Total</b>	<b>345</b>

Table 2. Afectación SQDD  
Elaboración propia

En la siguiente grafica se puede ver el porcentaje de afectación de la población universitaria en SQDD:

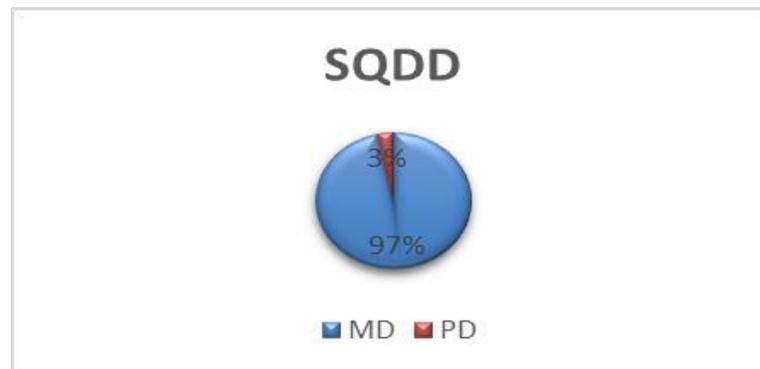


Fig. 3. Porcentaje de población afectada SQDD  
Elaboración propia

Cabe señalar que los resultados fueron obtenidos con el Algoritmo de Clasificación independiente del procedimiento que el SQD determina para la obtención de las categorías. El procedimiento consistió en ingresar un nuevo elemento para determinar la clasificación en cualquiera de las clases definidas, se obtiene:

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	SQDP	SQDD
SI	NO	NO	NO	LA	MD								
NO	NO	NO	LA	MD									
NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	LA	MD
NO	SI	NO	NO	NO	LA	MD							
NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	LA	MD
NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	LA	MD
NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	LA	MD
NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	LA	MD
NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	LA	MD
NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO	LA	MD
NO	NO	NO	LA	MD									
NO	NO	NO	LA	MD									
NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	SI	NO	LA	MD
NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	LA	MD
SI	NO	NO	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI		

Fig. 4. Representa al nuevo elemento a clasificar dentro de la muestra.  
Elaboración propia

Tal como lo indica el algoritmo K-NN se obtiene una matriz de distancias, entre la muestra que previamente se ha clasificado y el nuevo elemento a clasificar:

```

Matriz de Distancias:
[ 3.1622777 ]
[ 2.236068 ]
[ 2.6457512 ]
[ 2.6457512 ]
[ 2.6457512 ]
[ 2.4494898 ]
[ 2.236068 ]
[ 1.4142135 ]
[ 2.0 ]
[ 2.236068 ]
[ 2.4494898 ]
[ 2.6457512 ]
[ 2.6457512 ]
[ 2.6457512 ]
[ 2.6457512 ]
[ 3.0 ]
[ 2.0 ]
[ 2.236068 ]
[ 2.4494898 ]
[ 2.828427 ]
[ 2.236068 ]
[ 2.4494898 ]
[ 2.4494898 ]
[ 2.0 ]
[ 2.236068 ]
[ 2.4494898 ]
[ 2.236068 ]
[ 2.236068 ]
[ 2.4494898 ]
[ 2.6457512 ]
[ 2.236068 ]
[ 2.4494898 ]
[ 2.236068 ]
[ 2.6457512 ]
[ 2.236068 ]
[ 2.236068 ]
[ 2.4494898 ]
[ 2.236068 ]
[ 2.236068 ]
[ 2.236068 ]

```

Fig. 5. Representación de distancias de cada uno de los elementos previamente clasificados y el nuevo elemento a clasificar.  
Elaboración propia

Al ordenar el vector de forma ascendente y guardando los K casos más cercanos al nuevo elemento, Donde K=5:

- k = 1, d = 1.4142135
- k = 2, d = 1.4142135
- k = 3, d = 1.7320508
- k = 4, d = 1.7320508
- k = 5, d = 1.7320508

Fig. 6. Se tienen a los K casos en donde la distancia es menor con el nuevo elemento a clasificar.  
Elaboración propia

Al tener a los casos más cercanos al nuevo elemento, se agrega la clase con mayor frecuencia se obtienen;

Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Q11	Q12	SQDP	SQDD
SI	NO	NO	NO	LA	MD								
NO	NO	NO	LA	MD									
NO	SI	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	LA	MD
NO	SI	NO	NO	NO	LA	MD							
NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	LA	MD
NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	LA	MD
NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	LA	MD
NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO	NO	LA	MD
NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO	SI	NO	NO	NO	LA	MD
NO	NO	NO	LA	MD									
NO	NO	NO	LA	MD									
NO	NO	NO	LA	MD									
NO	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	NO	NO	SI	NO	LA	MD
NO	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	SI	NO	NO	NO	LA	MD
SI	NO	NO	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	SI	LA	MD

Fig 7. Se obtiene que la clase con mayor frecuencia para clasificar al elemento en SQDP es LA y para SQDD es MD.

Elaboración propia.

En la clasificación del nuevo elemento se obtiene que se clasifica como; Ligeramente afectado y Más propenso a estar Deprimido. Para la aplicación del algoritmo K-NN dentro de una población mucho mayor, se pueden tomar como antecedente los resultados obtenidos en esta prueba. Al clasificar una nueva población dentro de las categorías, la naturaleza del algoritmo calcula la similitud que existe con cada miembro anteriormente clasificado. Evitando realizar el procedimiento descrito por el instrumento de evaluación.

### Comentarios Finales

La aplicación de los algoritmos de clasificación como una técnica del aprendizaje supervisado se emplean en un campo donde se conoce previamente el número de clases, así como los elementos pertenecientes a ellas.

Teniendo en cuenta la información que proporciona un conjunto del cual se conocen las clases a las que pertenecen, se obtiene automáticamente la clase perteneciente del nuevo elemento a clasificar, tomando en cuenta sus atributos o características de los vecinos más cercanos al mismo.

La aplicación para establecer el grado de afectación emocional de la muestra de estudiantes que contestaron el instrumento, sirvió como un conjunto de entrenamiento para que en las futuras evaluaciones a poblaciones mayores, directamente se determine el grado de afectación a través de la similitud de respuestas, independiente del proceso que el propio diseño del SQD determina, lo que hace que se economice el tiempo de los procedimientos tradicionales en el tratamiento de grandes cantidades de datos.

Los resultados del muestreo permitieron evaluar el nivel de confianza de estas técnicas (MD Y AC) para posteriores aplicaciones en el análisis de grandes cantidades de datos, información obtenida de problemáticas psicosociales que por procedimientos tradicionales es muy difícil de visualizar.

Por otro lado, se determina que las conductas psicosociales postraumáticas con característica depresivas puede ocurrir después de haber vivido o de haber sido testigo o estado expuesto a acontecimientos que amenazan la vida de las personas. Dicho evento traumático puede tener distintos orígenes: natural (desastres naturales) o provocados por el hombre (por ejemplo: abuso sexual).

La relevancia del estudio del en la población afectada por un desastre se explica principalmente por tres factores centrales. En primer lugar, se encuentra altamente correlacionado con el surgimiento de otras patologías psiquiátricas de mayor gravedad, como el trastorno depresivo mayor, el consumo de sustancia, y el aumento del riesgo suicida entre quienes lo padecen, un segundo factor relevante es que existe una alta correlación con la disminución de la calidad de vida de los sujetos expuestos al desastre. Un tercer factor relevante, aunque menos estudiado en desastres, es el efecto que los padres o cuidadores de niños y niñas tiene en el grupo familiar (Bedregal y Carvalho, 2015).

### Referencias

M. Berry and G.S. Linoff, Data Mining Techniques for Marketing, Sales, and Customer Support. Edit. John Wiley & Sons, Inc, 2004.  
 C. L. Corso. Aplicación de algoritmos de clasificación supervisada usando Weka. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, 2009.  
 R. Dilly (Based on S.S. Anand). Data Mining: an Introduction, Version 2.0, Feb 1996.  
 U. Fayyad, P. Piatetsky-Shapiro, Smyth and Uthurusamy R., Discovery and Data Mining. Eds. AAA/MIT press, Gambridge, Mass, 1996.  
 F. Molina. 2002. Data mining: Torturando los datos hasta que confiesen. [Online]. Available: <http://www.uoc.edu/web/esp/art/uoc/molina1102/molina1102.html>  
 P. Bedregal G.1, C. Carvalho P.2, V. Hernández Ll.3, P. Prado. "Post-traumatic stress disorder after 27/F earthquake in caregivers of preschool children. Factors associated with the caregiver, family and parenting", Rev Soc Bol Ped 2015; 54 (3): pp. 133 - 40

- R. Portugal, M Carrasco. Ensamble de algoritmos bayesianos con árboles de decisión, una alternativa de clasificación. Departamento de ciencia de la computación, pontifica Universidad de Chile, 2006.
- R. P. Bravo Castro, M. E. Ruilova Rojas, Arboles de Clasificación (inteligencia artificial avanzada), Universidad Técnica Particular de Loja, Junio 2008.
- M. Roldán, A. Funes, G. Montejano. Fase de despliegue y desarrollo de Aplicaciones Autoadaptativas Basadas en Business Intelligence usando técnicas de Lógica Difusa. Departamento Académico de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de La Rioja, Argentina, 2012.
- S. Fujii, H. Kato, and K. Maeda, "A Simple Interview-format Screening Measure for Disaster Mental Health: An instrument newly developed after the 1995 Great Hanshin Earthquake in Japan - The Screening Questionnaire for Disaster Mental Health (SQD)", Kobe J. Med. Sci., Vol. 53, No. 6, pp. 375-385, 2007
- M. Valenti "Validation of the italian versión of the screening Questionnaire of Disaster Mental Heath (SQD) in apost-earthquake urban environment. Ann Ist Super Sanità". Vol. 49, No. 1, pp79-85. 2013.
- S. J. Vallejos. "Minería de Datos. Licenciatura en sistemas de información", Trabajo de Adscripción, Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina, 2006.

# Rendimiento en Grano de Frijol Ejotero (*Phaseolus vulgaris* L) Posterior a los Cortes de Ejote en Relación al Arreglo Topológico

M.C. Celene Calderón Tomás<sup>1</sup>, Dr. José Alberto Salvador Escalante Estrada<sup>2</sup>,  
Dr. Ramón Díaz Ruiz<sup>3</sup>, Dr. Rodolfo García Nava<sup>4</sup>, Dr. Víctor Conde Martínez<sup>5</sup>

**Resumen**— En el centro de México la disponibilidad de semilla para producción de ejote es limitada, por lo que generar la tecnología para mayor producción de grano para la siembra es importante. El objetivo de este estudio fue determinar el rendimiento de grano del cv. Opus posteriores al período de cosecha de ejote, en dos arreglos topológicos (AT). La siembra se realizó en Montecillo Texcoco Edo. Méx., de clima templado, con arreglos topológicos de una (1H) y dos hileras de siembra (2H) en surcos a 0.80 m de distancia, con densidad de población de 8.3 y 16.6 plantas m<sup>-2</sup>, respectivamente. Se registró la biomasa y área foliar (AF) a los 61 y 88 días de la siembra (dds). A madurez fisiológica (155 dds), el rendimiento de grano. La mayor producción de biomasa se presentó con 2H principalmente en hojas, que sugiere un mejor aprovechamiento de los recursos agua, luz solar y nutrientes, que se reflejó en mayor desarrollo de las plantas, producción de vainas y un incremento significativo en el rendimiento de grano. Este estudio indica que, mediante un AT apropiado se puede lograr mayor producción de ejote y grano en frijol ejotero.

**Palabras clave**— Área foliar, hábito determinado, densidad de población, biomasa.

## Introducción

En México el consumo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) tanto en grano como en vainas verdes (ejote) es de gran importancia debido a su aporte de proteína y fuente de energía (carbohidratos) así como de fibra y minerales, por lo que influyen directamente en el organismo. El cultivo de frijol es una alternativa alimenticia ante el alto impacto ambiental que causa la ganadería, ya que en esta se invierten altos costos en la producción de alimento y recursos como el agua y espacio, por lo que el consumir proteína vegetal aminora el impacto de la producción de gases de efecto invernadero y a su vez disminuye la escasez de alimentos (Gálvez y Salinas, 2015). Se debe trabajar en variedades cultivadas (cultivares) que permitan el mejor desempeño entre los parámetros genéticos y las condiciones ambientales que expresen su potencial de rendimiento del frijol ejotero (Saleh *et al.*, 2018) optimizando los recursos como el agua, suelo, nutrientes y radiación activa para fotosíntesis con la apropiada distribución de las plantas sobre la superficie del terreno (González *et al.*, 2008). También aprovechar cultivares para doble propósito como la producción de ejote y grano lo cual podría ayudar a elevar el ingreso del productor y adquirir semilla para la próxima siembra. El objetivo del estudio fue evaluar el rendimiento de grano posterior a la cosecha de ejote del cv. Opus bajo arreglos topológicos de una y dos hileras por surco.

## Descripción del Método

La siembra de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Opus de hábito determinado se realizó el 30 de mayo de 2021 en Montecillo, Texcoco estado de México (19° 17' N, 98° 54' O y 2250 m de altitud) con clima templado Cw, régimen de lluvias en verano de 558 mm y una temperatura media anual de 14.6 °C (García, 2004). El suelo presentó una textura franco arcilloso arenoso, con pH alcalino de 8.1, M.O. 1.84%, CE de 0.28 dSm<sup>-1</sup> y N (NO<sub>3</sub>) de 13.6 mg kg<sup>-1</sup>. La fertilización fue 100-100-00 para NPK. La siembra del frijol se realizó en surcos de 80 cm colocando dos semillas por mata con separación de 30 cm a 1 hilera (1H) y a doble hilera (2H), densidad de población de 8.3 y 16.6 plantas m<sup>-2</sup> y arreglos topológicos (AT) de 80\*30 y 40\*30 cm, respectivamente. Se realizó un riego de presiembra y durante el desarrollo del cultivo se realizaron tres riegos en etapa V1, R5 y corte 3 de ejote. Se registraron variables climáticas: temperatura máxima (T<sub>máx</sub>) y mínima (T<sub>mín</sub>) y precipitación, datos obtenidos de la estación agrometeorológica del Colegio de Postgraduados, *Campus* Montecillo. En cuanto a la fenología del cultivo se registraron los días de la etapa vegetativa V1 (emergencia del frijol) y reproductiva R5, R6 y R7 de acuerdo con Escalante y Kohashi (2015). A los 61 y 88 días después de la siembra (dds) se registró la altura de la planta, el área foliar (AF) con integrador *Li-Cor 3100*, número de ramas (NR), número de hojas (NH), número de botones (NB), número de flores (NF) y número

<sup>1</sup> M.C. Celene Calderón Tomás alumna de posgrado en Botánica en el Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx. [calderon.celene@colpos.mx](mailto:calderon.celene@colpos.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Dr. José Alberto Salvador Escalante Estrada profesor investigador titular en el Postgrado en Botánica del Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo, Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx. [jasee@colpos.mx](mailto:jasee@colpos.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Ramón Díaz Ruiz Subdirector de Investigación en el Colegio de Postgraduados *Campus* Puebla. [dramon@colpos.mx](mailto:dramon@colpos.mx)

<sup>4</sup> Dr. Rodolfo García Nava profesor investigador en Postgrado en Botánica en el Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo, Montecillo, Texcoco, Edo. de Méx. [garcianr@colpos.mx](mailto:garcianr@colpos.mx)

<sup>5</sup> Dr. Víctor Conde Martínez profesor titular en el Postgrado en Botánica en el Colegio de Postgraduados *Campus* Montecillo, Montecillo Texcoco, Edo. Méx. [vconde@colpos.mx](mailto:vconde@colpos.mx)

de vainas (NV). La biomasa (materia seca) se obtuvo para cada estructura de la planta. El 31 de octubre de 2021 (155 dds) se realizó la cosecha del grano. En cada planta se contabilizó el número de nudos (NN) del tallo principal, por mata (2 plantas) el número de ramas (NR), número de racimos con vainas (NRac), número de vainas con grano (NVG), número de vainas vanas (NVV) y el número de granos normales (NGN) y abortados (NGA). Se registró el peso del tallo principal (PT), peso de ramas (PR), peso de vainas con grano (PVG) y el peso de las vainas vanas (PVV). También, el peso de valvas (PVA), el peso de granos normales (PGN) y abortados (PGA). Se realizó un análisis de varianza a las variables registradas ( $p \leq 0.05$ ) y la prueba de comparación de medias Tukey, mediante el programa SAS 9.0 para Windows.

## Resultados y discusión

### *Factores climáticos*

Durante la etapa vegetativa y hasta el último corte de vainas verdes (ejotes) se presentó una acumulación de 384 mm de precipitación (Figura 1). La  $T_{\text{máx}}$  promedio fue de 23.8 °C y la  $T_{\text{mín}}$  de 10 °C. Posterior a los cortes de ejote se presentó una precipitación de 201.8 mm presentándose la mayor acumulación (150 mm) en el período del 1 al 15 de septiembre y una  $T_{\text{máx}}$  de 23.7 y una  $T_{\text{mín}}$  de 10.5 °C en promedio. Por lo que el cultivo se desarrolló bajo un rango de condiciones apropiadas de temperatura y precipitación, puesto que la temperatura mínima de crecimiento es de 10°C, el óptimo de los 16-21°C y el máximo a los 27°C (Nadal *et al.*, 2004), mientras que la precipitación para un rendimiento óptimo del cultivo se encuentra en un rango de 450 a 900 mm (SIAP, 2019).

### *Características de la planta al inicio y final de la etapa de producción de ejote*

A los 61 dds, la altura de las plantas fue similar entre AT (Cuadro 1). Sin embargo, a los 88 dds bajo un AT de 2H presentaron mayor altura y mayor NR (9) por mata. A los 66 dds el NH mostró cambios significativos con 2H (21.5 hojas) y a los 88 dds con 26, lo cual influyó en el incremento del AF 3.3 veces más con respecto a las matas a 1H a los 61 dds y de 2.3 veces más alto en matas a 2H a los 88 dds. En cuanto al NB a los 61 dds este fue de 11 con 2H y de 5 con 1H. El NF no presentó diferencias significativas entre AT para la misma fecha, pero sí en el NV siendo mayor con 2H (34 vainas) y en menor con 1H (19 vainas). A los 88 dds no se presentó diferencia significativa entre la aparición de órganos reproductores, debido a que para esta fecha ya se habían realizado el último corte de ejote en ambos AT. El AF fue significativamente mayor con 2H a los 61 dds (1796.7 cm<sup>2</sup>) y a los 88 dds (2477.8 cm<sup>2</sup>).

Apáez *et al.* (2016) reportan para frijol chino (*Vigna unguiculata* L.) cambios significativos por efecto de distancia entre hileras en el número de vainas y peso de vainas. Castillo *et al.* (2017) mencionan que en las variedades de crecimiento determinado de frijol ejotero, presentaron diferencias estadísticas en el número de vainas a favor del cultivo con mayor densidad de plantas (25 plantas m<sup>-2</sup>), lo cual relacionan con mayor AF, mayor radiación interceptada y un incremento significativo en el rendimiento. Cardona-Ayala *et al.* (2021) atribuyen la diferencia significativa en el AF a la distancia entre plantas y entre hileras lo que produce una diferencia en el filocrono, el cual que podría ser más alto en el mayor distanciamiento entre plantas, lo cual implica menor competencia por luz.

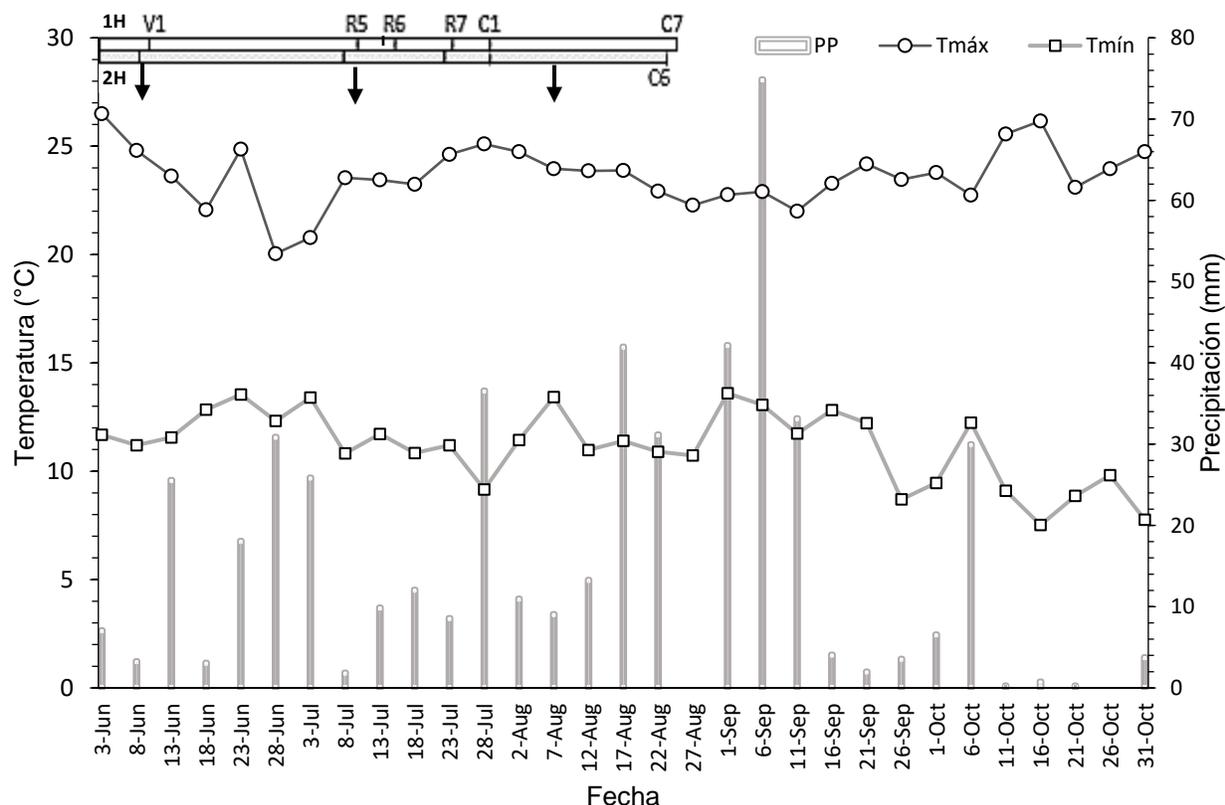


Figura 1. Temperatura y precipitación durante el desarrollo del cultivo del frijol cv. Opus en Montecillo Texcoco Edo. Méx. 1H: 1 hilera, 2H: 2 hileras, V1: Etapa vegetativa emergencia, R5: etapa reproductiva prefloración, R6: Floración, R7: formación de vainas, C1: corte 1, C6: corte 6 y C7: corte 7, las flechas representan los riegos de auxilio aplicados.

Cuadro 1. Comparación del número de órganos de las plantas y área foliar con los arreglos topológicos 1H y 2H a los 61 y 88 días después de la siembra.

dds	AT	Altura (cm)	NR	NH	NB	NF	NV	AF (cm <sup>2</sup> )
61	1H	23 ns	3 ns	10.5 b	5 b	3.5 ns	19 b	536.5 b
			4	21.5 a	11 a		34 a	
	2H	24				5.5		1796.7 a
88	1H	27 b	7 b	16 b	4 ns	0 ns	0 ns	1056.2 b
			9 a	26 a	0	0	2	2477.8 a

Letras entre arreglos topológicos (AT) representan diferencia significativa, ns: no significativo (Tukey 0.05). 1H: 1 hilera, 2H: 2 hileras, NR: número de ramas, NH: número de hojas, NB: número de botones, NF: número de flores, NV número de vainas y AF: área foliar.

Saleh *et al.* (2018) menciona que la altura, el número de hojas, el número de ramas y el peso fresco total de la planta, así como el contenido total de clorofila, generalmente aumentan cuando la evapotranspiración incrementa del 60 al 80%. En el caso del arreglo topológico 2H pudiera deberse a que hay una menor pérdida de agua del suelo debido a la menor distancia entre hileras e incremento en la densidad de plantas, que logra mayor cobertura favoreciendo mayor producción de biomasa y rendimiento de grano (Cuadro 2).

La biomasa acumulada a los 61 dds fue mayor con 2H (Figura 2) se relacionó con mayor NH (Cuadro 1), que fue el órgano de la planta con mayor acumulación de biomasa, con 2H la acumulación de materia seca en las hojas (PS-Foliolulos) fue de 8.5 g y en 1H fue de 3.4 g, de 1.7 g el PS-Peciolos con 2H y de 0.5 g con 1H. El PS-vainas fue de

2 g con 2H y de 0.9 g con 1H. A los 88 dds se mantuvo la misma tendencia. Sin embargo, con 2H la biomasa total fue 2.2 veces mayor que en las plantas a 1H. El PS-foliolulos fue de 19.5 g con 2H y de 10 g con 1H, el PS-Peciolos fue de 5 y 2 g con 2H y 1H respectivamente. El PS-Ramas fue de 9 g con 2H y de 2.7 g con 1H. El PS-Tallo fue mayor con 2H (5.7 g) y menor biomasa en tallos a 1 H (2.6 g).

Covarrubias *et al.* (2022) mencionan que la mayor producción de biomasa depende no solo de las características genéticas, sino también de los factores ambientales y del arreglo topológico. Hurtado *et al.*, (2018) menciona que un adecuado balance entre la distancia entre hileras y plantas, no afectó el crecimiento y desarrollo del cultivo del frijol. Con 2H el mayor desarrollo del área foliar (Cuadro 1) influyó sobre la biomasa producida, lo que indica que AT permitió captar mayor cantidad de energía solar, mayor uso del agua disponible por transpiración que se reflejó en mayor desarrollo y rendimiento del frijol.

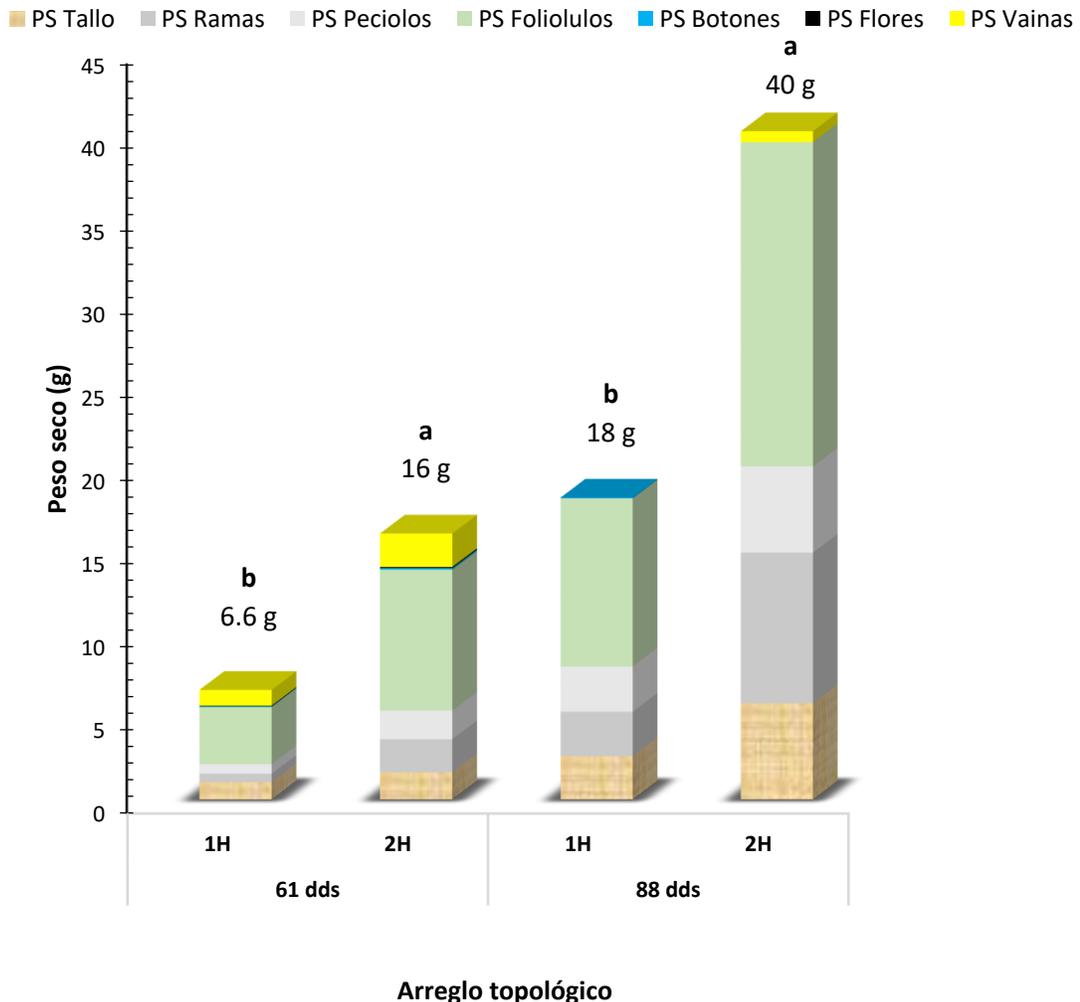


Figura 2. Distribución de biomasa en los diferentes órganos de la planta con los arreglos topológicos a 1H y 2H a los 61 y 88 días después de la siembra.

#### Rendimiento de grano de frijol cv. opus y sus componentes

El NN a la cosecha no fue afectado por el cambio en AT o número de hileras (NHI) (Cuadro 2). En contraste, el NR presentó cambios significativos. Con 11 (2H) y de 10 (1H) ramas por mata. El NRac con vainas por mata fue de 16 con 2H y de 10.8 con 1H, por lo que influyó en el NVG con 27 y 14 vainas respectivamente, mientras que el NVV no presentó diferencias significativas entre AT. El NGN fue significativamente mayor con 2H (112.5) y más bajo con 1H (42.3) y en NGA con 9.5 y 3.5 respectivamente.

El tamaño y la duración del aparato fotosintético, es decir la duración del área foliar, repercuten en el incremento de la tasa de crecimiento del cultivo, tasa de asimilación neta y en incremento en el rendimiento (Bravo-Delgado *et al.*, 2021). González *et al.* (2008) mencionan que la influencia de los cambios ambientales es uniforme en la planta, no así en las diferentes estructuras con desarrollo secuencial, entre las que se encuentran los principales componentes del rendimiento, número de vainas, peso de vainas y peso de grano.

Cuadro 2. Número de nudos y estructuras de la planta al momento de la cosecha del grano.

AT	NN	NR	NRac	NVG	NVV	NGN	NGA
1H	7.3 ns	10.2 b	10.8 b	14.6 b	3 ns	42.3 b	3.5 b
2H	7.2	11.3 a	16.4 a	27.2 a	4.6	112.5 a	9.5 a

Letras diferentes entre columnas representan diferencia significativa, ns: no significativo (Tukey 0.05), NN: número de nudos, NR: número de ramas, NRac: número de racimos con vainas, NVG: número de vainas con grano, NVV: número de vainas vanas, del NVG se obtuvo el NGN: número de granos normales por mata, NGA: número de granos abortados por mata.

Con respecto al peso de los órganos de la planta al momento de la cosecha de grano (155 dds), el PT no presentó diferencia significativa (Cuadro 3), pero si en PR con 4.4 g en 2H y 2.7 g con 1H. El PVG presentó una diferencia significativa, con 2H fue de 35.5 g y de 17.2 g con 1H, de estos valores la distribución del peso fue mayor en granos. Con 2H el 73.7 % se acumuló en el PGN, el 24.5 % en el PVA y en menor cantidad en el PGA (1.8%), con 1H se mantuvo la misma tendencia, pero en diferente proporción, el 70% fue en el PGN, el 28% en PVA y el 1% en PGA. En frijol una alta biomasa aérea está asociada con mayor producción de fotoasimilados que se translocan a vainas y semillas mejorando el rendimiento de grano (Romero *et al.*, 2021), por lo que con 2H la mayor producción de biomasa en hojas (Figura 2) permitió una mayor asignación de fotoasimilados para el llenado de vainas y grano posterior a un período de cortes de ejote.

Cuadro 3. Peso de las estructuras de la planta al momento de la cosecha de grano.

AT	Datos por mata (g)				De las vainas con granos (PVG)		
	PT	PR	PVV	PVG	PVA (%)	PGN (%)	PGA (%)
1H	2.7 ns	2.7 b	0.8 ns	17.2 b	28.1 b	70.9 b	1 b
2H	3	4.4 a	0.7	35.5 a	24.5 a	73.7 a	1.8 a

Letras diferentes entre columnas representan diferencia significativa, ns: no significativo (Tukey 0.05), PT: peso de tallo, PR: peso de ramas, PVV: peso de vainas vanas, PVG: peso de vainas con grano, PVA: peso de valvas, PGN: peso de granos normales, PGA peso de granos abortados o dañados.

### Conclusiones

El cv. opus de hábito de crecimiento determinado sembrado a 2H presentó un mayor desarrollo de las plantas al inicio como al final de los cortes de ejote. El AF y la biomasa en cada estructura de la planta fue mayor que en la siembra de 1H. A la cosecha de grano (155 dds) las plantas a 2H presenta mayor número de granos normales, peso de vainas con grano y rendimiento de grano.

### Referencias

- Apérez B. P., J. A. S. Escalante Estrada, E. Sosa Montes., M. Apérez Barrios., M. T. Rodríguez González., y Y. A. Raya Montañó. "Producción y calidad nutricional de vaina del frijol chino, *Vigna unguiculata* (L.) Walp, en función de arreglo topológico y tipo de fertilización", Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Cuyo, 48(2), 31-42. 2016
- Bravo-Delgado, H. R., M. L. Ortega Martínez., J. M. Loeza-Corte. y E. Díaz-López. "Comportamiento ecofisiológico de tres cultivares de ejote *Phaseolus vulgaris* L.(Fabaceae) bajo un clima de transición templado a seco", TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas, 24. 2021.
- Cardona-Ayala, C. E., F. Pastrana-Atencia., H. Araméndiz-Tatis., M. Espitia-Camacho, y C. E. Cardona-Villadiago. "Efectos de espaciamientos sobre el crecimiento y rendimiento del frijol caupí cultivar Caupicor 50", Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica, 24(2). 2021.
- Castillo, F. S. D., M. Durán Paredes E. D. C. Moreno Pérez., y J. J. Magdaleno Villar. "Variedades y densidades de población de frijol ejotero cultivado bajo invernadero e hidroponía", Revista mexicana de ciencias agrícolas, 8(5), 1187-1193. 2017.
- Covarrubias, M. A. M., B. G. A. Ramos., V. M. J. Meza., y K. P. Robles. "Topological arrangements in the intercropping of maize and bean in the state of Nayarit, Mexico", Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical, 2(1), 45-57. 2022.

Gálvez, A. y G. Salinas. "El papel del frijol en la salud nutrimental de la población mexicana", Universidad Nacional Autónoma de México (en línea) ISSN: 1607-6079. Vol. 16 (2). 2015. Consultada por Internet el 18 de octubre de 2022. <https://www.revista.unam.mx/vol.16/num2/art12/#>. 2015.

Escalante, E. J. A y S. J. Kohashi. "El rendimiento y crecimiento del frijol", Manual para la toma de datos. Colegio de Postgraduados, Montecillo. 84 pp. 2015.

García, E. "Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen", Cuarta edición. UNAM. México, D. F. 217 p. 2004.

González, T. G., F. M. Mendoza Hernández., J. Covarrubias Prieto., N. Morán Vázquez., y J. A. Acosta Gallegos. "Rendimiento y calidad de semilla de frijol en dos épocas de siembra en la región del Bajío", Agricultura técnica en México, 34(4), 421-430. 2008.

Hurtado, A. C., Y. Castillo., E. Quintero., Y. Pérez., y Olivera, D. "Efecto de cuatro densidades de siembra en el rendimiento agrícola del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)", Revista de la Facultad de Ciencias, 7(1), 88-100. 2018

Nadal S., M., T. Moreno., J. I. Cubero." Las leguminosas de grano en la agricultura moderna", Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. 397 p. 2004.

Romero-Félix, C. S., C. López-Castañeda., J. Kohashi-Shibata., C. G. Martínez-Rueda., S. Miranda-Colín., y V. H. Aguilar-Rincón.. "Rendimiento y biomasa acumulada en frijol común bajo riego y secano", Revista mexicana de ciencias agrícolas, 12(8), 1363-1376. 2021.

Saleh, S., G. Liu., M. Liu., Y. Ji., H. He., y N. Gruda. "Effect of irrigation on growth, yield, and chemical composition of two green bean cultivars", Horticulturae, 4(1), 3. 2018.

Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). "Aptitud agroclimática del frijol en México ciclo agrícola primavera verano". 2019, consultada por Internet el 20 de octubre de 2022. [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/448930/Reporte\\_de\\_Aptitud\\_agroclim\\_tica\\_de\\_M\\_xico\\_del\\_frijol\\_PV\\_2019.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/448930/Reporte_de_Aptitud_agroclim_tica_de_M_xico_del_frijol_PV_2019.pdf)

# Trayectoria Académica de los Estudiantes de la Licenciatura en Nutrición del C U UAEM Amecameca Aceptados en Segunda Convocatoria del Examen de admisión (Generaciones 2018B y 2019B)

Campero G. N.<sup>1</sup>, Sánchez, R. M. A.<sup>2</sup>, Díaz, S. H.<sup>3</sup>, Melchor, D. G.<sup>4</sup> Universidad Autónoma del Estado de México.  
*Autor para correspondencia/Author for correspondence:* [camperomx53@gmail.com](mailto:camperomx53@gmail.com)

**Resumen.** El objetivo de la presente investigación es analizar la trayectoria académica de los estudiantes de la licenciatura en Nutrición del Centro Universitario UAEM Amecameca, dependiente de la Universidad Autónoma del Estado de México frente a la trayectoria del conjunto global de estudiantes aceptados en esos años, particularmente sobre su índice de abandono y el de reprobación. También se buscó determinar los efectos del sexo sobre estos índices. El enfoque de investigación fue cuantitativo, el diseño no experimental, longitudinal y analítico descriptivo. Se contó con el apoyo de la Dirección del espacio académico, El Programa Tutorial, el Departamento de Control Escolar y la Agenda Estadística de la institución. Con base en los resultados se demostró que estos índices son más elevados en los estudiantes provenientes de segunda oportunidad, que el conjunto de los estudiantes aceptados y que el sexo y el nivel de estudios influyen en dichos indicadores.

**Palabras clave:** Abandono, Aceptación, Índices, Regularización, Reprobación

## Introducción

“El proceso de selección a la educación superior en México ha seguido la tendencia del uso de pruebas estandarizadas, principalmente aquellas diseñadas por el Consejo Nacional de Evaluación (CENEVAL) EXANI II” (Buendía, 59)

De acuerdo con la misma autora:

Este proceso de selección asume como supuesto que los alumnos elijen un conjunto de opciones en orden de preferencia y que el ingreso a ellas dependerá únicamente del conocimiento y habilidades de los sustentantes. De tal forma que el examen no considera, entre otros elementos la escuela de origen y el nivel socioeconómico de los estudiantes, promoviendo la reproducción de una sociedad altamente meritocrática, reafirmando entre otras cosas, que las posibilidades educativas dependen en gran parte de los méritos y/o cantidad de esfuerzo individuales de los sujetos Bordieu (1998, p.2003).

En este sentido la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) aplica el Índice UAEMéx, el cual considera un porcentaje del resultado obtenido en el EXANI II y le otorga otro porcentaje al promedio que el aspirante obtuvo en el bachillerato, la relación de porcentajes varía de una Facultad o Centro Universitario a otra u otro; en el caso de la Licenciatura en Nutrición, en el Centro Universitario UAEM Amecameca, se otorga un 90% al resultado del EXANI II y un 10% al promedio del bachillerato.

La Universidad Autónoma del Estado de México, (UAEM), al igual que otras universidades del país, ha implementado una serie de medidas para aumentar la cobertura en sus aulas, entre estas medidas se tienen: la creación de nuevos espacios para atención de los jóvenes, la creación de nuevas carreras y la implementación de la segunda convocatoria para examen de admisión con el fin de aceptar a más aspirantes de nivel licenciatura. Esta segunda convocatoria sólo se destina a licenciaturas de baja demanda o bien, para ocupar los lugares que dejan vacantes algunos aspirantes que fueron aceptados en la primera convocatoria pero que, por alguna razón, decidieron no concluir con su proceso de inscripción.

---

<sup>1</sup> M. en E. S. Narciso Campero Garnica es Profesor de Tiempo Completo del Centro Universitario UAEM Amecameca. [camperomx53@gmail.com](mailto:camperomx53@gmail.com) ([autor correspondiente](#))

<sup>2</sup> Dr. Miguel Angel de Guadalupe Sánchez Ramos es Director del Centro Universitario UAEM Amecameca, México, [masanchezr@uaemex.mx](mailto:masanchezr@uaemex.mx)

<sup>3</sup> Dr. en E. Sergio Hilario Díaz es Profesor de Tiempo Completo de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEM, México. [camaoseh@yahoo.com.mx](mailto:camaoseh@yahoo.com.mx)

<sup>4</sup> Dra. en E. Guadalupe Melchor Díaz es Profesora Investigadora de Tiempo Completo del Centro Universitario UAEM Amecameca. [gpe\\_md@yahoo.com.mx](mailto:gpe_md@yahoo.com.mx)

El Plan Rector de Desarrollo 2017-2021 señala que “De 2008 a 2016 se ha registrado un incremento de 60% en la matrícula general de alumnos aceptados, cifra que revela el importante esfuerzo para atender a mayor número de alumnos” (p. 61).

De acuerdo con el Plan General de Desarrollo 2009 -2021 de la Universidad Autónoma del Estado de México La UAEM estará en posibilidades de promover un crecimiento ordenado de la matrícula, de tal forma que se garantice el ingreso y permanencia, con equidad y pertinencia, a toda persona que muestre la capacidad, además del interés, por cursar estudios profesionales. (p. 50)

En el mismo documento se establece que “Respecto del ingreso de los estudiantes, se transitará a un modelo que garantice la selección adecuada de las habilidades requeridas por el programa educativo que la persona desea cursar; así se garantizará la promoción y permanencia del alumnado” (p. 51)

En el Centro Universitario UAEM Amecameca se ofrecen siete licenciaturas (Administración, Ciencias Políticas y Administración Pública, Contaduría, Derecho, Lengua y Literatura Hispánicas, Medicina Veterinaria y Zootecnia y Nutrición), la Maestría en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, la Maestría en Sociología de la Salud, el Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales y el Doctorado en Sustentabilidad para el Desarrollo.

De las siete licenciaturas, dos son de baja demanda, dos de demanda media y tres sobresalen por su alta demanda.

La licenciatura en Nutrición es una de las licenciaturas con mayor demanda, con tres grupos de nuevo ingreso por generación. Esta licenciatura en ocasiones emite una segunda convocatoria para cubrir los lugares que, por alguna razón, no ocuparon algunos aspirantes aceptados en la primera convocatoria y que no completaron su proceso de inscripción.

En el presente estudio se analiza la trayectoria académica de los estudiantes que ingresaron a primer semestre en los ciclos 2018B y 2019B, considerando sus índices de abandono y reprobación, para comparar su desempeño con respecto al grupo en general con el que se ha dado dicha trayectoria.

### **Objetivo**

Analizar la trayectoria académica de los estudiantes de la licenciatura en Nutrición del Centro Universitario UAEM Amecameca, dependiente de la Universidad Autónoma del Estado de México, aceptados en la segunda convocatoria, frente a la trayectoria del conjunto global de estudiantes aceptados en esos años, particularmente sobre su índice de abandono y el de reprobación. También se buscó determinar los efectos del sexo sobre estos índices.

### **Metodología.**

El enfoque de investigación fue cuantitativo, el diseño no experimental, longitudinal y analítico descriptivo. Para la recolección de los datos se utilizó la información del Departamento de Control Escolar respecto a los estudiantes (26) aceptados en segunda oportunidad del examen de admisión. El conjunto estuvo conformado por estudiantes de ambos sexos de la Licenciatura en Nutrición (Generación 2018 con 11 casos y Generación 2019 con 15 alumnos). Los resultados más sobresalientes se presentan en tablas y gráficas.

### **Resultados**

Nutrición es la licenciatura con mayor número de grupos de nuevo ingreso (3 por periodo). En 2018b aceptó 11 alumnos en la segunda convocatoria y en 2019b 15 alumnos con la misma característica.

Al comparar la distribución por sexo de los alumnos de la licenciatura en Nutrición del primer semestre, se tiene que la proporción de hombres aceptados en la segunda convocatoria es mayor que la de los inscritos a primer semestre en general, para esta licenciatura. Ver gráficas 1 y 2.



Fuente: Datos recabados en el Departamento de Control Escolar

### Abandono escolar

Como se muestra en la tabla 1, se recibieron alumnos en segunda convocatoria para los ciclos 2018b y 2019b. En el caso de la generación 2018b, han abandonado el 44% de las mujeres y el 50% de los hombres, el abandono global de estos alumnos es de 45%, cifras muy elevadas respecto a los índices generales de abandono de la licenciatura, que para los años 2018-2019 y 2019-2020 no superó el 20% para los hombres, el 11.5% para las mujeres y el 12.6% general.

Para el caso de la generación 2019b, no hubo hombres que abandonaran los estudios y el 40% de las mujeres abandonaron al pasar de primero a tercer semestre, en general se tiene un 27% de abandono; igual que en la generación anterior, el índice es muy elevado.

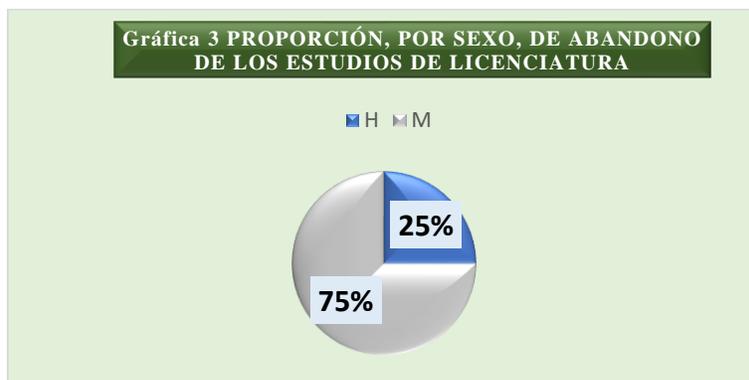
**Tabla 1 Situación académica de los alumnos aceptados en segunda convocatoria 2018b – 2019b**

LICENCIATURA	2018B		2019		TOTAL	
	H	M	H	M	H	M
Nutrición	1	4	0	4	1	8
	0	1	3	2	3	3
	1	2	0	0	1	2
	0	2	2	4	2	6
TOTAL	2	9	5	10	7	19

Fuente: Datos recabados en el Departamento de Control Escolar

**ABANDONO** **IRREGULARES** **REGULARIZADOS** **REGULARES**

Al hacer un comparativo de las proporciones de hombres y mujeres que han abandonado los estudios de la licenciatura en Nutrición, se tiene que los hombres lo hacen en una tercera parte de lo que corresponde a las mujeres. Ver gráfica 3.



Fuente: Datos recabados en el Departamento de Control Escolar

### Trayectoria académica

La situación académica de los 26 alumnos aceptados entre los dos periodos se presenta en la gráfica 4.



Fuente: Datos recabados en el Departamento de Control Escolar

De acuerdo con la información proporcionada por el Coordinador del Programa Tutorial, la situación de los 17 alumnos que continúan la carrera en cuanto al nivel de riesgo de fracasar en su objetivo de culminar la licenciatura, considerando el semáforo que maneja dicho programa, se muestra en la tabla 2.

Tabla 2 Nivel de riesgo de los alumnos, según el semáforo del Programa Tutorial

		SIN RIESGO	RIESGO BAJO Y MEDIO	ALTO RIESGO	TOTAL
2018	H	0	1	0	1
	M	2	0	3	5
2019	H	2	2	1	5
	M	4	0	2	6
TOTAL		8	3	6	17

Fuente: Datos proporcionados por el Coordinador del Programa Tutorial

Lo anterior muestra que además de los 9 alumnos que ya abandonaron la carrera, hay 6 más en alto riesgo de fracasar en la obtención del grado, lo que significaría que el 58% no concluyera los estudios de la licenciatura.

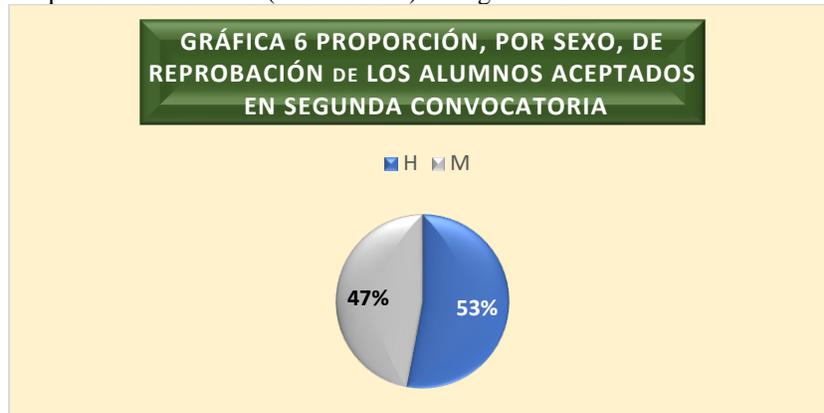
Al desglosar por sexo, las alumnas son quienes tienen el mayor porcentaje de cursar la licenciatura sin riesgo, pero también son las que tienen el mayor índice de alto riesgo para la carrera, los hombres presentan sus mayores índices en bajo riesgo y sin riesgo. Ver gráfica 5



Fuente: Datos proporcionados por el Coordinador del Programa Tutorial

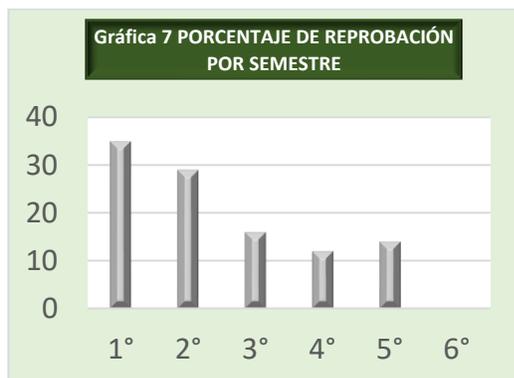
### Índices de reprobación

En lo que se refiere a la proporción de los índices de reprobación (considerando tanto a los alumnos que actualmente son irregulares y los que se han regularizado) Los alumnos aceptados en la generación 2018b tienen un 45% de reprobados y la generación 2019b un 27%. Son las mujeres quienes presentan una diferencia menor en seis puntos porcentuales respecto a los hombres (47% vs 53%). Ver gráfica 6

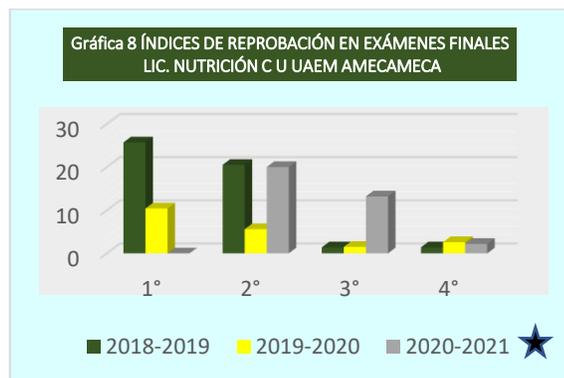


Fuente: Datos recabados en el Departamento de Control Escolar

En cuanto a la trayectoria en los estudios, el índice de reprobación disminuye sensiblemente a partir del tercer semestre. Esto concuerda con la tendencia de la licenciatura, que en general disminuye sus índices de reprobación conforme se avanza en la carrera. Ver gráficas 7 y 8.



Fuente: Datos recabados en el Departamento de Control Escolar



Fuente: Agenda Estadística UAEM 2019, 2020 y 2021

★ Se carece de información sobre el primer año de la carrera.

### Conclusiones

La implementación de la Segunda Convocatoria para aprovechar al máximo las instalaciones de la Universidad Autónoma del Estado de México tiene como resultado el abrir más oportunidades de estudiar a los jóvenes que por alguna razón no obtuvieron su aceptación en la primera etapa, con miras a formar más ciudadanos preparados, capaces de enfrentar con éxito los retos que la vida les depara.

En el caso de la Licenciatura en Nutrición, impartida en el Centro Universitario UAEM Amecameca, algunos de estos alumnos son brillantes y muy comprometidos con la carrera, pero desafortunadamente un alto porcentaje de los aceptados abandona la misma, cabe señalar que del total de alumnos que abandonaron, el 78% eran irregulares.

Los resultados muestran que los índices de abandono y reprobación son mayores en los alumnos aceptados en la segunda convocatoria, comparados con el conjunto de alumnos inscritos a la carrera. Lo anterior lleva a considerar, para un nuevo estudio, indagar sobre las características de los aspirantes a ingresar a través de la segunda convocatoria, ya que éstas pueden ser muy variadas, se puede detectar que algunos aspirantes presentaron el examen de ingreso en la primera convocatoria y no consiguieron ingresar; aspirantes que no presentaron en la primera convocatoria y lo hacen por primera vez en la segunda; habrá también quienes presentaron examen en la primera convocatoria para otra licenciatura, ya sea en la misma UAEM o en otra institución y no fueron aceptados, etc. Esto puede dar respuesta al

por qué los índices de abandono y reprobación resultan mayores en los aspirantes que son aceptados en la segunda convocatoria y también advertir por qué entre estos alumnos hay quienes son muy destacados en los estudios de la licenciatura, llevando una trayectoria impecable. Se considera conveniente una entrevista con los aspirantes a la licenciatura para conocer sus aspiraciones y darles a conocer más detalladamente lo que van a recibir en su formación, esto sería plausible para todos los aspirantes, pero en virtud de la falta de recursos, pudiera realizarse al menos con los de la segunda convocatoria.

Por otro lado, los mismos resultados muestran que los indicadores como el índice de abandono y el de reprobación (principalmente en el primer año de la carrera), la eficiencia terminal y el índice de titulación se ven afectados negativamente.

Otra medida para apoyar a los estudiantes que ingresaron en la segunda convocatoria es que los tutores fortalezcan el trabajo particularmente con ellos, reduciendo con esto las posibilidades de abandono y reprobación.

Sin ser motivo del estudio, pero en la indagación de datos para el mismo, se pudo detectar que los índices de abandono y reprobación de la licenciatura en general son muy elevados durante los dos primeros años de la carrera, lo cual lleva a considerar pertinente la realización de una investigación sobre las causas que generan este fenómeno por la importancia que reviste para el éxito que se espera de los estudiantes y la mejora de los niveles en los indicadores de la licenciatura.

Los resultados muestran que las mujeres están en mayor riesgo que los hombres de abandonar los estudios de licenciatura. En esta investigación todavía se desconocen las causas que provocan un mayor abandono proporcionalmente en mujeres que en hombres, la diferencia entre ambos sexos se debe seguramente a múltiples factores que vale la pena indagar para futuros estudios. Asimismo, resulta interesante investigar sobre las causas de la diferencia en los índices de reprobación.

## Referencias bibliográficas

- Buendía Espinosa, Ma. Angélica, & Rivera del Río, Roberto. (2010). Modelo de selección para el ingreso a la educación superior: el caso de la UACH. *Revista de la educación superior*, 39(156), 55-72. Recuperado en 10 de octubre de 2022, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-27602010000400004&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-27602010000400004&lng=es&tlng=es).
- Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Plan General de Desarrollo 2009 -2021 Universidad Autónoma del Estado de México. M. en C. Eduardo Gazca Pliego Rector  
[Plan General de Desarrollo 2009-2021 \(uaemex.mx\)](#)
- Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Plan Rector de Desarrollo Institucional 2017-2021 Universidad Autónoma del Estado de México Dr. en Ed. Alfredo Barrera Baca Rector  
[PRDI 2017 - 2021 \(uaemex.mx\)](#)
- Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Agenda Estadística 2019.  
[Agenda Estadística 2019 \(uaemex.mx\)](#)
- Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Agenda Estadística 2020.  
[Universidad Autónoma del Estado de México - Universidad Autónoma del Estado de México \(uaemex.mx\)](#)
- Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Agenda Estadística 2021.  
[Agenda Estadística 2021 \(uaemex.mx\)](#)

## Notas Biográficas

Narciso Campero Garnica (México, D. F.) Maestro en Enseñanza Superior por la UNAM e Ingeniero Químico por la misma Institución. Profesor de Educación Primaria por la Benemérita Escuela Nacional de Maestros. Ex Director del Centro Universitario UAEM Amecameca. Ex Coordinador del Programa Tutorial del mismo Centro. Ex Coordinador de la Licenciatura en Nutrición en el mismo espacio y actualmente se desempeña como Profesor de Tiempo Completo del C. U. UAEM Amecameca.

Miguel Ángel Sánchez Ramos (Amecameca, Estado de México). Doctor en Ciencias Políticas y Sociales por el Centro de Investigación en Docencias y Humanidades del Estado de Morelos (CIDHEM). Maestro en Gobierno y Asuntos Públicos por la UNAM y Licenciado en Ciencias Políticas y Administración Pública por la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx). Actualmente se desempeña como encargado del despacho de la dirección del Centro Universitario UAEM Amecameca.

Sergio Hilario Díaz (Ejutla de Crespo, Oaxaca). Doctor en Educación por el Centro de Estudios Superiores en Educación (CESE). Es Maestro en Administración de Organizaciones por la UNAM e Ingeniero Agrónomo Fitotecnista por la Universidad Autónoma del Estado de México. Actualmente se desempeña como Profesor de Tiempo Completo de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEM. Responsable del Programa de Fomento a la Lectura en la misma Facultad.

Guadalupe Melchor Díaz (Chalco, Estado de México). Doctora en Educación por el Centro de Estudios Superiores en Educación (CESE). Es Maestra en Administración de Organizaciones por la UNAM y Licenciada en Relaciones Internacionales por la misma Institución. Actualmente se desempeña como Profesora de Tiempo Completo de la Licenciatura en Nutrición en el Centro Universitario UAEM Amecameca. Responsable del Programa de Fomento a la Lectura del mismo Centro.

# Trayectoria Académica de los Estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Políticas y Administración Pública del C U UAEM Amecameca Aceptados en Segunda Convocatoria del Examen de Admisión (Generaciones 2018B y 2019B)

Campero G. N.<sup>1</sup>, Sánchez, R. M. A.<sup>2</sup>, Melchor, D. G.<sup>3</sup>, Díaz, S. H.<sup>4</sup> Universidad Autónoma del Estado de México. *Autor para correspondencia/Author for correspondence:* [camperomx53@gmail.com](mailto:camperomx53@gmail.com)

## Resumen

El objetivo es analizar la trayectoria académica de los estudiantes de la licenciatura en Ciencias Políticas y Administración Pública del Centro Universitario UAEM Amecameca, dependiente de la Universidad Autónoma del Estado de México frente a la trayectoria del conjunto global de estudiantes aceptados en esos años, particularmente sobre su índice de abandono y el de reprobación. También se buscó determinar los efectos del sexo sobre estos índices. El enfoque de investigación fue cuantitativo, el diseño no experimental, longitudinal y analítico descriptivo. Se contó con el apoyo de la Dirección del espacio académico, El Programa Tutorial, el Departamento de Control Escolar y la Agenda Estadística de la institución. Con base en los resultados se demostró que estos índices son más elevados en algunas ocasiones en los estudiantes provenientes de segunda oportunidad que el conjunto de los estudiantes aceptados y que el sexo y el nivel de estudios influyen en dichos indicadores.

**Palabras clave:** Abandono, Aceptación, Índices, Regularización, Reprobación

## Introducción

“El proceso de selección a la educación superior en México ha seguido la tendencia del uso de pruebas estandarizadas, principalmente aquellas diseñadas por el Consejo Nacional de Evaluación (CENEVAL) EXANI II” (Buendía, 59)

De acuerdo con la misma autora:

Este proceso de selección asume como supuesto que los alumnos elijen un conjunto de opciones en orden de preferencia y que el ingreso a ellas dependerá únicamente del conocimiento y habilidades de los sustentantes. De tal forma que el examen no considera, entre otros elementos la escuela de origen y el nivel socioeconómico de los estudiantes, promoviendo la reproducción de una sociedad altamente meritocrática, reafirmando entre otras cosas, que las posibilidades educativas dependen en gran parte de los méritos y/o cantidad de esfuerzo individuales de los sujetos Bordieu (1998, p.2003).

En este sentido la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) aplica el Índice UAEMéx, el cual considera un porcentaje del resultado obtenido en el EXANI II y le otorga otro porcentaje al promedio que el aspirante obtuvo en el bachillerato, la relación de porcentajes varía de una Facultad o Centro Universitario a otra u otro; en el caso de la Licenciatura en Nutrición, en el Centro Universitario UAEM Amecameca, se otorga un 90% al resultado del EXANI II y un 10% al promedio del bachillerato.

Por otro lado, la cobertura en educación superior ha sido motivo de atención desde años atrás. Ya en 2006, la ANUIES planteaba la necesidad de que las instituciones de educación superior conjuntaran esfuerzos para ampliar la cobertura de la educación superior en el país.

---

<sup>1</sup> M. en E. S. Narciso Campero Garnica es Profesor de Tiempo Completo del Centro Universitario UAEM Amecameca. [camperomx53@gmail.com](mailto:camperomx53@gmail.com) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Dr. Miguel Ángel de Guadalupe Sánchez Ramos es Director del Centro Universitario UAEM Amecameca, México. [masanchezr@uaemex.mx](mailto:masanchezr@uaemex.mx)

<sup>3</sup> Dra. Guadalupe Melchor Díaz es Profesora Investigadora de Tiempo Completo del Centro Universitario UAEM Amecameca. [gpe\\_md@yahoo.com.mx](mailto:gpe_md@yahoo.com.mx)

<sup>4</sup> Dr. en E. Sergio Hilarío Díaz es Profesor de Tiempo Completo de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEM, México. [camaoseh@yahoo.com.mx](mailto:camaoseh@yahoo.com.mx)

Durante la inauguración de la XLVII Sesión Ordinaria de LA ANUIES, que tuvo lugar en la Universidad Autónoma de Guadalajara en 2015, Jaime Valls Esponda, secretario general ejecutivo de esta asociación, afirmó que elevar la cobertura y la calidad son los principales retos que enfrenta la educación superior en México.

La Universidad Autónoma del Estado de México, (UAEM), al igual que otras universidades del país, ha implementado una serie de medidas para aumentar la cobertura en sus aulas, entre estas medidas se tienen: la creación de nuevos espacios para atención de los jóvenes, la creación de nuevas carreras y la implementación de la segunda convocatoria para examen de admisión con el fin de aceptar a más aspirantes de nivel licenciatura. Esta segunda convocatoria sólo se destina a licenciaturas de baja demanda o bien, para ocupar los lugares que dejan vacantes algunos aspirantes que fueron aceptados en la primera convocatoria pero que, por alguna razón, decidieron no concluir con su proceso de inscripción.

El Plan Rector de Desarrollo 2017-2021 señala que “De 2008 a 2016 se ha registrado un incremento de 60% en la matrícula general de alumnos aceptados, cifra que revela el importante esfuerzo para atender a mayor número de alumnos” (p. 61).

De acuerdo con el Plan General de Desarrollo 2009 -2021 de la Universidad Autónoma del Estado de México

La UAEM estará en posibilidades de promover un crecimiento ordenado de la matrícula, de tal forma que se garantice el ingreso y permanencia, con equidad y pertinencia, a toda persona que muestre la capacidad, además del interés, por cursar estudios profesionales. (p. 50)

En el mismo documento se establece que “Respecto del ingreso de los estudiantes, se transitará a un modelo que garantice la selección adecuada de las habilidades requeridas por el programa educativo que la persona desea cursar; así se garantizará la promoción y permanencia del alumnado” (p. 51)

En el Centro Universitario UAEM Amecameca se ofrecen siete licenciaturas (Administración, Ciencias Políticas y Administración Pública, Contaduría, Derecho, Lengua y Literatura Hispánicas, Medicina Veterinaria y Zootecnia y Nutrición), la Maestría en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, la Maestría en Sociología de la Salud, el Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales y el Doctorado en Sustentabilidad para el Desarrollo

De las siete licenciaturas, dos son de baja demanda, dos de demanda media y tres sobrepasan por su alta demanda.

La licenciatura en Ciencias Políticas y Administración Pública es una de las licenciaturas con baja demanda, con un grupo de nuevo ingreso por generación. Esta licenciatura en ocasiones emite una segunda convocatoria para cubrir los lugares que, por alguna razón, no ocuparon algunos aspirantes aceptados en la primera convocatoria y que no completaron su proceso de inscripción.

En el presente estudio se analiza la trayectoria académica de los estudiantes que ingresaron a primer semestre en los ciclos 2018B y 2019B, considerando sus índices de abandono y reprobación, para comparar su desempeño con respecto al grupo en general con el que se ha dado dicha trayectoria.

## **Problema**

La intención de la Universidad Autónoma del Estado de México ofrece a los aspirantes una segunda convocatoria para quienes no ingresaron en la primera ocasión y así aumenta la oportunidad a los jóvenes de realizar estudios de licenciatura, pero surgen preguntas como:

¿Los alumnos aceptados en segunda convocatoria realmente aprovechan esa oportunidad que la UAEM les otorgó?

¿El índice de abandono de los estudios por parte de los alumnos aceptados en segunda convocatoria es igual al de los estudiantes aceptados en general?

¿Los alumnos aceptados en segunda convocatoria presentan una trayectoria académica similar a los alumnos aceptados en general?

## **Objetivo**

Analizar la trayectoria académica de los estudiantes de la licenciatura en Ciencias Políticas y Administración Pública del Centro Universitario UAEM Amecameca, dependiente de la Universidad Autónoma del Estado de México, aceptados en la segunda convocatoria, frente a la trayectoria del conjunto global de estudiantes aceptados en esos años, particularmente sobre su índice de abandono y el de reprobación. También se buscó determinar los efectos del sexo sobre estos índices.

**Metodología.**

El enfoque de investigación fue cuantitativo, el diseño no experimental, transversal y analítico descriptivo. Para la recolección de los datos se utilizó la información del Departamento de Control Escolar respecto a los estudiantes (27) aceptados en segunda oportunidad del examen de admisión. El conjunto estuvo conformado por estudiantes de ambos sexos de la Licenciatura en Ciencias Políticas y Administración Pública (Generación 2018 con 17 casos y Generación 2019 con 10 alumnos). Los resultados más sobresalientes se presentan en tablas y gráficas.

**Resultados**

Ciencias Políticas y Administración Pública es una licenciatura de baja demanda, se abre un solo grupo por semestre. En 2018b aceptó 17 alumnos en la segunda convocatoria y en 2019b 10 alumnos con la misma característica.

Al comparar la distribución por sexo de los alumnos de la licenciatura en Ciencias Políticas y Administración Pública del primer semestre, se tiene que la proporción de hombres aceptados en la segunda convocatoria es mayor que la de los inscritos a primer semestre en general, para esta licenciatura. Ver gráficas 1 y 2.



Fuente: Datos recabados en el Departamento de Control Escolar

**Abandono escolar**

Como se muestra en la tabla 1, se recibieron alumnos en segunda convocatoria para los ciclos 2018b y 2019b.

En el caso de la generación 2018b, abandonaron durante el primer año el 18% de las mujeres y el 17% de los hombres, el **abandono global de estos alumnos es del 18%**, cifras muy parecidas respecto a los

**Tabla 1 Situación académica de los alumnos aceptados en segunda convocatoria 2018b – 2019b**

LICENCIATURA	2018B		2019		TOTAL	
	H	M	H	M	H	M
Ciencias Políticas y Administración Pública	2	2	2	2	4	4
	2	0	0	0	2	0
	0	0	1	1	1	1
	2	9	1	3	3	12
<b>TOTAL</b>	6	11	4	6	10	17
<b>ABANDONO</b>	<b>IRREGULARES</b>		<b>REGULARIZADOS</b>		<b>REGULARES</b>	

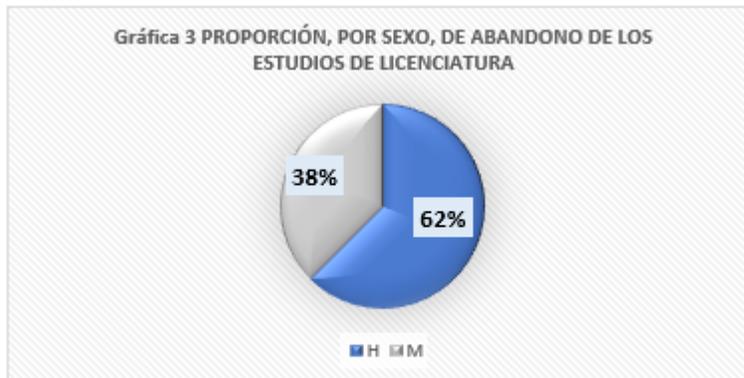
Fuente: Datos recabados en el Departamento de Control Escolar

índices generales de reducción de la matrícula de la licenciatura del primero al tercer de la carrera, que para el año 2018-2019 no superó el 22% para los hombres, el 17% para las mujeres y **el 19 % general**. Para esta misma generación, al pasar de segundo a tercer año, de los alumnos de segunda convocatoria abandona un hombre (20%) y ninguna mujer, lo que significa un abandono del 7% global, mientras que la licenciatura ve reducida su matrícula de segundo a tercer año en 2%. Cabe destacar que para el siguiente año ya no hubo bajas de los alumnos que ingresaron por la segunda convocatoria

Para el caso de loa alumnos aceptados en la segunda convocatoria de la generación 2019b, el 25% hombres y el 33% de las mujeres abandonaron al pasar del primero al segundo año, en general se tiene un 30% de abandono, mientras que la licenciatura presenta una disminución en la matrícula de 23% en hombres y 11 %

en mujeres con una cifra global del 17%; igual que en la generación anterior, al pasar segundo a tercer año, de los alumnos de segunda convocatoria abandona un hombre (33%) y ninguna mujer, lo que significa un abandono del 14% global, mientras que la licenciatura ve reducida su matrícula de segundo a tercer año en 22%

Al hacer un comparativo de las proporciones de hombres y mujeres que han abandonado los estudios de la licenciatura en Ciencias Políticas y Administración Pública, se tiene que los hombres lo hacen a razón de 5:3 de lo que corresponde a las mujeres. Ver gráfica 3



Fuente: Datos recabados en el Departamento de Control Escolar

### Trayectoria académica

La situación académica de los 27 alumnos aceptados entre los dos periodos se presenta en la gráfica 4.

De acuerdo con la información proporcionada por el Coordinador del Programa Tutorial, la situación de los 19 alumnos que continúan la carrera en cuanto al nivel de riesgo de fracasar en su objetivo de culminar la licenciatura, considerando el semáforo que maneja dicho programa, se muestra en la tabla 2.

Lo anterior muestra que además de los 8 alumnos que ya abandonaron la carrera, hay 2 más en alto riesgo de fracasar en la obtención del grado, lo que significaría que el 37% no concluyera los estudios de licenciatura.



Fuente: Datos recabados en el Departamento de Control Escolar

Al desglosar por sexo, las alumnas son quienes tienen el mayor porcentaje de cursar la licenciatura sin

Tabla 2 Nivel de riesgo de los alumnos, según el semáforo del Programa Tutorial

		SIN RIESGO	RIESGO BAJO Y MEDIO	ALTO RIESGO	TOTAL
2018	H	2	0	2	4
	M	9	0	0	9
2019	H	1	1	0	2
	M	3	1	0	4
TOTAL		15	2	2	19

Fuente: Datos proporcionados por el Coordinador del Programa Tutorial

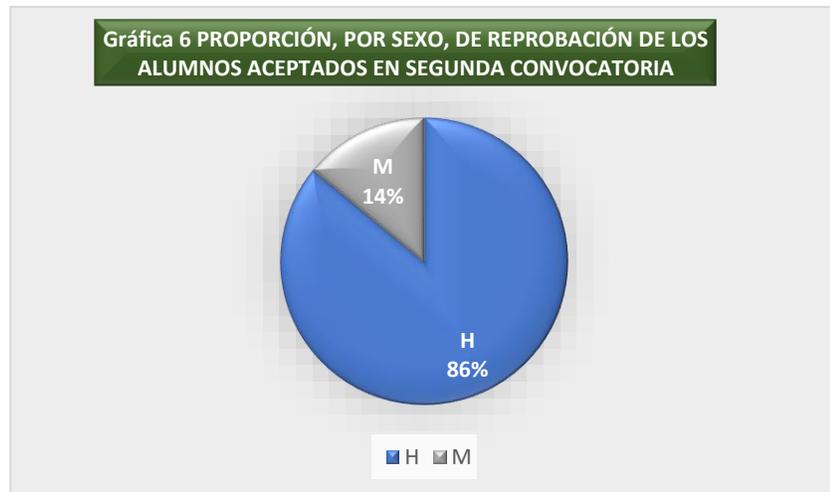
riesgo, y no tienen un alto riesgo para la carrera, los hombres presentan su mayor índice sin riesgo, pero también en el renglón de alto riesgo. Ver gráfica 5



Fuente: Datos proporcionados por el Coordinador del Programa Tutorial

### Índices de reprobación

En lo que se refiere a la proporción de los índices de reprobación (considerando tanto a los alumnos que actualmente son irregulares y los que se han regularizado) Los alumnos aceptados en la generación 2018b tienen un 17% de reprobados y la generación 2019b un 33%. Los hombres reprobaban en una proporción 6:1 respecto a las mujeres. Ver gráfica 6



Fuente: Datos recabados en el Departamento de Control Escolar

En cuanto a la trayectoria en los estudios, el índice de reprobación se mantiene uniforme salvo por el segundo semestre, como puede advertirse en la gráfica 7. Cabe señalar que, dependiendo de la generación, en ocasiones el índice de reprobación es mayor en los estudiantes aceptados en la segunda convocatoria.



Fuente: Datos recabados en el Departamento de Control Escolar

## Conclusiones

La implementación de la Segunda Convocatoria para aprovechar al máximo las instalaciones de la Universidad Autónoma del Estado de México tiene como resultado el abrir más oportunidades de estudiar a los jóvenes que por alguna razón no obtuvieron su aceptación en la primera etapa, con miras a formar más ciudadanos preparados, capaces de enfrentar con éxito los retos que la vida les depara.

En el caso de la Licenciatura en Ciencias Políticas y Administración Pública, impartida en el Centro Universitario UAEM Amecameca, algunos de estos alumnos son brillantes y muy comprometidos con la carrera, pero desafortunadamente un alto porcentaje de los aceptados abandona la misma.

Los resultados muestran que los índices de abandono y reprobación llegan a ser mayores en los alumnos aceptados en la segunda convocatoria, comparados con el conjunto de alumnos inscritos a la carrera. Lo anterior lleva a considerar, para un nuevo estudio, indagar sobre las características de los aspirantes a ingresar a través de la segunda convocatoria, ya que éstas pueden ser muy variadas, se puede detectar que algunos aspirantes presentaron el examen de ingreso en la primera convocatoria y no consiguieron ingresar; aspirantes que no presentaron en la primera convocatoria y lo hacen por primera vez en la segunda; habrá también quienes presentaron examen en la primera convocatoria para otra licenciatura, ya sea en la misma UAEM o en otra institución y no fueron aceptados, etc. Esto puede dar respuesta al por qué los índices de abandono y reprobación resultan mayores en los aspirantes que son aceptados en la segunda convocatoria y también advertir por qué entre estos alumnos hay quienes son muy destacados en los estudios de la licenciatura, llevando una trayectoria impecable. Se considera conveniente una entrevista con los aspirantes a la licenciatura para conocer sus expectativas sobre la carrera y darles a conocer más detalladamente lo que van a recibir en su formación, esto sería plausible para todos los aspirantes, pero en virtud de la falta de recursos, pudiera realizarse al menos con los de la segunda convocatoria.

Otra medida para apoyar a los estudiantes que ingresaron en la segunda convocatoria es que los tutores fortalezcan el trabajo particularmente con ellos, reduciendo con esto las posibilidades de abandono y reprobación.

Los resultados muestran que los hombres están en mayor riesgo que las mujeres de abandonar los estudios de licenciatura. En esta investigación todavía se desconocen las causas que provocan un mayor abandono proporcionalmente en hombres que en mujeres, la diferencia entre ambos sexos se debe seguramente a múltiples factores que vale la pena indagar para futuros estudios. Asimismo, resulta interesante indagar sobre las causas de la diferencia en los índices de reprobación.

## Bibliografía

- ANUIES (2015). Cobertura y calidad, grandes retos de la educación superior
- Buendía Espinosa, Ma. Angélica, & Rivera del Río, Roberto. (2010). Modelo de selección para el ingreso a la educación superior: el caso de la UACH. *Revista de la educación superior*, 39(156), 55-72. Recuperado en 10 de octubre de 2022, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-27602010000400004&lng=es&tng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-27602010000400004&lng=es&tng=es).
- Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Plan General de Desarrollo 2009 -2021 Universidad Autónoma del Estado de México. M. en C. Eduardo Gazca Pliego Rector  
[Plan General de Desarrollo 2009-2021 \(uaemex.mx\)](#)
- Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Plan Rector de Desarrollo Institucional 2017-2021 Universidad Autónoma del Estado de México Dr. en Ed. Alfredo Barrera Baca Rector  
[PRDI 2017 - 2021 \(uaemex.mx\)](#)
- Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Agenda Estadística 2019.  
[Agenda Estadística 2019 \(uaemex.mx\)](#)
- Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Agenda Estadística 2020.  
[Universidad Autónoma del Estado de México - Universidad Autónoma del Estado de México \(uaemex.mx\)](#)
- Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Agenda Estadística 2021.  
[Agenda Estadística 2021 \(uaemex.mx\)](#)

## Notas Biográficas

Narciso Campero Garnica (México, D. F.) Maestro en Enseñanza Superior por la UNAM e Ingeniero Químico por la misma Institución. Profesor de Educación Primaria por la Benemérita Escuela Nacional de Maestros. Ex Director del Centro Universitario UAEM Amecameca. Ex Coordinador del Programa Tutorial del mismo Centro. Ex Coordinador de la Licenciatura en Nutrición en el mismo espacio y actualmente se desempeña como Profesor de Tiempo Completo del C. U. UAEM Amecameca.

Miguel Ángel Sánchez Ramos (Amecameca, Estado de México). Doctor en Ciencias Políticas y Sociales por el Centro de Investigación en Docencias y Humanidades del Estado de Morelos (CIDHEM). Maestro en Gobierno y Asuntos Públicos por la UNAM y Licenciado en Ciencias Políticas y Administración Pública por la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMéx). Actualmente se desempeña como encargado del despacho de la dirección del Centro Universitario UAEM Amecameca.

Sergio Hilario Díaz (Ejutla de Crespo, Oaxaca). Doctor en Educación por el Centro de Estudios Superiores en Educación (CESE). Es Maestro en Administración de Organizaciones por la UNAM e Ingeniero Agrónomo Fitotecnista por la Universidad Autónoma del Estado de México. Actualmente se desempeña como Profesor de Tiempo Completo de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la UAEM. Responsable del Programa de Fomento a la Lectura en la misma Facultad.

Guadalupe Melchor Díaz (Chalco, Estado de México). Doctora en Educación por el Centro de Estudios Superiores en Educación (CESE). Es Maestra en Administración de Organizaciones por la UNAM y Licenciada en Relaciones Internacionales por la misma Institución. Actualmente se desempeña como Profesora de Tiempo Completo de la Licenciatura en Nutrición en el Centro Universitario UAEM Amecameca. Responsable del Programa de Fomento a la Lectura del mismo Centro.

## Condiciones Laborales que Afectan la Salud Mental de los Profesionales Sanitarios

Antonio de Jesús Campos Marín<sup>1</sup>, Gloria Margarita Gurrola Peña<sup>2</sup>, Patricia Balcázar Nava<sup>3</sup>, Oscar Armando Esparza del Villar<sup>4</sup>.

**Resumen**— El objetivo del presente estudio fue conocer las condiciones laborales que afectan la salud mental de los profesionales sanitarios médicos y de enfermería a través de una revisión. Dicha revisión se realizó en las bases EBSCO, Elsevier y PubMed, de las cuales se identificaron 3209 artículos y se seleccionaron 38 por cumplir con los criterios establecidos. Dichos estudios empíricos fueron publicados entre los años 2004 y 2022, en países como Perú, Colombia, México, Chile, España, Venezuela, Brasil, Taiwán, Ecuador, Bélgica, Francia, Bosnia y Herzegovina, Canadá, Singapur, Australia, China, Suecia, Japón e Italia. Los resultados de la revisión permiten considerar que algunas condiciones de trabajo caracterizadas por sobrecarga de trabajo, falta de insumos básicos, déficit de personal sanitario, entre otras, pueden afectar la salud mental de los trabajadores sanitarios; lo cual repercute negativamente en la calidad de atención y cuidados que otorgan a los pacientes.

**Palabras clave**—Condiciones de trabajo, Salud mental, Profesionales de la salud.

### Introducción

El trabajo es uno de los componentes más significativos en la vida de las personas, ya que es una de las actividades en donde se pasa la mayor parte del tiempo; a su vez, puede ser una fuente de bienestar o de malestar psicológico que afecta la salud mental de los trabajadores (Arrogante, 2014; Saldaña et al., 2020). Para ello, la salud mental es considerada un estado en el cual las personas pueden realizar sus capacidades y competencias de forma plena, alcanzar sus objetivos, así como ser capaces de gestionar los problemas de la vida, incluidos aquellos relacionados con el puesto de trabajo (Comisión Europea, 2019; Organización Mundial de la Salud, 2013). Al respecto, diversos estudios (De la Cruz et al., 2021; Pazarán-González et al., 2021; Reyes et al., 2021; Torres-Muñoz et al., 2020), consideran relevante priorizar la salud mental de los profesionales sanitarios, ya que las características de su profesión médica y de enfermería, así como las condiciones laborales a las que están expuestos, los hacen más vulnerables a desarrollar trastornos de salud mental.

Las condiciones laborales en contextos hospitalarios están determinadas por la necesidad de atención continua a los usuarios las 24 horas los 365 días del año, lo cual representa para los profesionales de la salud, la necesidad de laborar en turnos y descansar en días que podrían considerarse atípicos en comparación con otros trabajadores; para ello, dichas condiciones afectan la vida personal y la dinámica social de dichos profesionales, ante la imposibilidad de realizar actividades familiares o de ocio (Bonet et al., 2009; Vega, 2018). Ejemplo de ello, son las consecuencias de trabajar en el turno nocturno, que supone para los trabajadores de la salud una adaptación en los hábitos del sueño, con alteraciones en el ritmo circadiano y sus efectos, como pueden ser las variaciones en los ciclos hormonales, la temperatura corporal, o desregulaciones del sistema nervioso como son la frecuencia cardíaca y la presión arterial, entre otros factores asociados al malestar psicológico (Bonet et al., 2009; Lucas et al., 2022).

En relación con lo anterior, las condiciones laborales inherentes a las organizaciones hospitalarias, impactan significativamente en la vida de sus trabajadores, afectando su salud física y psicológica, así como en la calidad de la atención que se brinda a los pacientes; por lo tanto, la salud de los profesionales sanitarios es un indicador indirecto de la salud de una organización sanitaria, de esta forma conocer las características del contexto organizacional, predice si los trabajadores están en riesgo a desarrollar trastornos físicos y/o mentales que afecten su desempeño laboral (Zaghini et al., 2020). Para lo cual, las condiciones laborales se pueden dividir en dos categorías generales: por un lado, se consideran las demandas laborales que requieren esfuerzo, así como de habilidades cognitivas y emocionales, que en la interacción con aspectos físicos, psicosociales y organizativos del trabajo, tienen costos fisiológicos y psicológicos para el trabajador; por otro lado se encuentran los recursos laborales de los trabajadores, que tienen la función de cumplir con los objetivos organizacionales, reducir el impacto de las demandas laborales, así como los costos

<sup>1</sup> El Mtro. Antonio de Jesús Campos Marín es alumno del Doctorado en Psicología por la Universidad Autónoma del Estado de México, México. [acamposm915@alumno.uaemex.mx](mailto:acamposm915@alumno.uaemex.mx) (**Autor corresponsal**).

<sup>2</sup> La Dra. Gloria Margarita Gurrola Peña es catedrática e investigadora en la Universidad Autónoma del Estado de México, México. [gmgurrolap@uaemex.mx](mailto:gmgurrolap@uaemex.mx)

<sup>3</sup> La Dra. Patricia Balcázar Nava es catedrática e investigadora en la Universidad Autónoma del Estado de México, México. [pbalcazarn@uaemex.mx](mailto:pbalcazarn@uaemex.mx)

<sup>4</sup> El Dr. Oscar Armando Esparza del Villar es catedrático e investigador en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua. [oesparza@uacj.mx](mailto:oesparza@uacj.mx)

fisiológicos y psicológicos asociados con las actividades del trabajo, a su vez estimulan el crecimiento personal, el aprendizaje y el desarrollo; de esta forma, la adaptación tanto de las demandas como de los recursos laborales, se considera necesaria para la salud mental en las ocupaciones relacionadas con los profesionales de la salud (Cheng et al., 2020).

Por todo lo anterior, el objetivo del presente estudio fue conocer las condiciones laborales que afectan la salud mental de los profesionales sanitarios médicos y de enfermería a través de una revisión.

### Descripción del método

Se llevó a cabo una revisión de la bibliografía disponible en las bases de datos EBSCO, Elsevier y PubMed. Los términos de búsqueda utilizados se organizaron en torno a los siguientes criterios: 1. Descriptores en Ciencias de la Salud con términos designados en español: “Condiciones de trabajo”, “Salud mental” y “Profesionales de la salud”, así como en inglés: “Work organization”, “Mental health” y “Healthcare professionals”. 2. Se estableció que el tiempo de publicación de los artículos fuera de los últimos 20 años, para considerar las condiciones laborales precedentes a la pandemia por COVID-19. 3. Se consideraron únicamente estudios empíricos, excluyendo para ello artículos de revisión, revisiones sistemáticas y metaanálisis. La búsqueda se llevó a cabo los días 24 y 25 de agosto de 2022, de la cual se identificaron 3209 artículos y se seleccionaron 38 por cumplir con los criterios establecidos. Por cada artículo seleccionado, se llevó a cabo un análisis de sus resultados para clasificarse en 5 categorías generales: 1. Determinantes contextuales de las condiciones de trabajo; 2. Determinantes personales de las condiciones de trabajo; 3. Factores mediadores de salud mental ante las condiciones laborales; 4. Repercusiones de las condiciones laborales adversas; y 5. Salud mental ante las condiciones laborales por la pandemia de COVID-19.

### Resultados

Los 38 artículos seleccionados se muestran en la Tabla 1, dichos estudios empíricos fueron publicados entre los años 2004 y 2022, en países como Perú, Colombia, México, Chile, España, Venezuela, Brasil, Taiwán, Ecuador, Bélgica, Francia, Bosnia y Herzegovina, Canadá, Singapur, Australia, China, Suecia, Japón e Italia; en revistas relacionadas con Psicología, Salud Mental, Medicina, Enfermería, Salud Pública, Salud Ocupacional y Psiquiatría.

ARTÍCULO	AUTORES	AÑO DE PUBLICACIÓN	PAÍS	REVISTA
<b>EBSCO</b>				
Clima laboral, burnout y perfil de personalidad: un estudio en personal asistencial de un hospital público en Lima.	Vizcarra, M., Llaja, V., y Talavera, J.	2015	Perú	Informes Psicológicos
Condiciones laborales y grado de satisfacción de profesionales de enfermería.	Herrera, A., y Manrique, A.	2008	Colombia	Aquichan
Digital survey of mental health, associated psychosocial, and work factors in medical specialty residents in the Guadalajara metropolitan area.	Aldana, L., Foulkes, G., Ojeda, P., Carmona, H., Acosta, F.	2021	México	Salud Mental
Estrategias del equipo de salud para afrontar la muerte de niños y adolescentes con cáncer.	López, M., Vega, P., Carrasco, P., González, B., Abarca, E., Rojo, L., y González, R.	2022	Chile	Revista Cubana de Enfermería
Estresores percibidos asociados a la presencia de burnout en médicos residentes.	García, R., Zárate, N., Castillo, J., Acosta, C., y Landa, E.	2022	México	Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social
Evaluación del burnout y bienestar psicológico en los profesionales sanitarios del País Vasco.	Amutio, K., Ayestaran, E., y Smith, J.	2008	España	Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones

Factores laborales y nivel de estrés en enfermeras de centro quirúrgico.	Calderón, I., y Rivas, D.	2021	Perú	Revista Cubana de Enfermería
Influencia de la jornada de trabajo en la salud del personal de enfermería.	Vega, N. M.	2018	Colombia	Cultura de los Cuidados
Jornadas laborales y sus repercusiones en médicos residentes en un hospital de segundo nivel.	Prieto, M., Jiménez, B., Cázares, R., Vera, H., y Esparza, P.	2015	México	Medicina Interna de México
La migración de médicos en Venezuela.	Hernández, T., y Gómez, O. (2011).	2011	Venezuela	Revista Panamericana de Salud Pública
Personalidad resistente, autoeficacia y estado general de salud en profesionales de enfermería de cuidados intensivos y urgencias.	Ríos, R., Sánchez, M., y Godoy, F.	2010	España	Psicothema
Riesgos psicosociales laborales, características organizacionales y salud mental: el rol mediador de la violencia laboral.	Palma, A., Gerber, M., y Ansoleaga, E.	2022	Chile	Psykhe
Sociodemografía y estrés en enfermeras cuidadoras de pacientes crónicos.	Oviedo, C., Rivas, C., y Caballero, Z.	2018	Colombia	Revista Cubana de Enfermería.
Trastornos mentales y calidad de vida relacionada con la salud en profesionales de Unidades de Cuidados Intensivos.	Lemos, F., Franco, A., Valdelamar, J., Nova, A., Silva, M., y Lins, K.	2022	Brasil	Interdisciplinaria
Validación de un cuestionario sobre condiciones de salud y bienestar psicológico en el personal de enfermería.	Vega, M., y Serna, G.	2020	Colombia	Revista Cubana de Enfermería
Lifestyle, sociodemographic and occupational characteristics and pain in nursing professionals with low back pain.	Rusch, H., Nepomuceno, P., Santos, R., y Pohl, H.	2022	Brasil	Revista de Enfermagem Referência
Reducing work-related stress in nursing personnel: applying an intervention.	Ferreira, S., Silva, J., Carmo, C., y Oliveira, G.	2021	Brasil	Aquichan
Underlying influence of perception of management leadership on patient safety climate in healthcare organizations: a mediation analysis approach.	Weng, S., Kim, S., y Wu, C.	2016	Taiwán	International Journal for Quality in Health Care
<b>ELSEVIER</b>				
Burnout y malestar psicológico en los residentes de medicina familiar y comunitaria.	Ovejas, L., Izquierda, F., Rodríguez, B., Rodríguez, B., García, B., Alonso, M. y Alonso, M.	2020	España	Atención Primaria
Crisis en el sector sanitario: impacto percibido en las condiciones de trabajo de las enfermeras.	Granero, L., Blanch, R., Roldán, M. Torralbas, O., y Escayola, M.	2017	España	Enfermería Clínica

Factores relacionados con efectos adversos psiquiátricos en personal de salud durante la pandemia de COVID-19 en Ecuador.	Pazmiño, E., Alvear, V., Saltos, C., y Pazmiño, P.	2021	Ecuador	Revista Colombiana de Psiquiatría
Impacto psicológico de la COVID-19 en una muestra de profesionales sanitarios españoles.	Dosil, S., Ozamiz, E., Redondo, R., Alboniga, M., y Picaza, G.	2021	España	Revista de Psiquiatría y Salud Mental
Los trabajadores de áreas de cuidados críticos como segundas víctimas del SARS-CoV-2: resultados de una encuesta.	Tejedor, R., Vinuesa, S., y Aranaz, A.	2022	España	Journal of Healthcare Quality Research
Preocupación por el contagio de la COVID-19 y carga laboral como predictores del malestar psicológico durante la emergencia sanitaria en personal de salud de Perú.	Carranza, E., Mamani, B., Quinteros, Z., y Farfán, S.	2021	Perú	Revista Colombiana de Psiquiatría
Trastorno de estrés postraumático en enfermeras durante la pandemia de COVID-19.	Blanco, D., Vieja, S., Macip, B., y Tercero, C.	2022	España	Enfermería Clínica
Turno nocturno: un factor de riesgo en la salud y calidad de vida del personal de enfermería.	Bonet, P., Moliné, P., Olona, C., Gil, M., Bonet, N., Les, M., Iza, M., y Bonet, P.	2009	España	Enfermería Clínica

**PUBMED**

COVID-19 is having a destructive impact on health-care workers' mental well-being.	Vanhaecht, K., Seys, D., Bruyneel, L., Cox, B., Kaesemans, G., Cloet, M., Van, K., Cools, O., Witte, A., Lowet, K., Hellings, J., Bilsen, J., Lemmens, G., y Claes, S.	2020	Bélgica	International Journal for Quality in Health Care
Effects of work conditions and organisational strategies on nurses' mental health during the COVID-19 pandemic.	Li, M., Pien, C., Kao, C., Kubo, T., y Cheng, J.	2022	Taiwán	Journal of Nursing Management
Health impact of work stressors and psychosocial perceptions among French hospital workers during the COVID-19 outbreak: a cross-sectional survey.	Lucas, D., Brient, S., Eveillard, M., Gressier, A., LeGrand, T., Pougnet, R., Dewitte, D., y Loddé, B.	2022	Francia	BMJ Open
Identification of causes of the occupational stress for health providers at different levels of health care.	Trifunovic, N., Jatic, Z., & Kulenovic, A. D.	2017	Bosnia y Herzegovina	Medical Archives
Impact of the COVID-19 pandemic on the mental health of professionals in 77 hospitals in France.	Fournier, A., Laurent, A., Lheureux, F., Ribeiro-Marthoud, A., Ecarnot, F., Binquet, C., y Quenot, P.	2022	Francia	PLOS ONE
Impacts of morally distressing experiences on the mental health of Canadian health care workers during the COVID-19 pandemic.	Plouffe, A., Nazarov, A., Forchuk, A., Gargala, D., Deda, E., Le, T., Bourret-Gheysen, J., Jackson, B., Soares, V., Hosseiny, F., Smith, P., Roth, M.,	2021	Canada	European Journal of Psychotraumatology

	MacDougall, G., Marlborough, M., Jetly, R., Heber, A., Albuquerque, J., Lanius, R., Balderson, K., Dupuis, G., y Richardson, D.			
Influence of work environment on emotional health in a health care setting.	Chan, O., y Huak, Y.	2004	Singapur	Occupational Medicine
Mental health nurses' psychological well-being, mental distress, and workplace resilience: a cross-sectional survey.	Delgado, C., Roche, M., Fethney, J., y Foster, K.	2021	Australia	International Journal of Mental Health Nursing
Nurses' mental health and patient safety: an extension of the Job Demands-Resources model.	Cheng, H., Yang, H., Ding, Y., y Wang, B.	2020	China	Journal of Nursing Management
Mental health nursing staff's attitudes towards mental illness: an analysis of related factors.	Mårtensson, G., Jacobsson, W., & Engström, M.	2014	Suecia	Journal of Psychiatric and Mental Health Nursing
Qualitative investigation into the mental health of healthcare workers in Japan during the COVID-19 pandemic.	Kotera, Y., Ozaki, A., Miyatake, H., Tsunetoshi, C., Nishikawa, Y., Kosaka, M., y Tanimoto, T.	2022	Japón	International Journal of Environmental Research and Public Health
The influence of work context and organizational well-being on psychophysical health of healthcare providers.	Zaghini, F., Vellone, E., Maurici, M., Sestili, C., Mannocci, A., Ercoli, E., Magnavita, N., La Torre, G., Alvaro, R., y Sili, A.	2020	Italia	La Medicina del Lavoro

Tabla 1. Características generales de los artículos seleccionados

Las condiciones laborales sanitarias pueden estudiarse desde sus determinantes contextuales, los cuales se definen como factores extrínsecos que no pueden modificarse directamente por el trabajador, ya que son atribuibles a la exposición de factores físicos, biológicos, políticas, estilos de supervisión, disponibilidad de recursos materiales, tipos de contratación y aspectos relacionados con las exigencias de la profesión médica y de enfermería (Herrera y Manrique, 2008). Para ello, en los resultados de la presente revisión, se consideran en la Tabla 2, los determinantes contextuales de las condiciones laborales que afectan la salud mental de los profesionales de la salud, de acuerdo con los estudios de la bibliografía consultada (Aldana et al., 2021; Calderón y Rivas, 2021; Chan y Huak, 2004; Ferreira et al., 2021; García et al., 2022; Granero et al, 2017; Hernández y Gómez, 2011; Lemos et al., 2022; López et al., 2022; Oviedo et al., 2018; Palma, 2022; Prieto et al., 2015; Trifunovic et al., 2017).

#### DETERMINANTES CONTEXTUALES

##### Determinantes físicos y biológicos

- Riesgo de infección por exposición a patógenos.
- Contacto con sustancias tóxicas.

##### Determinantes del entorno hospitalario

- Sobrecarga de trabajo.
- Déficit de personal sanitario.
- Falta de equipamiento básico, medicamentos e infraestructura.
- Clima laboral poco saludable: aumento en la jornada laboral, reducción del número de días de descanso, rotación de servicios y turnos.
- Divulgación deficiente de información sobre las decisiones organizacionales por parte de las autoridades.
- Largas jornadas de trabajo.
- Ambientes académicos poco estimulantes.

##### Determinantes profesionales

- Atención a pacientes con altas demandas emocionales.
- Alta complejidad y exigencia en las actividades asistenciales que se realizan.

- 
- Alta exigencia académica y grado de competitividad.
  - Perspectivas limitadas de crecimiento profesional.
  - Posibilidad de litigios legales relacionados con la atención de pacientes.
  - Falta de reconocimiento del trabajo realizado.

#### **Determinantes sociales**

- Liderazgos autoritarios: control excesivo de la tarea en actividades de supervisión, ejercer presión para lograr los objetivos.
- Deficiencias en la comunicación y en los estilos de liderazgo.
- Falta de apoyo por parte de jefes de servicio.
- Violencia laboral: intimidación o acoso en el lugar de trabajo.
- Falta de colaboración y conflictos entre profesionales de la salud.

#### **Determinantes del sistema de salud**

- Precariedades en la retribución económica.
  - Inestabilidad en el tipo de contratación y en los derechos laborales.
  - Sistema institucional rígido.
  - Crisis socioeconómica del modelo sanitario.
- 

Tabla 2. Determinantes contextuales de las condiciones de trabajo

Los determinantes personales de las condiciones laborales hospitalarias se refieren a aquellos aspectos intrínsecos, cuyas características están determinadas por aspectos físicos, psicológicos y sociales de los trabajadores de la salud (Herrera y Manrique, 2008). Para ello, en los resultados de la presente revisión, se consideran en la Tabla 3, los determinantes personales relacionadas con las condiciones laborales que afectan la salud mental de los profesionales de la salud, de acuerdo con los estudios de la bibliografía consultada (Aldana et al., 2021; Amutio et al., 2008; Calderón y Rivas, 2021; Chan y Huak, 2004; García et al., 2022; Lemos et al., 2022; Mårtensson et al., 2014; Ovejas et al., 2020; Oviedo et al., 2018; Prieto et al., 2015; Vega y Serna, 2020; Vega, 2018; Vizcarra et al., 2015; Zaghini et al., 2020).

### **DETERMINANTES PERSONALES**

---

#### **Determinantes psicológicos**

- Atender pacientes de manera continua, cuya enfermedad implique sufrimiento o muerte.
- Fatiga laboral que predice afecciones físicas, psicológicas, sociales y profesionales.
- Dormir pocas horas, baja actividad física, afectación en el tiempo libre, insatisfacción en las relaciones sociales de familia, pareja o amigos.
- Dificultades para equilibrar la vida profesional y la vida personal, cuando se afecta la convivencia con personas significativas para el trabajador, así como una reducción en actividades de ocio.
- Presenciar eventos perturbadores o angustiantes relacionados con la atención a los pacientes, como es la atención a alguien gravemente herido o muerto.

#### **Afecciones a la salud mental**

- Estrés laboral.
- Burnout: baja realización personal, despersonalización y cansancio emocional.
- Deterioro de la salud física: cefaleas, insomnio.
- Ansiedad.
- Depresión.
- Cambios de conducta: irritabilidad, dificultad para la concentración, abuso de sustancias (tabaco, antidepresivos, antipsicóticos, cannabis, anfetaminas y estimulantes, entre otras).
- Malestar psicológico: síntomas de despersonalización, afectación en el juicio y estados de ánimo.
- Deterioro en la calidad de vida.

#### **Aspectos que impiden la atención a la salud mental**

- Percepción de que la relación laboral pueda afectarse, en caso de que los colegas o las autoridades conozcan que el trabajador requiere de atención en salud mental.
  - Falta de conocimiento de cómo acceder a los servicios de atención a la salud mental.
  - El estigma social y las conductas discriminatorias relacionadas con padecimientos de salud mental.
  - La falta de tiempo.
- 

Tabla 3. Determinantes personales de las condiciones de trabajo

Los factores mediadores de salud mental ante las condiciones laborales se refieren tanto a factores protectores y de riesgo, que previenen o que afectan la salud mental en las actividades que están relacionadas con el trabajo (Góngora y Casullo, 2009; González y Pérez, 2011). Para ello, en los resultados de la presente revisión, se consideran en la Tabla 4, los factores mediadores de salud mental ante las condiciones laborales, que están relacionados con los profesionales de la salud, de acuerdo con los estudios de la bibliografía consultada (Aldana et al., 2021; Amutio et al., 2008; Herrera y Manrique, 2008; Ovejas et al., 2020; Oviedo et al., 2018; Palma, 2022; Ríos, 2010; Weng et al., 2016).

## FACTORES MEDIADORES DE SALUD MENTAL ANTE LAS CONDICIONES LABORALES

### Factores protectores de salud mental

- Apoyo social.
- Liderazgos constructivos.
- Clima laboral con buenas relaciones entre compañeros y con el jefe inmediato.
- Horario y turno de trabajo favorecedores.
- Satisfacción laboral.
- Autoeficacia para influir activamente en el curso de los acontecimientos laborales.
- Dureza emocional.
- Bienestar psicológico.
- Estar involucrado en actividades relacionadas con la docencia y la investigación.
- Estrategias en mindfulness, manejo del estrés y habilidades comunicativas.

### Factores de riesgo a la salud mental

- Profesionales sanitarios que trabajan en hospitales públicos, que son interinos y que atienden a un mayor número de pacientes.
- Trabajar más de 80 horas a la semana.
- No ejercer actividades de supervisión o coordinación.
- Bajos niveles de bienestar psicológico.

Tabla 4. Factores mediadores de salud mental ante las condiciones laborales

Las condiciones laborales adversas, se refieren a los mecanismos que impiden generar un desarrollo efectivo de las actividades relacionadas con el trabajo, tanto a nivel de los procesos de la organización, así como de las destrezas del trabajador (Tomasina, 2012). Para ello, en los resultados de la presente revisión, se consideran en la Tabla 5, las repercusiones de las condiciones laborales adversas que están relacionados con los profesionales de la salud, de acuerdo con los estudios de la bibliografía consultada (Aldana et al., 2021; Amutio et al., 2008; Calderón y Rivas, 2021; Cheng et al., 2020; Ferreira et al., 2021; Granero et al., 2017; Ovejas et al., 2020; Oviedo et al., 2018; Prieto et al., 2015; Rusch et al., 2022; Tejedor et al., 2022; Trifunovic et al., 2017; Vega y Serna, 2020; Palma, 2022).

## REPERCUSIONES DE LAS CONDICIONES LABORALES ADVERSAS

### Repercusiones organizacionales en la atención hospitalaria

- Debilitan los servicios de salud.
- Repercute negativamente en la calidad de la atención y cuidados de los pacientes, así como en la insatisfacción de los usuarios.
- Aumento de indicadores de morbilidad, mortalidad, infecciones nosocomiales y reportes de eventos adversos en los pacientes.
- Errores en la praxis profesional en tareas que requieren atención sostenida, con posibles repercusiones en la salud y en la recuperación de los pacientes.

### Repercusiones en el trabajador

- Afecciones físicas y psicológicas que afectan la capacidad para trabajar de forma eficiente (burnout, lumbalgias, estrés, ansiedad, depresión, bajos niveles de bienestar psicológico y abuso de sustancias).
- Enfermedades laborales con altos niveles de ausentismo.
- Insatisfacción en el trabajo, limitación en el desarrollo personal y profesional.

Tabla 5. Repercusiones de las condiciones laborales adversas

Profesionales sanitarios de primera línea, fueron expuestos a un mayor riesgo de desarrollar trastornos de salud mental, debido a los nuevos desafíos causados por la pandemia de COVID-19, que incluyeron la vivencia de estrés, miedo e incertidumbre, así como de aquellas adaptaciones en los contextos laborales hospitalarios (Gordon, 2020). Para ello, en los resultados de la presente revisión, se consideran en la Tabla 6, los aspectos relacionados con la salud mental ante las condiciones laborales por la pandemia de COVID-19 de los profesionales de la salud, de acuerdo con los estudios de la bibliografía consultada (Chan y Huak 2004; Delgado et al., 2021; Fournier et al., 2022; Kotera et al., 2022; Li et al., 2022; Lucas et al., 2022; Plouffe et al., 2021; Vanhaecht et al., 2020; Zaghini et al., 2020).

## SALUD MENTAL ANTE LAS CONDICIONES LABORALES POR LA PANDEMIA DE COVID-19

### Condiciones laborales durante la pandemia por COVID-19 que afectaron la salud mental

- Riesgo de contagio.
- Exposición prolongada a pacientes gravemente enfermos.
- Muerte de algún colega conocido a consecuencia de la pandemia.
- Agotamiento por el uso constante del equipo de protección personal ante la amenaza de contagio.
- Aumento de la carga de trabajo.

- 
- Falta de pruebas rápidas de COVID-19 para la prevención entre los trabajadores de la salud.
  - Liderazgos orientados a la tarea.
  - Escases del equipo básico necesario para la atención médica.
  - El estigma social.
  - Incertidumbre sobre las condiciones de trabajo.
  - Situaciones que demandaron decisiones dilemáticas de tipo morales y éticas en la atención a pacientes gravemente comprometidos.

#### **Efectos psicológicos de la pandemia por COVID-19**

- Afecciones psicológicas que ya afectaban a los trabajadores sanitarios se vieron agudizadas durante la pandemia por COVID-19 (estrés postraumático, ansiedad, depresión, fatiga e insomnio).

#### **Factores mediadores de salud mental durante la pandemia por COVID-19**

- Afecciones psicológicas como el estrés postraumático, se vieron agudizadas por aspectos personales como ser soltero, viudo, divorciado o tener interacciones sociales reducidas.

#### **Acciones de prevención en salud mental postpandemia por COVID-19**

- Considerar planes de rehabilitación psicológica basados en evidencia, para dar seguimiento a la salud mental y el bienestar general de los profesionales de la salud después de la pandemia por COVID-19.
- Gestionar entornos con mecanismos de apoyo psicológicos para prevenir la salud mental de los profesionales sanitarios.
- Los efectos del estrés pueden amortiguarse mediante el uso de estrategias de afrontamiento positivas, la búsqueda de apoyo social y la satisfacción con el trabajo.
- Promoción de la salud que incluyen programas de educación sobre manejo del estrés, que integre exámenes físicos y psicológicos de detección oportuna para los trabajadores de la salud.
- Intervenciones que consideren estrategias de autocuidado, bienestar psicológico, reevaluación cognitiva, regulación emocional y resiliencia en el lugar de trabajo.

---

Tabla 6. Salud mental ante las condiciones laborales por la pandemia de COVID-19

### **Consideraciones finales**

Los artículos de la bibliografía revisada concuerdan con otros estudios (Berenzon et al., 2013; De la Cruz et al., 2021; Díaz-Castro et al., 2020; Pazaran-González et al., 2021; Rentería, 2018; Reyes et al., 2021; Torres-Muñoz et al., 2020), que reconocen a la salud mental como un asunto prioritario, ya que los trastornos mentales causan del 35 al 45% del ausentismo laboral a nivel mundial, además de representar un problema relevante de salud pública, ya que están incluidos en el aumento de los padecimientos no transmisibles, los cuales constituyen un riesgo de salud pública, debido a los altos costos económicos, sociales y de años vividos con discapacidad de quien los padece; de esta forma, refieren a su vez, la importancia de priorizar la salud mental de los profesionales de la salud, como una población vulnerable a desarrollar estrés, burnout, ansiedad, depresión, entre otros efectos negativos, debido a la exposición de las condiciones de trabajo hospitalarias, además de que en sus funciones se encuentra la responsabilidad de atender funciones vitales para otros seres humanos. En cuanto a las condiciones laborales que afectan la salud mental en la bibliografía consultada, éstas coinciden con otros estudios (García et al., 2018; Sánchez-Uriz et al., 2006) que consideran, que el malestar psicológico de los profesionales sanitarios se relaciona con las características de su puesto, turno, antigüedad y servicio laboral, influido en gran medida por el funcionamiento del sistema hospitalario; de forma que aquellos servicios hospitalarios que requieren la toma de decisiones con alta responsabilidad en aspectos vitales para la atención de los pacientes, como son los servicios de urgencias y unidades de cuidados intensivos presentan mayores problemas psiquiátricos reportados en dichos profesionales.

La salud mental se encuentra mediada por factores protectores y de riesgo, la importancia de su investigación radica en que orienta cuáles podrían ser aquellas variables con mejores resultados en intervenciones y estrategias de prevención basados en evidencia, ante las condiciones laborales adversas e inevitables en contextos hospitalarios (Berenzon et al., 2013; Díaz-Castro et al., 2020; Rentería, 2018). Para ello, los factores mediadores de salud mental ante las condiciones laborales en la bibliografía consultada, concuerda con otros estudios (Amutio et al., 2008; Chávez, 2021; Gómez et al., 2019; Arrogante, 2014; Rivera-Porras et al., 2018; Vázquez et al., 2009), que consideran al bienestar psicológico como un factor mediador ante los efectos de experiencias negativas, ya que puntajes elevados están asociados con mejores índices de hemoglobina glucosilada, disminución en los porcentajes de cortisol en saliva, menores niveles de factores inflamatorios (IL-6 y su receptor sIL-6r), tasas más elevadas de colesterol HDL; además también está asociado con la presencia de conductas saludables y un buen afrontamiento ante circunstancias generadoras de estrés; sin embargo, deficiencias en índices de bienestar psicológico predicen mayores índices de estrés, ansiedad, depresión, presencia de conductas que ponen en riesgo a la salud (alcoholismo, tabaquismo, obesidad o sedentarismo); así como un mayor riesgo de cometer errores en las actividades de su trabajo. Al respecto, autores como Blanco-Donoso et al. (2018) y Saldaña et al. (2020), consideran que, para lograr un buen desarrollo de las labores en los espacios de trabajo, se requiere de una buena salud mental, pero en consideración a su bienestar psicológico, ya

que lo consideran como un recurso personal, relacionado con la habilidad para ejercer influencia sobre el medio que rodea al trabajador, además de amortiguar el impacto negativo de las actividades relacionadas con el trabajo.

En cuanto a las repercusiones de las condiciones laborales adversas relacionadas con los profesionales de la salud de acuerdo con los estudios de la bibliografía consultada, otros estudios (Amutio et al., 2008; Muñoz et al., 2020; Sánchez-Uriz et al., 2006; Sos et al., 2019), refieren al estrés como una de las repercusiones laborales más significativas, que provoca respuestas no adaptativas a través de mecanismos psicofisiológicos activados, de ésta forma, la exposición al estrés genera altas concentraciones de cortisol, que según el tiempo de exposición al estresor, puede generar afecciones cardiovasculares, respiratorias, gastrointestinales, inmunitarias, endocrinas y musculares, así como respuestas desadaptativas a nivel emocional, cognitivo o conductual, limitando el funcionamiento de quien las padece. Por lo tanto, diversos estudios (Durán, 2010; Pazarán-González et al., 2021; Reyes et al., 2021; Rivera-Porras et al., 2018) consideran, que el estrés laboral causa afecciones fisiológicas y mentales, por ello, surge la necesidad de atenderse como una prioridad máxima en el ámbito mundial; no obstante, en el contexto actual mexicano hace falta que las organizaciones sanitarias lleven a cabo detecciones oportunas para identificar riesgos, mediante pruebas psicológicas de autoreporte, así como tamizajes de innovación como la medición de cortisol.

Los aspectos relacionados con la salud mental de los profesionales de la salud ante las condiciones laborales por la pandemia COVID-19 en la presente revisión, concuerdan con otros autores (Reyes et al., 2021) que refieren, que dichos efectos psicológicos podrían durar de 1 a 3 años entre el 10 y el 40% de dichos profesionales, por lo cual, se requiere de investigaciones que prioricen su salud mental en el largo plazo. Al respecto, otros estudios (Plouffe et al., 2021) consideran, que los trabajadores de la salud durante la pandemia de COVID-19, se enfrentaron a situaciones que demandaron decisiones dilemáticas de tipo morales y éticas, como fue la necesidad de racionalizar camas, ventiladores, oxígeno u otros recursos físicos escasos y utilizarlos selectivamente para la atención entre paciente gravemente enfermos, con necesidad de escoger de entre aquellos con menores comorbilidades, lo cual involucro la vida de otros pacientes; no obstante, existen otras condiciones laborales fuera del contexto de la pandemia, que de igual manera podrían asociarse con dilemas morales que afecten la calidad de la atención a los pacientes en el día a día, por lo tanto, condiciones laborales en contextos hospitalarios y su capacidad de respuesta oportuna, juega un papel importante para prevenir afecciones de salud mental en profesionales de la salud, para ello se requiere garantizar al menos que los liderazgos organizacionales sean empáticos con los trabajadores de la salud, así como garantizar la disponibilidad oportuna de recursos físicos y de plantillas de personal, como pueden ser equipo electro médico, medicamentos y la cobertura suficiente de personal médico y de enfermería, para la atención de pacientes en las organizaciones de salud.

## Referencias

- Aldana, L., Foulkes, G., Ojeda, P., Carmona, H., Acosta, F., (2021). Digital survey of mental health, associated psychosocial, and work factors in medical specialty residents in the Guadalajara metropolitan area. *Salud Mental*, 44(5), 221-228. <https://doi.org/10.17711/SM.0185-3325.2021.029>
- Amutio, K. A., Ayestaran, E. S., y Smith, J. S. (2008). Evaluación del burnout y bienestar psicológico en los profesionales sanitarios del País Vasco. *Revista de Psicología del Trabajo y de las Organizaciones*, 24(2), 235-252. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=231316495006>
- Arrogante, M. Ó. (2014). *Estudio del bienestar en personal sanitario: relaciones con resiliencia, apoyo social, estrés laboral y afrontamiento* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Educación a Distancia UNED]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=44107>
- Berenzon, G. S., Saavedra, S. N., Medina, I. M., Aparicio, B. V., y Galván, R. J. (2013). Evaluación del sistema de salud mental en México: ¿hacia dónde encaminar la atención? *Rev. Panam Salud Publica*, 33(4), 52-58. <https://www.scielosp.org/pdf/rpsp/2013.v33n4/252-258/es>
- Blanco, D., Vieja, S., Macip, B., y Tercero, C. (2022). Trastorno de estrés postraumático en enfermeras durante la pandemia de COVID-19. *Enfermería Clínica*, 32(2), 92-102. doi:10.1016/j.enfcli.2021.10.015
- Blanco-Donoso, L. M., Carmona, C. I., Moreno, J. B., Rodríguez, P. M., Almeida, C., Garrosa, E. (2018). Estrés y bienestar en profesionales de enfermería intensiva dentro del ámbito de la donación y el trasplante de órganos: una propuesta desde la psicología de la salud ocupacional. *Medicina y seguridad del trabajo*, 64(252), 244-262. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6739305>
- Bonet, P., Moliné, P., Olona, C., Gil, M., Bonet, N., Les, M., Iza, M., y Bonet, P. (2009). Turno nocturno: un factor de riesgo en la salud y calidad de vida del personal de enfermería. *Enfermería Clínica*, 19(2):76-82. <https://doi.org/10.1016/j.enfcli.2008.10.010>
- Calderón, I., y Rivas, D. (2021). Factores laborales y nivel de estrés en enfermeras de centro quirúrgico. *Revista Cubana de Enfermería*, 37(4), 1-18. <http://www.revenfermeria.sld.cu/index.php/enf/article/view/4143>
- Carranza, E., Mamani, B., Quinteros, Z., y Farfán, S. (2021). Preocupación por el contagio de la COVID-19 y carga laboral como predictores del malestar psicológico durante la emergencia sanitaria en personal de salud de Perú. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 7(2), 1-7. doi:10.1016/j.rcp.2021.06.005
- Chan, O., y Huak, Y. (2004). Influence of work environment on emotional health in a health care setting. *Occupational medicine*, 54(3), 207-212. <https://doi.org/10.1093/occmed/kqh062>
- Chávez, S. J. (2021). El bienestar psicológico y su relación con otras variables en estudios en la población docente. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, 22(3), 51-60. <http://revsaludtrabajo.sld.cu/index.php/revsyt/article/view/255>
- Cheng, H., Yang, H., Ding, Y., y Wang, B. (2020). Nurses' mental health and patient safety: An extension of the Job Demands-Resources model. *Journal of nursing management*, 28(3), 653-663. <https://doi.org/10.1111/jonm.12971>
- Comisión Europea. (2019). *Promover la salud mental en el puesto de trabajo: Guía para la aplicación de un enfoque integral*. Oficina de Publicaciones. <https://data.europa.eu/doi/10.2767/562952>

- De La Cruz, J., González, C. T., Pool, G. S., López, M. L., y Tovilla, Z. C. (2021). Estado emocional y psicológico del personal de enfermería agredido durante la pandemia de COVID-19 en Latinoamérica. *Revista colombiana de psiquiatría*, 51(1), 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.rcp.2021.08.006>
- Delgado, C., Roche, M., Fethney, J., y Foster, K. (2021). Mental health nurses' psychological well-being, mental distress, and workplace resilience: A cross-sectional survey. *International journal of mental health nursing*, 30(5), 1234–1247. <https://doi.org/10.1111/inm.12874>
- Díaz-Castro L, Cabello, Rangel, H., Medina, M. M., Berenzeno, G. S, Robles, G. R., Madrigal, E. Á. (2020). Necesidades de atención en salud mental y uso de servicios en población mexicana con trastornos mentales graves. *Salud Pública Mex*, 62(1), 72-79. <https://www.saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/10323>
- Dosil, S., Ozamiz, E., Redondo, R., Alboniga, M., y Picaza, G. (2021). Impacto psicológico de la COVID-19 en una muestra de profesionales sanitarios españoles. *Revista de Psiquiatría y Salud Mental*, 14(2), 106-112. <https://doi.org/10.1016/j.rpsm.2020.05.004>
- Durán, M. (2010). Bienestar psicológico: el estrés y la calidad de vida en el contexto laboral. *Revista Nacional de Administración*, 1(1), 71-84. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3698512>
- Ferreira, S., Silva, J., Carmo, C., y Oliveira, G. (2021). Reducing Work-related Stress in Nursing Personnel: Applying an Intervention. *Aquichan*, 21(3), 1-11. <https://doi.org/10.5294/aqui.2021.21.3.4>
- Fournier, A., Laurent, A., Lheureux, F., Ribeiro-Marthoud, A., Ecartot, F., Binquet, C., y Quenot, P. (2022). Impact of the COVID-19 pandemic on the mental health of professionals in 77 hospitals in France. *PLoS One*, 17(2), 1-19. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0263666>
- García, F. E., Cova, S. F., Bustos, T. F., y Reyes, P. E. (2018). Burnout and bienestar psicológico de funcionarios de unidades de cuidados intensivos. *Duazary*, 15(1), 23 – 38. <http://dx.doi.org/10.21676/2389783X.2101>
- García, R., Zárate, N., Castillo, J., Acosta, C., y Landa, E. (2022). Estrés percibidos asociados a la presencia de burnout en médicos residentes. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 60(1):12-18. [http://revistamedica.imss.gob.mx/editorial/index.php/revista\\_medica/article/view/4175](http://revistamedica.imss.gob.mx/editorial/index.php/revista_medica/article/view/4175)
- Gómez, S. R., Moreno, M. P., Valadez, F. I., Preciado, S. M., Rubio, Á. S., Amaral, F. H. (2019). Bienestar psicológico y estrés laboral en trabajadores de un centro de atención telefónica. *Pienso en Latinoamérica*, 2(3), 5-12. <https://www.piensoenlatinoamerica.org/storage/pdf-articles/1625028557-2%20Art%20C3%ADculo%20original.pdf>
- Góngora, V., y Casullo, M. (2009). Factores protectores de la salud mental: un estudio comparativo sobre valores, autoestima e inteligencia emocional en población clínica y población general. *Interdisciplinaria*, 26(2), 183-205. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=18011827002>
- González, J., y Pérez, S. (2011). Factores de Riesgo Laboral y la Salud Mental en Trabajadores de la Salud. *Psicología Iberoamericana*, 19(2), 67-77. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=133921440008>
- Gordon, S. (2020). El COVID-19 y la salud mental: ¿cuáles son las consecuencias? *Psicología Iberoamericana*, 28(1). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=133963198003>
- Granero, L., Blanch, R., Roldán, M. Torralbas, O., y Escayola, M. (2017). Crisis en el sector sanitario: impacto percibido en las condiciones de trabajo de las enfermeras. *Enfermería Clínica*, 27(3), 163-171. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enfcli.2017.03.005>
- Hernández, T., y Gómez, O. (2011). La migración de médicos en Venezuela. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 30(2), 177-181. <https://iris.paho.org/handle/10665.2/9466>
- Herrera, A., y Manrique, A. (2008). Condiciones laborales y grado de satisfacción de profesionales de enfermería. *Aquichan*, 8(2), 243-256. <https://aquichan.unisabana.edu.co/index.php/aquichan/article/view/150>
- Kotera, Y., Ozaki, A., Miyatake, H., Tsunetoshi, C., Nishikawa, Y., Kosaka, M., y Tanimoto, T. (2022). Qualitative Investigation into the Mental Health of Healthcare Workers in Japan during the COVID-19 Pandemic. *International journal of environmental research and public health*, 19(1), 568. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010568>
- Lemos, F., Franco, A., Valdelamar, J., Nova, A., Silva, M., y Lins, K. (2022). Trastornos mentales y calidad de vida relacionada con la salud en profesionales de Unidades de Cuidados Intensivos. *Interdisciplinaria*, 39(1), 311-323. <https://doi.org/10.16888/interd.2022.39.1.20>
- Li, M., Pien, C., Kao, C., Kubo, T., y Cheng, J. (2022). Effects of work conditions and organisational strategies on nurses' mental health during the COVID-19 pandemic. *Journal of nursing management*, 30(1), 71–78. <https://doi.org/10.1111/jonm.13485>
- López, M., Vega, P., Carrasco, P., González, B., Abarca, E., Rojo, L., y González, R. (2022). Estrategias del equipo de salud para afrontar la muerte de niños y adolescentes con cáncer. *Revista Cubana de Enfermería*, 38(2), 1-15. <http://www.revenfermeria.sld.cu/index.php/enf/article/view/4624>
- Lucas, D., Brient, S., Eveillard, M., Gressier, A., LeGrand, T., Pougnet, R., Dewitte, D., y Loddé, B. (2022). Health impact of work stressors and psychosocial perceptions among French hospital workers during the COVID-19 outbreak: a cross-sectional survey. *BMJ open*, 12(1), 1-9. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2021-053638>
- Mårtensson, G., Jacobsson, W., & Engström, M. (2014). Mental health nursing staff's attitudes towards mental illness: an analysis of related factors. *Journal of psychiatric and mental health nursing*, 21(9), 782–788. <https://doi.org/10.1111/jpm.12145>
- Muñoz, S., Molina, D., Ochoa, R., Sánchez, O., y Esquivel, J., (2020). Estrés, respuestas emocionales, factores de riesgo, psicopatología y manejo del personal de salud durante la pandemia por COVID-19. *Acta Pediátrica de México*, 41(1), 127-136. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=94542&id2=>
- Organización Mundial de la Salud OMS. (2013). *Plan de acción sobre salud mental 2013-2020*. Organización Mundial de la Salud. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/97488>
- Ovejas, L., Izquierda, F., Rodríguez, B., Rodríguez, B., García, B., Alonso, M. y Alonso, M. (2020). *Burnout* y malestar psicológico en los residentes de Medicina Familiar y Comunitaria. *Atención Primaria*, 52(9), 608–616. <https://doi.org/10.1016/j.aprim.2020.02.014>
- Oviedo, C., Rivas, C., y Caballero, Z. (2018). Sociodemografía y estrés en enfermeras cuidadoras de pacientes crónicos. *Revista Cubana de Enfermería*, 34(4), 1-10. <http://www.revenfermeria.sld.cu/index.php/enf/article/view/1638/394>
- Palma, A., Gerber, M., y Ansoleaga, E. (2022). Riesgos Psicosociales Laborales, Características Organizacionales y Salud Mental: El Rol Mediador de la Violencia Laboral. *Psykhé*, 31(1), 1-18. <https://doi.org/10.7764/psykhe.2019.22383>
- Pazarán-González, J., Mendoza-Garrido, M., Araujo-Álvarez, J., y Sibaja-Terán, B. (2021). Reflexiones de las experiencias del personal de primera línea de la atención hospitalaria derivada del COVID-19. Casos de Latinoamérica. *Ergonomía, Investigación Y Desarrollo*, 3(2), 28-39. <https://doi.org/10.29393/EID3-12REJB40012>
- Pazmiño, E., Alvear, V., Saltos, C., y Pazmiño, P. (2021). Factores relacionados con efectos adversos psiquiátricos en personal de salud durante la pandemia de COVID-19 en Ecuador. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 50(3), 166-175. <https://doi.org/10.1016/j.rcp.2020.12.007>
- Plouffe, A., Nazarov, A., Forchuk, A., Gargala, D., Deda, E., Le, T., Bourret-Gheysen, J., Jackson, B., Soares, V., Hosseiny, F., Smith, P., Roth, M., MacDougall, G., Marlborough, M., Jetly, R., Heber, A., Albuquerque, J., Lanius, R., Balderson, K., Dupuis, G., y Richardson, D. (2021).

- Impacts of morally distressing experiences on the mental health of Canadian health care workers during the COVID-19 pandemic. *European journal of psychotraumatology*, 12(1), 1-12. <https://doi.org/10.1080/20008198.2021.1984667>
- Prieto, M., Jiménez, B., Cázares, R., Vera, H., y Esparza, P. (2015). Jornadas laborales y sus repercusiones en médicos residentes en un hospital de segundo nivel. *Medicina Interna de México*, 31(6), 669-679. <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=62045>
- Rentería, R. M. (2018). Salud mental en México. *NOTA-INCyTU*, 7(1), 1-6. <https://www.foroconsultivo.org.mx/INCYTU/documentos/Completa/INCYTU>
- Reyes, N. E., Arce, D. R., Cruz, S. A., y Portilla, P. N. (2021). Salud mental, bienestar psicológico y estrés en personal de salud en el contexto de la COVID-19. *Revista De Psicología*, 11(1), 189-205. <https://doi.org/10.36901/psicologia.v11i1.1367>
- Ríos, R., Sánchez, M., y Godoy, F. (2010). Personalidad resistente, autoeficacia y estado general de salud en profesionales de Enfermería de cuidados intensivos y urgencias. *Psicothema*, 22(4), 600-605. <https://psycnet.apa.org/record/2010-21932-012>
- Rivera-Porras, D., Rozo-Sánchez, A. y Flórez-Garay, A. (Eds.). (2018). *Bienestar psicológico en las organizaciones: Un análisis desde los sectores económicos y productivos*. Ediciones Universidad Simón Bolívar. <http://hdl.handle.net/20.500.12442/2498>
- Rusch, H., Nepomuceno, P., Santos, R., y Pohl, H. (2022). Lifestyle, sociodemographic and occupational characteristics and pain in nursing professionals with low back pain. *Revista de Enfermagem Referência*, 6(1), 1-8. <https://doi.org/10.12707/RV21035>
- Saldaña, O. C., Polo, V. J., Gutiérrez, O. I., y Madrigal, T. B. (2020). Bienestar psicológico, estrés y factores psicosociales en trabajadores de instituciones gubernamentales de Jalisco-México. *Revista de Ciencias Sociales*, 26(1), 25-37. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7384403>
- Sánchez-Uríz, M. A., Fe, G., Godoy, F. J., Igual, J., y Romero, A. (2006). ¿Conocemos el bienestar psicológico de nuestro personal sanitario? *Rev Calidad Asistencial*, 21(4), 194-198. doi: 10.1016/S1134-282X(06)70780-1
- Sos, A., Ramírez, L., Guerrero, A., y Panadès, R. (2019). Abordaje desde atención primaria de los riesgos psicosociales del entorno laboral. *Formación Médica Continuada en Atención Primaria*, 26(6), 327-332. doi:10.1016/j.fmc.2019.01.003
- Tejedor, R., Vinuesa, S., y Aranaz, A. (2022). Los trabajadores de áreas de cuidados críticos como segundas víctimas del SARS-CoV-2: resultados de una encuesta. *Journal of Healthcare Quality Research*, 37(3), 162-168. doi: 10.1016/j.jhqr.2021.10.004.
- Tomasina, F., (2012). Los problemas en el mundo del trabajo y su impacto en salud. Crisis financiera actual. *Revista de Salud Pública*, 14(1), 56-67. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=42223293006>
- Torres-Muñoz, V., Farias-Cortés, J. D., Reyes-Vallejo, L. A., y Díaz-Barriga, C. G. (2020). Riesgos y daños en la salud mental del personal sanitario por la atención a pacientes con COVID-19. *Revista Mexicana de Urología*, 80(3), 1-10. <https://doi.org/10.48193/revistamexicanadeurologia.v80i3.653>
- Trifunovic, N., Jatic, Z., & Kulenovic, A. D. (2017). Identification of Causes of the Occupational Stress for Health Providers at Different Levels of Health Care. *Medical archives*, 71(3), 169-172. <https://doi.org/10.5455/medarh.2017.71.169-172>
- Vanhaecht, K., Seys, D., Bruyneel, L., Cox, B., Kaesemans, G., Cloet, M., Van, K., Cools, O., Witte, A., Lowet, K., Hellings, J., Bilsen, J., Lemmens, G., y Claes, S. (2020). COVID-19 is having a destructive impact on health-care workers' mental well-being. *International Journal for Quality in Health Care*, 33(1), 1-6. doi:10.1093/intqhc/mzaa158
- Vázquez, C., Hervás, G., Rahona, J., y Gómez, D. (2009). Bienestar psicológico y salud: aportaciones desde la psicología positiva. *Anuario de Psicología Clínica y de la Salud*, 5(1), 15-28. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3328166>
- Vega, M., y Serna, G. (2020). Validación de un cuestionario sobre condiciones de salud y bienestar psicológico en el personal de enfermería. *Revista Cubana de Enfermería*, 35(1), 1-12. <http://www.revenfermeria.sld.cu/index.php/enf/article/view/1653/413>
- Vega, N. M. (2018). Influencia de la jornada de trabajo en la salud del personal de enfermería. *Cultura de los cuidados*, 50(1), 141-150. <https://doi.org/10.14198/cuid.2018.50.13>
- Vizcarra, M., Llaja, V., y Talavera, J. (2015). Clima laboral, Burnout y perfil de personalidad: un estudio en personal asistencial de un hospital público en Lima. *Informes Psicológicos*, 15(2), 111- 126. <http://dx.doi.org/10.18566/infpsicv15n2a06>
- Weng, S., Kim, S., y Wu, C. (2016). Underlying influence of perception of management leadership on patient safety climate in healthcare organizations – A mediation analysis approach. *International Journal for Quality in Health Care*, 29(1), 1-6. doi: 10.1093/intqhc/mzw145
- Zaghini, F., Vellone, E., Maurici, M., Sestili, C., Mannocci, A., Ercoli, E., Magnavita, N., La Torre, G., Alvaro, R., y Sili, A. (2020). The influence of work context and organizational well-being on psychophysical health of healthcare providers. *La Medicina del lavoro*, 111(4), 306-320. <https://doi.org/10.23749/mdl.v111i4.9075>

# Esquema de Sistematización para Evaluación de Atributos de Egreso, de Acuerdo al Marco de Referencia 2018 de Acreditación Internacional para el PE Ingeniería Industrial

MI Claudia Iveth Cancino De La Fuente<sup>1</sup>, MI Manuel Darío Hernández Ripalda<sup>2</sup>,  
MC Israel De La Cruz Madrigal<sup>3</sup>, José Francisco Morin<sup>4</sup>

**Resumen**—En este artículo se presenta el método para realizar un esquema de visualización estándar que muestre los resultados obtenidos en la evaluación de atributos de egreso de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, mediante el uso del programa Excel para su elaboración.

**Palabras clave**— Sistematización, CACEI, Ingeniería, Industrial, Dashboard

## Introducción

En 2020 la carrera de ingeniería industrial fue acreditado internacionalmente por el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería, A. C., (CACEI), con el fin de que los alumnos de dicha carrera pudieran ser reconocidos como Ingenieros en los países miembros del Washington Accord.

El programa educativo de ingeniería industrial debe cumplir con criterios y requisitos de acreditación diversos que son necesarios para demostrar la calidad educativa que se está ofreciendo a los estudiantes inscritos. Como parte de la estandarización de procesos, un punto fundamental es que los resultados de los criterios estipulados en la acreditación sean de fácil visualización, de ahí surge la necesidad de generar una sistematización a través de un dashboard, donde los involucrados puedan observar los resultados de la evaluación de los atributos de egreso y así, determinar acciones de mejora, así como para facilitar el manejo de información en el programa educativo de Ingeniería Industrial.

## Descripción del método.

La palabra sistematización se refiere principalmente al proceso por el cual se pretende ordenar una serie de elementos, pasos, etapas, etc. Con el fin de otorgar jerarquías a los diferentes elementos.

Durante el seguimiento de los procesos de evaluación de atributos de egreso, una de las necesidades encontradas fue el hecho de que una vez que se ha generado información para toma de decisiones, es difícil extraerla para hacer un análisis rápido y efectivo.

Para cumplir con la estandarización de la evaluación de atributos, deberíamos cumplir los siguientes puntos: revisión del proceso, formulación de un plan, ejecución de las actividades establecidas, verificación y validación de la información generada.

A continuación, se muestra la descripción de los pasos utilizados para iniciar el proceso de sistematización de la evaluación de atributos de egreso y que a su vez proporcionarán evidencia del cumplimiento del criterio de mejora continua.

### 1. REVISIÓN DEL PROCESO.

*Comprensión y lectura del Marco de referencia 2018 de CACEI:* Lectura y comprensión del contexto, criterios e indicadores requeridos para alcanzar la acreditación internacional, en especial del tema de mejora continua, donde se aborda el tema de los atributos de egreso.

*Reconocimiento de documentos e información existente y/o necesaria:* Visualización y comprensión de los documentos solicitados por el marco de referencia. Revisión de los procesos y la información que requiere el criterio de Mejora Continua

<sup>1</sup> MI Claudia Iveth Cancino De La Fuente, es profesora del Tecnológico Nacional de México en Celaya, [claudia.cancino@itcelaya.edu.mx](mailto:claudia.cancino@itcelaya.edu.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> MI Manuel Darío Hernández Ripalda, es profesor y jefe de proyectos de investigación en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, [dario.hernandez@itcelaya.edu.mx](mailto:dario.hernandez@itcelaya.edu.mx)

<sup>3</sup> MC Israel De La Cruz Madrigal, es profesor y jefe del departamento de ingeniería industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, [israel.delacruz@itcelaya.edu.mx](mailto:israel.delacruz@itcelaya.edu.mx)

<sup>4</sup> José Francisco Morin, egresado de Ingeniería Industrial del Tecnológico Nacional de México en Celaya.

## 2. FORMULACIÓN DE UN PLAN.

*Designar el área a mejorar:* Definir la información necesaria para la estandarización, responsables de las actividades, áreas de mejora.

## 3. EJECUCIÓN DE LAS ACTIVIDADES

*Estandarización de Carpetas digitales:* Identificación de las carpetas digitales con los resultados de la evaluación de atributos de egreso por periodos.

*Estandarización de formularios:* Revisión de las preguntas de los formularios de la evaluación de atributos de forma que muestren homogeneidad, que no se presenten respuesta duplicadas, respuestas inventadas, incoherentes o que no correspondan a los solicitado en las preguntas del formulario.

*Estandarización de respuestas en Hoja de Excel (Dashboard) :* Una vez estandarizados y filtrados los datos se deben colocar en una hoja de Excel para facilitar el proceso

## 4. VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN DE LOS DATOS.

*Validación de Información del Dashboard.* Con el esquema de visualización definido el responsable del análisis debe validar la información, tendencias, etc. Con el propósito de que todos los resultados obtenidos faciliten el entendimiento de los datos y apoyen en el análisis y toma de decisiones del programa educativo.

### Sistematización.

La sistematización de los datos se llevó a cabo a través del manejo de herramientas del software de Microsoft Office: Excel, utilizando tablas dinámicas y gráficos, con base a las necesidades planteadas para el orden y clasificación de los datos.

En la figura 1 podemos observar de lado izquierdo, una de las tablas en las que se muestran los datos de diferentes semestres y del lado derecho, el gráfico que muestra el porcentaje de cumplimiento de uno de los indicadores del atributo de egreso.

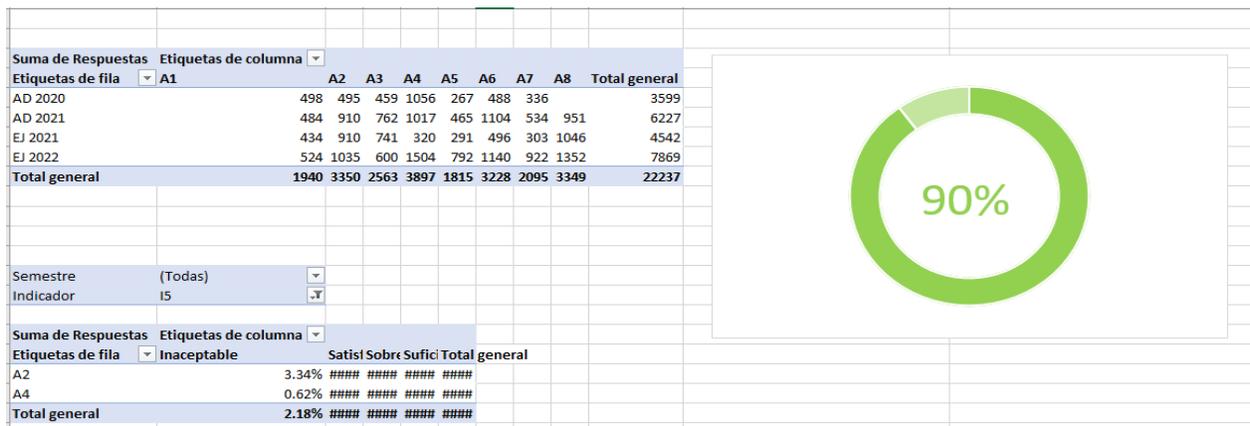


Figura 1. Creación de tablas y gráficos.

En la figura 2, se muestran las opciones de análisis de información, por ejemplo, de lado izquierdo se ve una gráfica con las respuestas obtenidas por semestre de un solo atributo, en medio podemos ver el comportamiento por materia, y de lado derecho la selección de datos que podemos colocar en cada uno de los gráficos, dependiendo la necesidad identificada para hacer un análisis.

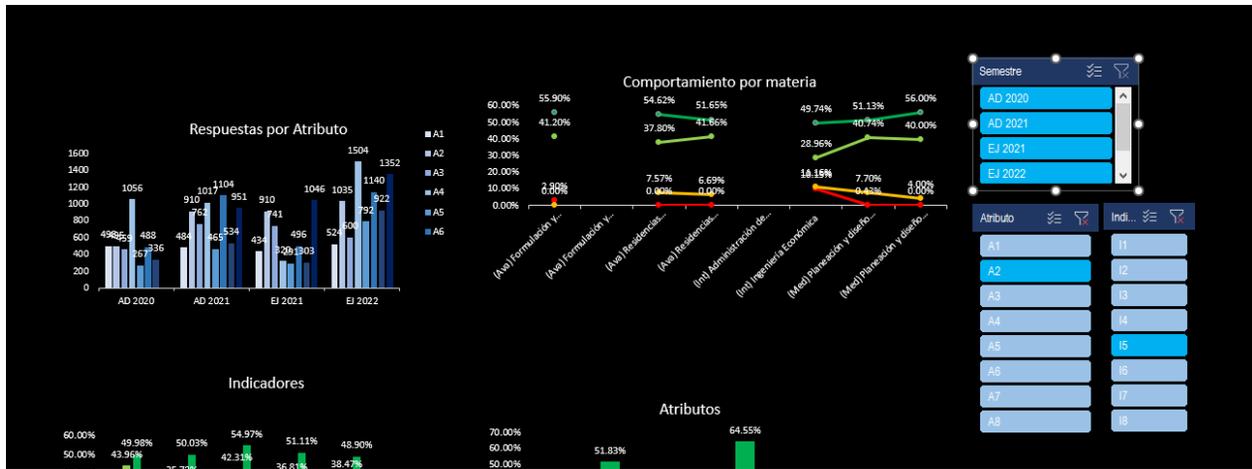


Figura 2. Esquema de visualización de las tablas dinámicas.

### Creación del dashboard

Para crear el dashboard se tuvo que exportar la información y a partir de ello, se crearon 4 tablas dinámicas con los diferentes datos, según el interés identificado. Figura 3, 4, 5 y 6.

Suma de Respuestas	Etiquetas de columna								Total general
Etiquetas de fila	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	
AD 2020	498	495	459	1056	267	488	336		3599
AD 2021	484	910	762	1017	465	1104	534	951	6227
EJ 2021	434	910	741	496	320	291	496	303	1046
EJ 2022	524	1035	600	1504	792	1140	922	1352	7869
<b>Total general</b>	<b>1940</b>	<b>3350</b>	<b>2563</b>	<b>3897</b>	<b>1815</b>	<b>3228</b>	<b>2095</b>	<b>3349</b>	<b>22237</b>

Figura 3. Respuestas-Atributo-Semestre.

Suma de Respuestas	Etiquetas de columna				Total general
Etiquetas de fila	Inaceptable	Satisfactorio	Sobresaliente	Suficiente	
A1	0.21%	42.09%	50.27%	7.43%	100.00%
A2	1.59%	41.97%	51.66%	4.78%	100.00%
A3	0.23%	31.42%	57.99%	10.36%	100.00%
A4	0.62%	37.99%	55.86%	5.53%	100.00%
A5	0.32%	10.25%	87.49%	1.94%	100.00%
A6	0.98%	37.84%	55.96%	5.22%	100.00%
A7	0.72%	45.50%	42.07%	11.71%	100.00%
A8	0.10%	24.54%	59.79%	15.58%	100.00%
<b>Total general</b>	<b>0.55%</b>	<b>34.01%</b>	<b>57.07%</b>	<b>8.37%</b>	<b>100.00%</b>

Figura 4. Relación de Atributos-Tipo-Valores.

Semestre	EJ 2022				
Atributo	A4				
Indicador	I1				
Suma de Respuestas					
Etiquetas de columna	Inaceptable	Satisfactorio	Sobresaliente	Suficiente	Total general
(Ava) Residencias Profesionales	0.00%	34.90%	62.80%	2.30%	100.00%
(Ava) Taller de Investigación II	0.00%	42.90%	53.00%	4.10%	100.00%
(Int) Control Estadístico de la Calidad	0.00%	30.80%	53.80%	15.40%	100.00%
(Med) Gestión de los sistemas de calidad	1.20%	33.73%	59.06%	6.01%	100.00%
<b>Total general</b>	<b>0.53%</b>	<b>36.19%</b>	<b>57.97%</b>	<b>5.31%</b>	<b>100.00%</b>

Figura 5. Comportamiento de las materias.

Semestre	AD 2021				
Atributo	A4				
Suma de Respuestas					
Etiquetas de columna	Inaceptable	Satisfactorio	Sobresaliente	Suficiente	Total general
I1	0.00%	36.22%	58.28%	5.49%	100.00%
I2	0.78%	35.46%	44.10%	19.67%	100.00%
I3	0.00%	51.98%	44.11%	3.91%	100.00%
I4	0.78%	43.32%	49.62%	6.28%	100.00%
I5	0.79%	32.04%	67.17%	0.00%	100.00%
I6	0.79%	26.78%	70.86%	1.57%	100.00%
I7	0.00%	37.00%	59.87%	3.13%	100.00%
I8	0.00%	26.77%	71.67%	1.56%	100.00%
<b>Total general</b>	<b>0.39%</b>	<b>36.19%</b>	<b>58.22%</b>	<b>5.20%</b>	<b>100.00%</b>

Figura 6. Relación indicadores-Tipo-Respuestas

Con ayuda de las tablas dinámicas, se crearon los gráficos que se pueden observar a continuación, correspondientes a cada tabla dinámica descrita previamente. (Figura 7, 8, 9 y 10)

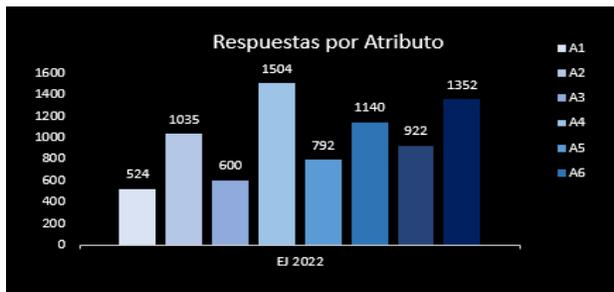


Figura 7. Gráfico para respuestas por atributo

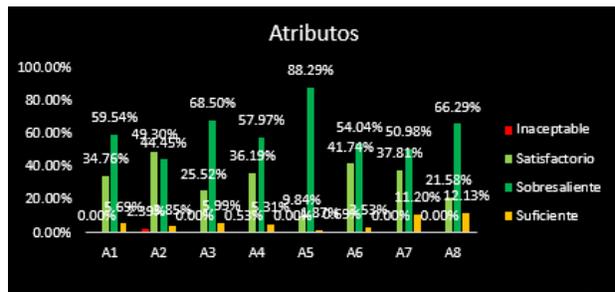


Figura 8. Gráfico para atributos

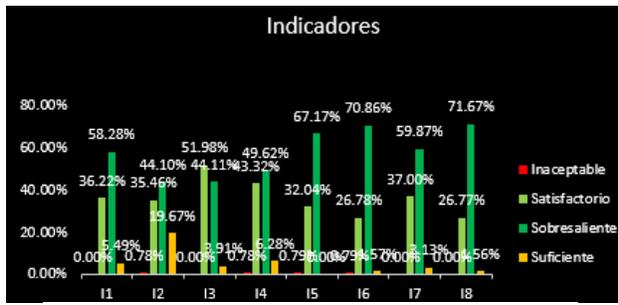


Figura 9. Gráfico para comportamiento por materia

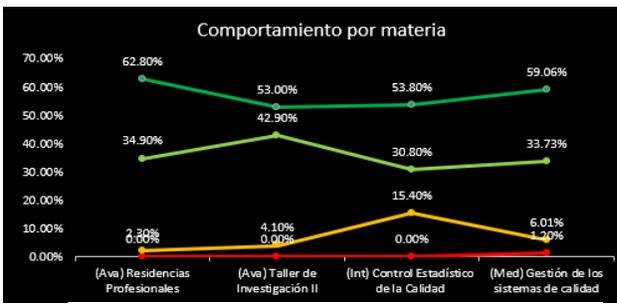


Figura 10. Gráfico para indicadores

Una vez que se tienen todas las gráficas se debe realizar un dashboard general y uno para cada semestre para poder monitorear los atributos y materias correspondientes. Ver en figura 11.

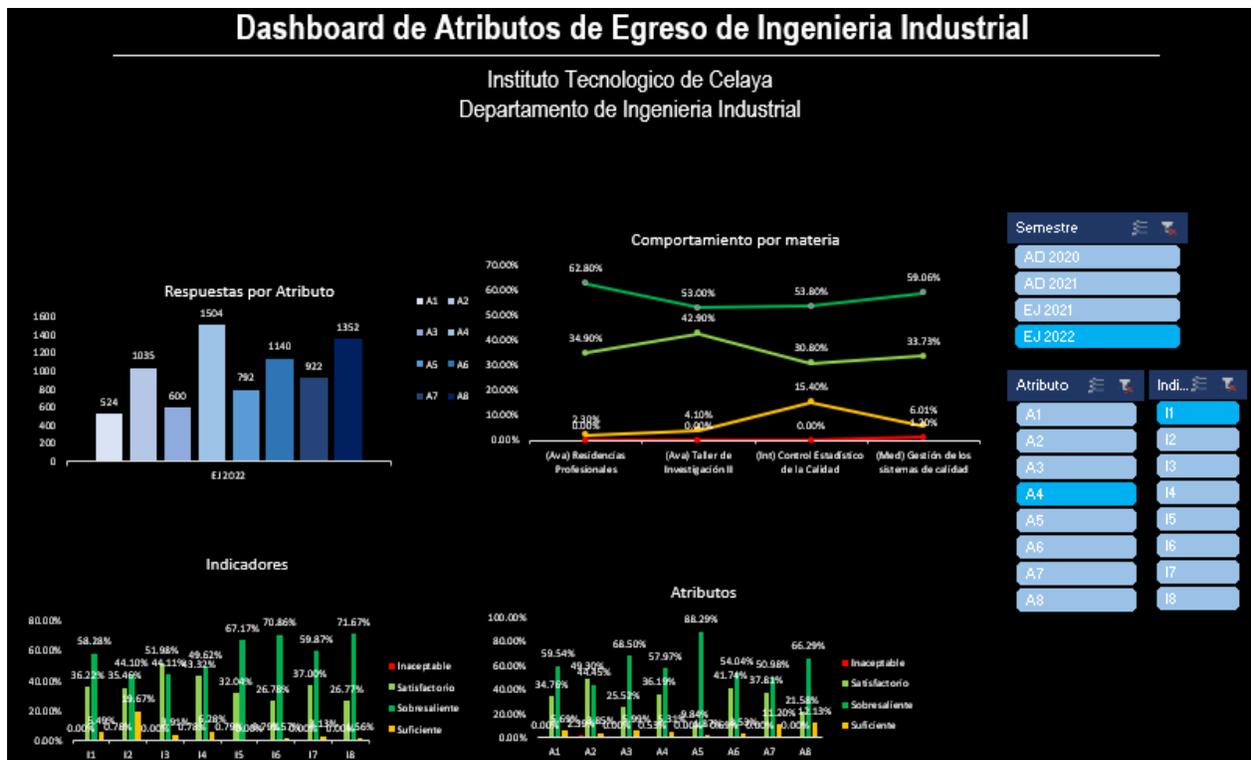


Figura 11. Dashboard general

### Conclusión

El criterio analizado: mejora continua, bajo el concepto de la evaluación de atributos de egreso fue sistematizado satisfactoriamente, incluyendo aquellos factores determinantes para el análisis de información, en un esquema práctico y estándar que permitirá además irlo complementando a futuro, es decir, está adaptado para que la información recopilada a través del tiempo pueda ser analizada. El Dashboard es una herramienta que permitirá conocer datos relevantes para la toma de decisiones del programa educativo de ingeniería industrial.

### Referencias

Escobar, A., Moreno, J., & Múnera, S. (2011). "Simulación basada en agentes de software para la evaluación de indicadores técnico", Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia, 123-132.

Diez-Silva, H. M., Pérez-Ezcurdia, M. A., Gimena Ramos, F. N., & Montes-Guerra. (2012). "Medición del desempeño y éxito en la dirección de proyectos", *Perspectiva del Manager público. Revista Escuela de Administración de Negocios*, 60-79.

Lugo García, J. A., García Pérez, A. M., & Delgado Martínez, R. (2009). "Gestión de indicadores en proyectos de software", *Perspectivas actuales y futuras. Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 19-25.

FALZATEV. (3 de Marzo de 2015). Centro de Gestión Empresarial. Obtenido de Centro de Gestión Empresarial: <https://iso9001-calidad-total.com/como-estandarizar-los-procesos-bajo-l>

# Pronósticos de Demanda en una Empresa de Soluciones de Empaque

Ing. Ricardo Ernesto Cañedo Oliva<sup>1</sup>, Dr. Manuel Alonso Rodríguez Morachis<sup>2</sup>

**Resumen**—En este documento se presenta el estudio realizado en una empresa que brinda soluciones de empaque de manera local a empresas de manufactura de diferentes giros en la industria. El enfoque principal de este estudio es el de reducir los niveles de inventario que se tienen actualmente en la compañía sin afectar la operación de los clientes con los que se cuentan a través de modelos de pronósticos de demanda. A su vez, se busca también la reducción de niveles de inventario obsoletos que se generan por las compras derivadas de señales de demanda erróneas. El estudio se desarrolla mediante el análisis y la interpretación de datos recabados durante un horizonte de tiempo determinado buscando identificar tendencias, ciclos y estacionalidad en la información recopilada para posteriormente ser modelados, conforme a sus características, en los diferentes métodos de pronósticos que podemos encontrar.

**Palabras clave**— Pronósticos, Demanda, Planeación de Compras, Inventarios, Horizonte de Tiempo.

## Introducción

Con el desarrollo de empresas cada vez más competitivas surgen nuevos retos para los administradores, la toma de decisiones se convierte en una herramienta fundamental para establecer el camino por el cual la empresa establecerá sus metas. Uno de los pasos fundamentales para la obtención de estas metas es la planificación de cada uno de los aspectos que impactan de manera directa los capitales de la compañía, entre los más importantes, aquellos que significan los de mayor valor como lo son los inventarios.

La planeación juega un papel muy importante en toda industria. Un objetivo importante de la planeación es tratar de prever lo que va a suceder en el futuro, por consiguiente, sabemos que tenemos que pronosticar. Pronosticar se define como el arte y ciencia de predecir eventos futuros, que se realiza mediante el uso de datos históricos o mediante el uso de modelos matemáticos (Heizer y Render, 2004).

Una planeación acertada puede ser el motivo de éxito o fracaso en la compañía, por lo cual, todo paso o movimiento que se lleve a cabo debe de estar fundamentado y enfocado a disminuir la incertidumbre. Mediante la utilización de pronósticos de demanda adecuados, es posible establecer las capacidades requeridas para satisfacer por completo las demandas de los clientes, así como el aprovechamiento al máximo de los recursos de la compañía.

Los pronósticos son estimaciones de concurrencia, tiempo o magnitud de eventos futuros inciertos, estos proveen información que puede ayudar a los gerentes en la dirección de actividades futuras hacia las metas de la organización (Kumar y Suresh, 2009).

Los pronósticos de demanda se clasifican en cualitativos y cuantitativos. Los métodos cuantitativos, se utilizan cuando:

- a) Se dispone de información pasada sobre la variable que se pronosticará.
- b) La información puede cuantificarse.
- c) Es razonable suponer que el patrón del pasado seguirá ocurriendo en el futuro. En estos casos puede elaborarse un pronóstico con un método de series de tiempo o un método causal.

Los métodos cualitativos por lo general involucran el uso del juicio experto para elaborar pronósticos. Una ventaja de los procedimientos cualitativos es que pueden aplicarse cuando la información sobre la variable que se está pronosticando no puede cuantificarse o son escasos. Algunos ejemplos de estos son el método Delphi, juicio experto, redacción de escenarios entre otros (Ballou, 2004).

El pronóstico de los niveles de demanda es vital para la firma como un todo, ya que proporciona los datos de entrada para la planeación y control de todas las áreas funcionales, incluyendo logística, marketing, producción y finanzas. Los niveles de demanda y su programación afectan en gran medida los niveles de capacidad, las necesidades financieras y la estructura general del negocio (Ballou, 2004).

## Planteamiento del Problema

El manejo adecuado de los inventarios actualmente es crucial para generar ahorros en las compañías, especialmente aquellas en las cuales no se manejan órdenes de compra para sus productos sino *stocking agreements*

<sup>1</sup> Ing. Ricardo Ernesto Cañedo Oliva es Estudiante de la Maestría en Ingeniería Administrativa en el Tecnológico Nacional de México Campus Ciudad Juárez, Chihuahua. [ricardocanedooliva@gmail.com](mailto:ricardocanedooliva@gmail.com)

<sup>2</sup> El Dr. Manuel Alonso Rodríguez Morachis es Profesor en el Tecnológico Nacional de México Campus Ciudad Juárez, Chihuahua [mmorachis@tcj.edu.mx](mailto:mmorachis@tcj.edu.mx)

o acuerdos de inventario, en estos los clientes buscan que su proveedor mantenga sus números de parte en ciertos niveles de inventario y en estas cláusulas también se establecen que los usos deben de ser continuos, de no ser así, al paso del tiempo que se establece (generalmente 90 días) el material se convierte en material obsoleto. Las proyecciones de uso que los clientes envían al proveedor son en su mayoría erróneas, sin embargo, al ser cantidades cubiertas por los acuerdos de inventario, estos se deben de mantener, generando así problemas en el desarrollo de las operaciones.

- a) Las proyecciones no reflejan los usos reales al estar inflados como manera de protección del cliente.

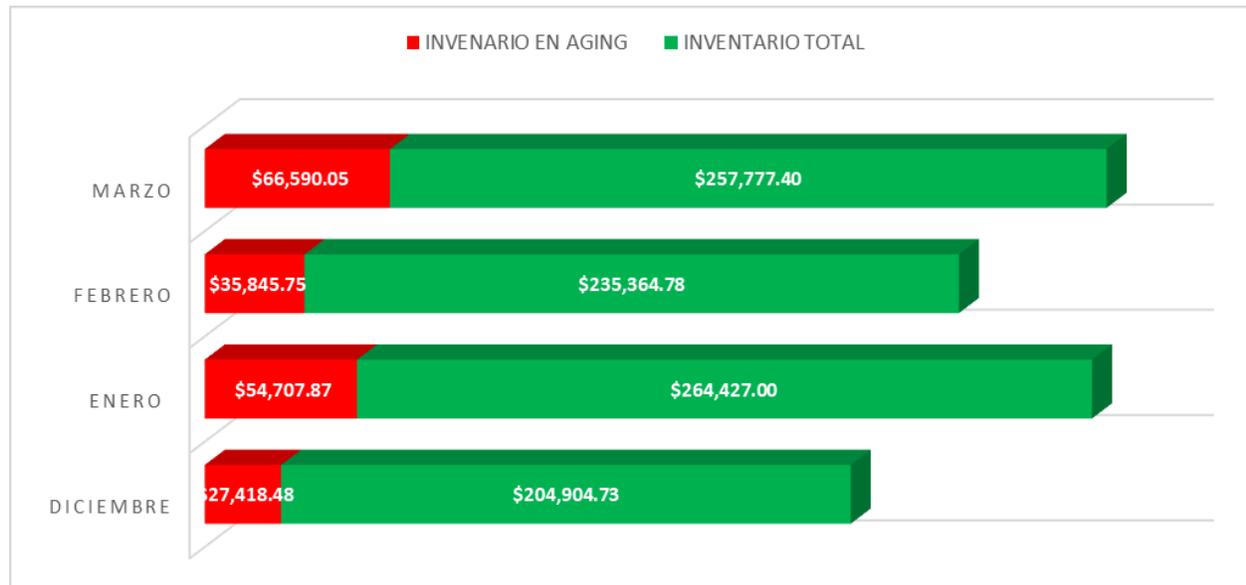


Figura 1. Relación entre inventario total e inventario obsoleto

- b) Algunas proyecciones de cliente son incrementadas intencionalmente, números de parte que no se utilizan o tienen un uso mínimo, generan grandes niveles de inventario; debido a esto, los materiales se hacen obsoletos y generan costos de almacenamiento por los cuales los clientes no se hacen responsables.

PART NUMBI	SA	CONS	DESCRIPTION	GROSS REQUIREMENTS WEEKS	
				PROYECCIÓN WK	USO REAL WK 29
2840968300100	4000	1053	ITEM SHIPPING BOX	593	0
9850000040000	7600	1020	interlayer EX corrugate 533,5	391	50
9850000041000	44200	39237	interlayer EX Chryslre corrugat	8074	3300
9850000041100	21000	12830	partition Ford 541x 330 CBC	5020	1110
9850000054100	7000	631	cover EX GENERIC 121502 co	1177	425
9850000054300	72000	40771	cover EX corrugate 577,6x 34	20954	3850
9850000055400	33076	20336	folding carton LOP 553x 339x	11513	2475
9850000055500	26500	14627	folding carton LOP 553x 339x	5724	1350
9850000062800	4400	4025	telescope-type box LOP 553	1056	55
9850000063400	2000	1487	telescope-type box LOP 553	485	25
9850000071900	350	233	folding carton +1553x 347x 11	77	20
9850000073800	8000	7253	folding carton +1553x 529x 22	1747	635
98500000932000	1500	583	folding carton Subaru	9088	0
9850000126700	4300	3204	partition Ford 542x 517	1497	465
9850000139100	1	4	partition Ford 540x 463 V363	0	0
9850000139300	2427	547	folding carton Ford IMC 060 +	960	120
9850000275600	5200	1764	folding carton LOP Renault +	875	450
9850000367500	800	679	partition FORD IMC050	396	0
9850000379300	7500	4517	folding carton FCA Fiat 520 P	957	250
9850000399500	4000	3211	folding carton PEUGEOT 2210	922	300
9850000425300	55	0	partition FORD U55X ST71	0	0
9850000426000	1961	1526	partition FORD U55Z SB09	508	55
9850000426300	800	7	folding carton FORD SB09 US	0	0
9850000427100	3200	1865	interlayer EX FORD SB09 BN	508	150
9850000437600	500	258	partition 541x 517	190	115
9850000437800	7	7	partition Ford 541x 520	2	128
9850000439200	3136	1819	partition Ford 540x 462	2299	100
9850000439500	500	333	partition Ford 543x 517	153	100
9850000439600	600	236	partition Ford 541x 517	140	100
9850000439800	600	385	partition Ford 541x 517	41	15

Figura 2. Usos proyectados por cliente contra demanda real.

### Descripción del Método

De acuerdo con Hernández Sampieri, et al. (1997), esta investigación puede clasificarse como no experimental. Lo anterior en virtud de que el investigador no interviene estableciendo controles en la toma de datos, sino que estos serán tomados conforme se presenta la demanda de los productos de empaque que serán sujetos al estudio. A su vez, este trabajo está basado en métodos cuantitativos, se basa en mediciones objetivas acerca de las variables específicas, en nuestro caso la demanda relativa a productos en estudio. Los datos de la demanda recopilada serán introducidos a un modelo de pronósticos para su interpretación.

#### Etapas de la investigación

El cuadro 1 muestra las etapas que se cubren durante la realización del estudio. El método consta de cinco etapas, en la primera etapa se recolectan los datos históricos sometidos al análisis.

Etapa	Descripción / Acción	Resultado
Recolección de datos históricos	Se recolectarán las demandas de los números de parte de empaque que se analizarán durante la investigación	Datos históricos recopilados
Identificación de tendencia, estacionalidad, y ciclos	Se analizarán los datos recopilados de los números de parte sujetos a estudio para establecer tendencias y estacionalidades de uso por parte de los clientes.	Se identificaron la tendencia, estacionalidad y ciclos de los números de parte sujetos a estudio.
Selección del modelo de pronósticos	Se seleccionará el modelo de pronósticos que más se aproxime a las demandas reales del número analizado, es decir, cuyo error de pronóstico sea menor.	Selección del modelo de pronóstico para el número de parte sujeto a estudio
Adopción del modelo para el cálculo de demandas futuras	Se analizarán los datos recolectados utilizando el modelo seleccionado y se hará la comparación con el dato real. Se recomienda el análisis por semana.	Se obtuvieron pronósticos semanales mediante el método seleccionado y se compararon con el resultado real obtenido pasado el periodo de facturación.

Cuadro 1. Etapas de la investigación

#### Recolección de los datos

En el análisis de los datos se utilizó estadística descriptiva con la herramienta Minitab® (Universidad Estatal de Pensilvania; Barbara Falkenbach Ryan).

Para fines del estudio realizado, se recopilaron los datos de uso de 30 periodos de facturación presentados en el cuadro 2.

Producto CONT-98-9005-8127-0-00					
Periodo	Venta	Periodo	Venta	Periodo	Venta
1	90	11	47	21	1167
2	78	12	2	22	699
3	75	13	25	23	217
4	52	14	25	24	558
5	347	15	515	25	725
6	96	16	130	26	1055
7	175	17	415	27	2429
8	365	18	178	28	1400
9	45	19	32	29	500
10	60	20	678	30	500

Cuadro 2. Recopilación de datos históricos para el número de parte 98-9005-8126-0-00

*Identificación de tendencia, estacionalidad, y ciclos*

Siguiendo con la investigación, se procedieron a graficar los datos históricos obtenidos para el numero de parte bajo estudio en un análisis de tendencia obteniendo la figura 3.

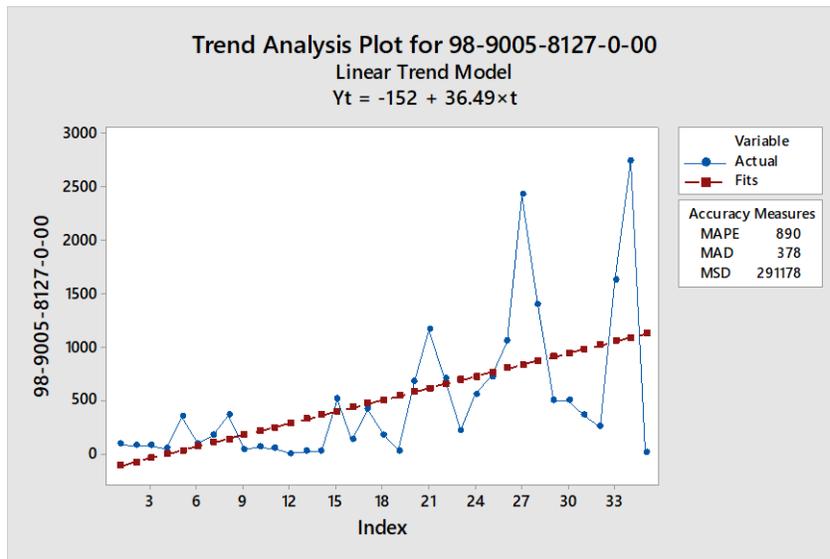


Figura 3. Análisis de tendencia para número de parte 98-9005-8127-0-00

Al analizar la figura, podemos observar que los datos recopilados en la serie de tiempo muestran una tendencia lineal regular. No existen picos o sobresaltos en la demanda que describan usos anormales que requieran de suavizar la demanda en pro del estudio.

*Selección del modelo de pronósticos*

Después de analizar la figura obtenida mediante el programa Minitab® y como se detalló en el punto anterior, se observa una tendencia regular, por lo que el método que más se adapta a este tipo de comportamiento es una suavización exponencial dadas las características.

*Adopción del modelo para el cálculo de demandas futuras*

Continuando con el estudio, se procedió a realizar el pronóstico de los siguientes cinco periodos sujetos a estudio obteniendo la figura 4 y la figura 5.

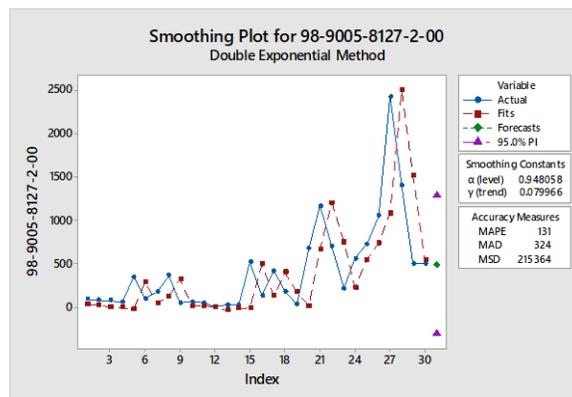


Figura 4. Pronóstico del periodo 31.

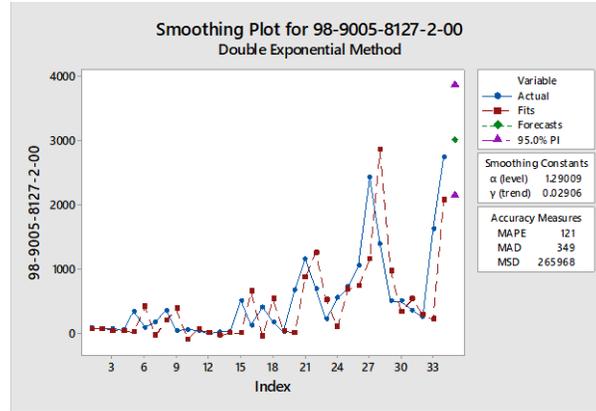


Figura 5. Pronóstico del periodo 35.

Podemos concluir que el modelo de suavización exponencial doble tiene un comportamiento más cercano a la demanda real comparado con la demanda pronosticada, una vez que se probaron los valores de suavización de alpha, beta y gamma. En el cuadro 3, se muestran los datos recopilados del pronóstico y se comparan con los datos reales obtenidos.

Semana	Real	Pronóstico
31	363	484
32	251	344
33	1627	252
34	2749	1661
35	12	3005

Cuadro 3. Resultados obtenidos mediante pronóstico comparados con los usos reales.

Para validar la información obtenida se realizó una prueba de normalidad a los datos históricos de la demanda obteniendo los resultados de la figura 6.

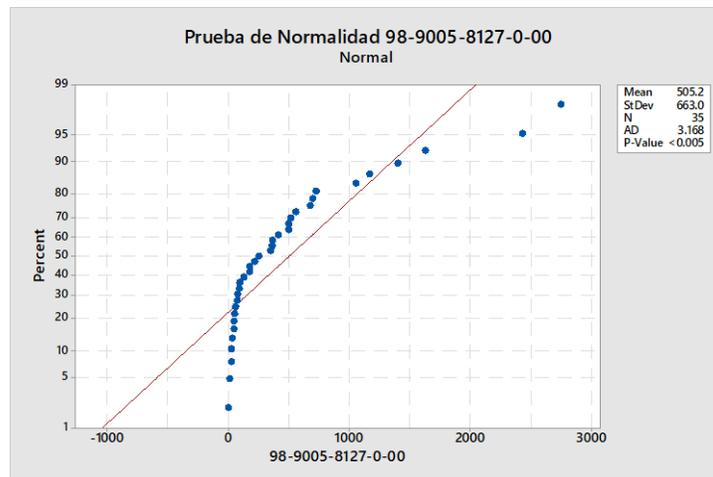


Figura 6. Prueba de normalidad para datos históricos recopilados

Como podemos observar, debido al resultado de la tabla podemos decir que los datos de la demanda del número de parte sujeta a estudio no muestran un comportamiento normal, se prosigue a realizar una prueba no paramétrica para comprobar la igualdad de medianas demostrado en la Figura 7, utilizando el método Mann-Whitney.

## Test

Null hypothesis	$H_0: \eta_1 - \eta_2 = 0$	
Alternative hypothesis	$H_1: \eta_1 - \eta_2 \neq 0$	
Method	W-Value	P-Value
Not adjusted for ties	1222.00	0.814
Adjusted for ties	1222.00	0.814

Figura 7. Prueba de hipótesis mediante método Mann-Whitney

Después de realizada la prueba No-Paramétrica podemos concluir que no hay evidencia suficiente que pruebe que hay diferencia de medianas entre el pronóstico ajustado y la demanda real de empresa, por consiguiente, el pronóstico calculado de suavización exponencial doble es el pronóstico más adecuado para este tipo de comportamiento.

### Conclusiones

Una vez finalizada la investigación, se puede concluir que para la implementación de un modelo de pronóstico deberá realizarse un análisis detallado de las demandas del producto, de esta manera se podrá seleccionar el modelo que tenga un mejor ajuste con la demanda real.

Los modelos de pronósticos analizados son confiables para estimar demandas futuras a corto plazo para el caso de estudio presentado en esta investigación.

Los modelos de pronósticos son aplicables a datos que presentan comportamientos paramétricos y no paramétricos.

## Referencias

Ballou, R. (2004). *Logística Administración de la Cadena de Suministro*. 5 Ed. Pearson Educación México.

Chopra S. y Meindl, P. (2013). *Administración de la Cadena de Suministro*. 5 Ed. Pearson Educación, México.

Serrato-Córdova, J. y Rodríguez-Morachis, M.A. (2014). *Análisis y Aplicación de Técnicas de Pronósticos para la Planeación y Control de Inventarios en una Empresa del Ramo Electrónico*. Memorias del Congreso Internacional de Investigación Academia Journals Celaya 2014. 6(5), 4533-4538.

Suresh, N. y Kumar, A. (2009). *Operations Management*. New Age International (P) Ltd., Publishers. New Delhi.

Winters, P.R. (1960). Forecasting Sales by Exponentially Weighted Moving Averages. *Management Science*. 6(3), 324-342.

## Valoración de los Estándares de Calidad en las MiPymes de Servicio en Celaya

M.C Nancy Cano Gómez<sup>1</sup>, M.C. Miguel Ángel Melchor Navarro<sup>2</sup>, M.C.E. Magdalena Reséndiz Serrano<sup>3</sup>, C. Iván Calzada Vega<sup>4</sup>, C. María José Hernández Mendoza<sup>5</sup>, Juana Patricia Macías Barrientos<sup>6</sup>

**Resumen**— Los estudios han señalado la calidad como impulsor de la competitividad en las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes) ya que garantiza la eficiencia del negocio, disminuye el desperdicio y aumenta la productividad. La calidad de un producto o servicio se mide a partir de variables cuantificables y las distintas fases de los procesos de producción. Para evaluar la calidad de un producto o servicio se deben implementar estándares que permitan garantizar la satisfacción del cliente, a su vez que permite ahorrar costos a las organizaciones. Por otro lado, la eficiencia y el rendimiento define el grado en que el producto o servicio ayuda a satisfacer una necesidad en menos tiempo o de manera sencilla. Una empresa puede lograr mayor valor de mercado por su nivel de servicio, estandarización de imagen y operación, que, por su inventario, tierra y maquinaria, así que cumplir con los requisitos y debes en la Norma ISO ayuda a las organizaciones a posicionarse en el mercado, por lo que en la presente investigación se valoraron los estándares de calidad en las MiPymes de servicio en Celaya para conocer qué factores benefician o afecta en los procesos de servicio al cliente.

**Palabras clave**— Calidad, MiPymes, Estándares, Servicio.

### Introducción

Los estándares de calidad en el entorno en el que las empresas de tamaño pequeño deben competir se caracterizan por la liberalización de los mercados, creciente competencia y mayor exigencia de los consumidores que cada vez están más informados. Los empresarios (emprendedores) en Celaya no son ajenos a esta situación, por lo que resulta necesario que cuenten con herramientas que incrementen su productividad y por consecuencia su competitividad. Mediante el presente proyecto se busca demostrar la capacidad de algunas de las pequeñas empresas de servicio que se encuentran en la ciudad de Celaya. Determinando si proporcionan servicios que satisfagan los requisitos del cliente y que cumplan con estándares de calidad correctamente aplicables.

Aunque, para una MiPyme la calidad simplemente debe significar “cumplir con los requerimientos”, debe ayudar a los dueños a buscar el mejoramiento en todos sus procesos del producto o servicio, ya que este es un costo que representa valor para el cliente.

#### Planteamiento del problema

En la última década la calidad es un concepto buscado por las empresas sin importar su actividad económica; considerado de forma común que lo que posee calidad, cubre las expectativas del cliente; la calidad abarca todas las cualidades con las que cuenta un producto o servicio, cuando sus características, tangibles e intangibles satisfacen las necesidades del cliente. Es por lo que la intención de esta investigación es responder información en relación con la siguiente pregunta: ¿Cómo cumplen con los estándares de calidad las Mi Pymes de servicio en Celaya?, y conocer las variables que influyen en la calidad que ofrecen en sus servicios.

#### Objetivo general

Valorar los estándares de calidad en las Mi Pymes de servicio en Celaya para conocer qué factores benefician o afecta en los procesos de servicio al cliente.

#### Justificación

Los estándares de calidad son los puntos referenciales que se utilizan para puntualizar un conjunto, regularmente pequeño, de condiciones reunidas con la intención de que las características de un producto o servicio sean capaces

<sup>1</sup> M.C Nancy Cano Gómez es Profesora de Ciencias Económico Administrativas en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, México. [nancy.cano@itcelaya.edu.mx](mailto:nancy.cano@itcelaya.edu.mx)

<sup>2</sup> M.C. Miguel Ángel Melchor Navarro es Profesor de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, México. [miguel.melchor@itcelaya.edu.mx](mailto:miguel.melchor@itcelaya.edu.mx)

<sup>3</sup> M.C.E. Magdalena Reséndiz Serrano es Profesora de Ciencias Económico Administrativas en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, México. [magdalena.resendiz@itcelaya.edu.mx](mailto:magdalena.resendiz@itcelaya.edu.mx)

<sup>4</sup> C. Iván Calzada Vega es Estudiante de Ingeniería en Gestión Empresarial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, México. [20030655@itcelaya.edu.mx](mailto:20030655@itcelaya.edu.mx)

<sup>5</sup> C. María José Hernández Mendoza es Estudiante de Ingeniería en Gestión Empresarial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, México. [20030867@itcelaya.edu.mx](mailto:20030867@itcelaya.edu.mx)

<sup>6</sup> C. Juana Patricia Macías Barrientos es Estudiante de Ingeniería en Gestión Empresarial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, México. [20030031@itcelaya.edu.mx](mailto:20030031@itcelaya.edu.mx)

de satisfacer las diversas expectativas de calidad de un grupo de clientes. Es tal la importancia de que las Mi Pymes cuenten con ciertos estándares que les permitan satisfacer las necesidades de sus clientes y ello sea una clave del éxito en sus negocios. Por lo tanto, la siguiente investigación tiene como finalidad determinar si las Mi Pymes de servicio en nuestro municipio cuentan con estándares de calidad dentro de sus negocios.

#### Hipótesis

H<sub>1</sub>: Las pequeñas empresas de servicio en Celaya cumplen con estándares de calidad de servicio al cliente entre un 40-50 %.

H<sub>0</sub>: Las pequeñas empresas de servicio en Celaya no cumplen con los estándares de calidad de servicio al cliente entre un 40-50%.

H<sub>A</sub>: Las pequeñas empresas de servicio en Celaya cumplen con estándares mínimos de calidad de servicio al cliente entre un 60%.

#### Variables

Independiente: Las Mi Pymes

Dependiente: Los estándares de calidad

#### Antecedentes

La calidad en un primer nivel es cumplir con las especificaciones del cliente. A través de esta definición, con ello sería suficiente. Desde la visión del departamento de marketing y financiero, es asegurarse de que vuelvan los clientes y no devuelvan el producto. En un nivel más elevado, es hacer las cosas correctamente, con los mejores medios y a través de la práctica de la excelencia. (Farias,2015)

La calidad debe ser previsión, no una ocurrencia tardía. Según Berry, debe ser un modo de pensamiento. Este influye en cada paso del desarrollo de nuevos servicios, nuevas políticas, nuevas tecnologías e instalaciones. (Berry, 1988)

Con el transcurso de la historia se ha visto que desde sus inicios el hombre ha tenido la necesidad de satisfacer sus necesidades más elementales para poder subsistir. Con el paso del tiempo la población aumento y con esto la necesidad de subsistir, con lo cual las personas que desarrollaban los productos le daban el sello personal característico de acuerdo con su habilidad y experiencia y donde la calidad era controlada por él mismo, a un régimen rudimentario en el cual hacía partícipes a otras personas de sus conocimientos y habilidades. Luego, con la llegada de la revolución industrial, los talleres pequeños se convirtieron en pequeñas fábricas de producción masiva, se buscan métodos de producción en serie y se organiza el trabajo en formas más completas, con el consecuente aumento de trabajadores a los que se les asigna una labor determinada, estén o no preparados para ejecutar dicha labor. Es cuando comienzan a aparecer personas con la función exclusiva de inspeccionar la calidad de los productos, llamándolos inspectores de calidad, iniciando la calidad por inspección. (Herramientas, 2018)

El control de calidad son todos aquellos mecanismos y acciones orientadas a la detección de errores de un producto y/o servicio. Su funcionamiento parte de previas determinaciones de parámetros de calidad, que en posteriores tareas de prueba e inspección. El concepto estándar se utiliza para nombrar a aquello que puede tomarse como referencia, patrón o modelo. (Trujano, 2007)

Se considera que el hecho de que existan estándares de calidad o las mencionadas normas ISO traen consigo una serie de beneficios para las organizaciones teniendo grandes aspectos notables dentro de ellas aumentando su compromiso con el sector y con los clientes.

Las Normas ISO aportan grandes beneficios en el sistema de calidad a las empresas. ISO está integrado por organismos nacionales de estandarización de más de 200 países y es la entidad mundial que trabaja para el establecimiento de disposiciones diseñadas para un uso común y repetido, lo cual permite alcanzar un determinado ordenamiento que ayuda a resolver un problema potencial o real. (Normas ISO)

La Norma ISO 9001:2015 es una regla que estandariza el sistema de control de calidad de las organizaciones. ISO (Organización Internacional de Estandarización) es una entidad que reúne a representantes de diversos países para desarrollar normas de estandarización en diferentes áreas de actuación. La nueva versión se publicó el 23 de septiembre de 2015, tras una actualización en la que intervinieron 93 países. Más de un millón de organizaciones en todo el mundo tienen tres años para adaptar sus procesos internos a los cambios allí consignados.

La certificación de la norma ISO 9001:2015 puede ser muy ventajoso para una empresa. Para mantener el sello, las compañías deben seguir una serie de reglas. Frente a potenciales socios, es más seguro hacer negocios con una empresa que tiene un sistema de gestión de acuerdo con la norma. (ISOTools, 2016)

Se hace uso de las Normas ISO 9001, ISO 16949, ISO 20000, ISO 22716 no siendo las únicas, pero si las de mayor relevancia en la clasificación de calidad.

Se definen a las MiPymes como organizaciones empíricas, financiadas, organizadas y dirigidas por el propio dueño que abastecen a un mercado pequeño (regional). (Álvarez, 2018)

Las microempresas se tratan de un micronegocio que puede ser administrado por un único profesional. Por lo general, la empresa y la propiedad son de propiedad individual, los sistemas de fabricación son prácticamente artesanales, la maquinaria y el equipo son elementales y reducidos, los asuntos relacionados con la administración, producción, ventas y finanzas son elementales y reducidos y el director o propietario puede atenderlos personalmente. El número de personal en las microempresas se encuentra entre los 1 y 10 profesionales.

Las generalidades de las MiPymes consisten en que: El capital es proporcionado por una o dos personas que establecen una sociedad y por lo general son de carácter familiar. El 90% de las pequeñas empresas se dedican a la actividad comercial, la transformación y los servicios. En el sector comercial e industrial destacan las que se dedican a: muebles, alimentos, vestidos y bebidas embotelladas (refrescos). En el sector servicios sobresalen los que se dedican a la carpintería, mecánica, peluquería y costura. Los propios dueños dirigen la marcha de la empresa, tienen todo el control y la responsabilidad y lo ejerce de manera empírica y conservadora. Miembros de la familia ocupan puestos principales. Obtienen algunas ventajas fiscales por parte del Estado que algunas veces las considera causantes menores dependiendo de sus ventas y utilidades. Su tamaño es pequeño o mediano en relación con las otras empresas que operan en el ramo. Se constituyen generalmente en Sociedad Anónima (81%). Aunque el dueño ejerce el control total sin que accionistas (familiares) tengan intervención. (Bernardo Méndez Lugo, 2014)

Sector servicios: estas empresas son aquellas que prestan un servicio concreto destinado a cubrir las necesidades de las personas, tal es el caso de una empresa de transporte o de una empresa financiera.

Las micro, pequeñas y medianas empresas (MiPymes) son agentes importantes es la estructura económica de los países, tienen particular importancia n por la flexibilidad de adaptarse a los cambios tecnológicos y gran potencial de generación de empleos. Representan un excelente medio para impulsar el desarrollo económico y una mejor distribución de la riqueza. (Aguilar, 2020)

Las empresas Pymes representan a nivel mundial el segmento de la economía que aporta el mayor número de unidades económicas y personal ocupado; de ahí la relevancia que reviste este tipo de empresas y la necesidad de fortalecer su desempeño, al incidir éstas de manera fundamental en el comportamiento global de las economías nacionales; de hecho, en el contexto internacional se puede afirmar que el 90% o un porcentaje superior de las unidades económicas totales está conformado por las MiPymes.

La Teoría de medición de estándares de Calidad de Joseph Muran dice que, para conseguir la mayor calidad en los productos o servicios de una empresa, es necesario trabajar en cinco puntos: 1) Concretar los peligros de tener una baja calidad. Si se identifica adecuadamente qué contras tiene el ofrecer un servicio de poca calidad, es mucho más sencillo conseguir que los empleados se den cuenta de por qué tienen que esforzarse. 2) Adecuar el producto al uso que se le va a dar. 3) Lograr adecuarse a los estándares de calidad definidos previamente. Los empresarios deben estar en constante comunicación con sus clientes para saber si los productos creados eran lo que querían. De esta manera, se puede saber si el producto o servicio ha cumplido las expectativas del comprador. 4) Aplicar la mejora constante. Una vez que se haya terminado un producto o servicio, se debe examinar cómo se ha hecho. De esta forma, la siguiente versión del producto podrá tener los errores mejorados, de tal forma que siempre se siga avanzando más en el camino de la calidad. 5) Considerar la calidad como una inversión. A pesar de que pueda ser difícil conseguir la mayor calidad en lo que se hace, con ella se consigue fidelizar clientes, aumentar los beneficios, y ser más competitivos que las empresas rivales. (Muran, 2022)

Modelos de Gestión de la Calidad. Existen diferentes Modelos de Calidad aplicados a diferentes empresas de productos y servicios, sin embargo, consideraremos en esta investigación aquel que se aplica de forma universal. El modelo EFQM fue una respuesta al trabajo de W. Edwards Deming y el desarrollo de los conceptos de gestión de la calidad total siendo así lo que se conoce, como modelo de calidad total, es un modelo de excelencia, que todo tipo de organizaciones pueden utilizar y aplicar, tanto sanitarias como no sanitarias se basa en la orientación a resultados, y está enfocada que el cliente reciba un producto y/o servicio de calidad. La gestión de este modelo se realiza por procesos y se apoya en la participación de todos los miembros de la organización.

La idea central del modelo EFQM se sintetiza en que: “la satisfacción de los clientes y empleados se consigue mediante un liderazgo que impulse la política y estrategia de la organización a través de una adecuada utilización de recursos y perfecta gestión de los procesos más importantes de la organización para conseguir resultados excelentes”.

Para determinar los resultados se utilizan indicadores de rendimiento, basados en la necesidad y expectativa, que miden el impacto y éxito de la estrategia y política organizacional se consideran los siguientes: Rapidez, Capacitación, Calidad del servicio, Satisfacción y Trato al cliente. Permiten establecer objetivos claros, y segmentar los resultados para comprender la experiencia, necesidades y expectativas de clientes específicos. Con relación al criterio Resultados, se los subdivide en dos:

Resultados a (resultados clave o de percepción), son indicadores externos que muestra la organización para conocer la percepción de sus clientes, personas o sociedad. Se recogen mediante encuestas, grupos focales.

Resultados b (indicadores clave o de rendimiento), son los indicadores internos- operativos que la organización maneja para monitorizar, y se obtiene producto de mediciones internas y objetivas. EFQM evalúa no solo la capacidad actual organizacional, sino su rendimiento futuro. “Por definición, cumplir con un estándar no es Excelencia, Excelencia es ir más allá de lo esperado”.

### Método y Resultados

La recolección se realizó a través de dos instrumentos y con ayuda de formularios de Google encuestando y entrevistando a 40 empresarios y 40 empleados.

Para seleccionar las empresas a las que se quería dirigir y enfoca el proyecto se hizo uso de Geovisores en la página de búsqueda de INEGI y a través de ello se pudo generar un contacto con algunas Pymes.

#### Análisis cuantitativo Encuestas

Dentro de nuestro estudio y el análisis de recolección de datos como equipo se consideró 5 rubros de los 6 para medir los estándares de calidad de una MiPyME de servicio descartando únicamente el precio debido a que se buscó enfocarse en las áreas de crecimiento que cualquier organización puede llegar a tener, de esta manera considerando los rubros de (Rapidez, Capacitación, Satisfacción, Trato al cliente, Calidad del servicio).

En la tabla 1 se muestra un listado de las primeras diez Pymes que participaron y las últimas diez del personal entrevistado (trabajadores y dueños). El formato de entrevista y encuesta utilizado ha permitido una fuerte implicación del levantamiento de investigación de campo, permitiendo obtener un alto grado de fiabilidad en las respuestas obtenidas.

	<b>MiPyME Seleccionada</b>
<b>1</b>	PARADISE BLUE “Servicios Turísticos”
<b>2</b>	Taller Herramental Industrial
<b>3</b>	Mecánica Aplicada en Diseño. S de RL CV
<b>4</b>	Auto lavado STARWASH
<b>5</b>	Moto mandados Celaya
<b>6</b>	SuperBarber
<b>7</b>	Spa canino Puppi Dog Celaya
<b>8</b>	Costuras ABY
<b>9</b>	Taller de motos MOTOANIMALS
<b>10</b>	Versha Spa
<b>11</b>	Estética Bella
<b>12</b>	Reparación de calzado “Jose Juan”
<b>13</b>	IFIX MOBILE
<b>14</b>	Inflables Burbuja
<b>15</b>	SAIC
<b>16</b>	Consultorio médico Sagrado Corazón
<b>17</b>	Brinquitos
<b>18</b>	Happy Pets
<b>19</b>	OHANA
<b>20</b>	DJBJ

Tabla 1. MiPymes entrevistadas y encuestadas

Todas las personas que respondieron el cuestionario ocupan un cargo de colaborador en la Pyme y todos los que respondieron la entrevista ocupan un cargo de dueño de la Pyme.

Dentro del estudio y el análisis de recolección de datos como equipo se consideró 5 rubros de los 6 los cuales de ilustran en la tabla 2, para medir los estándares de calidad de una MiPyME de servicio descartando únicamente el precio debido a que se buscó enfocarse en las áreas de crecimiento que cualquier organización puede llegar a tener de esta manera considerando los rubros de (Rapidez, Capacitación, Satisfacción, Trato al cliente, Calidad del servicio) y a través de las encuestas y entrevistas se obtuvieron los siguientes resultados.

La figura 1 ilustra los factores que arrojó la aplicación del cuestionario, determinando:

Rapidez: De acuerdo con la pregunta clave del rubro de rapidez el 93 % de las MiPymes cuentan con suficiente rapidez.

Capacitación: Acorde a la pregunta clave del rubro de capacitación el 57% de las MiPymes cuenta con capacitación

Trato al cliente: Respecto a la pregunta clave de este rubro el 69% de las MiPymes cumplen con este estándar satisfactoria mente.

Calidad de servicio: De acuerdo con la pregunta clave del rubro solo el 19% de las MiPymes tienen certeza de cumplir con este estándar

Satisfacción: Acorde a la pregunta clave del rubro solo el 12% de las MiPymes tienen certeza de cumplir con el estándar.

RUBRO	%EN EL QUE SE CUMPLE
RAPIDEZ	93
CAPACITACIÓN	57
CALIDAD DEL SERVICIO	19
SATISFACCIÓN	12
TRATO AL CLIENTE	69

Tabla 2. Rubros evaluados y porcentaje en en que se cumplen.

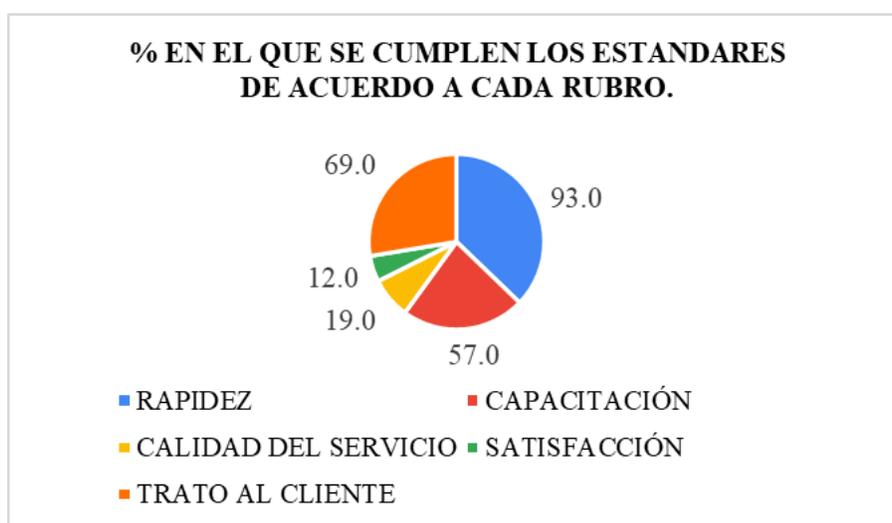


Figura 1. Gráfica de porcentajes en los que se cumplen los estándares de acuerdo a cada rubro.

#### Validación de los objetivos

Se llevó a cabo la investigación de campo en cuarenta MiPymes de servicio, se dio la oportunidad de enviar encuestas a los empleados de las MiPymes y tener reuniones con los dueños de estas mismas. Dichas reuniones y medio de obtención se dividieron en dos partes: Entrevista formal o mediante un cuestionario de preguntas abiertas en Google Forms y la realización de un cuestionario con 5 variables (desde Muy de acuerdo hasta en Total desacuerdo) mediante cuestionarios de Forms para lograr medir los estándares de calidad a una muestra, que consistió en enviar cuestionarios a 40 trabajadores y a 40 dueños del negocio.

Al momento de enviar los formularios, se obtuvieron las respuestas deseadas lo cual permitió cumplir con algunos objetivos específicos como:

- Identificar qué son los estándares de calidad
- Analizar datos estadísticos de los estándares de calidad en las MiPymes de servicio en Celaya.
- Identificar el propósito de tener estándares de calidad en las MiPymes del municipio.

Y por medio del cual se alcanzó el objetivo general, en donde se logró valorar los estándares de calidad en las MiPymes de servicio de Celaya permitiendo conocer los factores que influyen o afecta en los procesos de servicio al cliente.

#### Validación de la hipótesis

HA: Las pequeñas empresas de servicio en Celaya cumplen con estándares mínimos de calidad de servicio al cliente entre un 60%.

De acuerdo con los resultados obtenidos y previamente analizados considerando los 5 rubros, se les asignó un valor de 20% a cada pregunta de esta manera se rechazó HI y HO. Por lo tanto, se acepta HA ya que, los establecimientos

evaluados cumplen con los estándares de (Rapidez, Capacitación y Trato al cliente) llegando a la conclusión que las MiPymes de servicio en Celaya cumplen con un 60% de estándares de calidad dentro de sus organizaciones.

### Conclusiones y Recomendaciones

En la presente investigación se estudió a un segmento de MiPymes, del sector de servicios del municipio Celaya, teniendo como objetivo conocer como estas empresas aplican los estándares de calidad dentro de los sistemas de servicio. A través de los datos obtenidos mediante la recolección de información a una muestra de 80 personas (trabajadores-dueños) en los resultados se puede observar que se identificaron en qué medida afecta cada factor (Rapidez, Capacitación, Calidad del servicio, Satisfacción y Trato al cliente).

Se pudo identificar que el factor con el que cumplen más las Pymes del municipio fue (Rapidez, Capacitación y Trato al cliente) de esta manera llegando a la conclusión que las MiPymes de servicio en Celaya cumplen con los estándares de calidad dentro de sus organizaciones de manera parcial debido a que de los cinco factores solo tres influyen de manera significativa.

El desarrollar e implementar estrategias de calidad en las MiPymes de servicio es el crear una imagen de confiabilidad de cualquier negocio en el mercado, es el asegurar el cumplimiento de las obligaciones contraídas, representa oportunidades en el comercio, la reducción de costos, tiempos de entrega y maximización de recursos materiales y humanos, en sí, la implementación de estrategias de calidad será crear una nueva cara o imagen de las Pymes en Celaya, en la cual se resaltará la confiabilidad y calidad de los servicios.

### Recomendaciones

Los resultados permiten llegar a una comprobación en donde determinamos si afecta o no tener factores que midan los estándares de calidad en las Pymes, de esta manera obtenemos una respuesta que facilita identificar la importancia de contar con estándares que satisfagan las necesidades del servicio que se brinda en el municipio. De esta manera se presenta las siguientes recomendaciones a tomar en cuenta para el análisis de los factores que miden la calidad:

**Rapidez.** Las MiPymes deben establecer tiempos estándar para satisfacer su atención al cliente y al igual aminorar sus tiempos de atención.

**Capacitación.** Implementar capacitaciones que permitan a los trabajadores crecer y potencializar sus habilidades para de esta manera impulsarlos en su área de trabajo.

**Calidad del servicio.** Se sugiere en el caso de las MiPymes no acelerar su crecimiento sin antes garantizar que tiene la capacidad de ofrecer el mismo nivel de calidad en su servicio.

**Satisfacción.** Se debe buscar mejorar la satisfacción de los clientes mediante la implementación de mejoras en el y/o servicios brindados a través de un valor agregado que en base a un plan estratégico.

**Trato al cliente.** 1. En la actualidad es muy importante conocer bien a los clientes y 2. Ofrecer un servicio post-venta después de adquirir el servicio.

### Referencias

Farias, G. (2015). Definición de calidad. Gabriel Farias Iribarren. Obtenido de <https://gabrielfariasirribarren.com/que-es-la-calidad/>

Berry. (1988). *concepto de calidad*. nueva ISO. Obtenido de <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2016/09/desarrollo-concepto-calidad/>

Alvarez, M. (2018). *Repositorio Cepal*. Obtenido de Repositorio Cepal:  
[https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/2022/1/Manual\\_Micro\\_Pequenha\\_Mediana\\_Empresa\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/2022/1/Manual_Micro_Pequenha_Mediana_Empresa_es.pdf)

Herramientas. (2018). *definición de calidad*. Guadalajara: herramientas. Obtenido de <https://herramientas-paralamejoracalidad-ige.weebly.com/11-antecedentes-historicos-de-la-calidad.html>

Trujano, G. E. (2007). *Sistema de Gestion de Calidad para las Empresas Mexicanas*. Obtenido de Sistema de Gestion de Calidad para las Empresas Mexicanas: [http://sappi.ipn.mx/cgpi/archivos\\_anexo/20071654\\_5077.pdf](http://sappi.ipn.mx/cgpi/archivos_anexo/20071654_5077.pdf)

Martínez, B. (2008, 1 octubre). Calidad. ¿Qué es el modelo EFQM (European Foundation for Quality Management)? |Anales de Pediatría Continuada. ELSEVIER. Obtenido de <https://www.elsevier.es/es-revista-anales-pediatria-continuada-51-articulo-calidad-que-es-el-modelo-S169628180874887X#:~:text=El%20modelo%20EFQM%2C%20como%20modelo.denomina%20al%20modelo%3A%20EFQM.>

## Ecopaintline – Máquina Ecológica Pintadora de líneas

MA Julio César Canul Ek<sup>1</sup>, MC Juan Esteban Esquivel Ramón<sup>2</sup>,  
MC Antonio Alberto Vela Ávila<sup>3</sup>, Ing. José Ricardo Lazcano Pacheco<sup>4</sup> Ing. Roger Manuel Sánchez Parrao<sup>5</sup>

**Resumen**— Diferentes compañías en el giro de la construcción realizan el proceso de pintado de bordes de calzada también conocido como guarnición de una manera rudimentaria y poco redituable, por lo general, este trabajo se realiza manualmente, es decir, el obrero pinta los bordes de calzada a mano con brocha gruesa o rodillos, como consecuencia emplean mucho tiempo en llevar a cabo esta actividad, incluso, las compañías utilizan mayor personal, generando así un incremento en los costos de mano de obra. Es importante señalar, que al pintar los bordes de calzada manualmente con brocha o rodillo resulta incómodo para los trabajadores debido a la posición en que se realiza. Aquí se propone la solución mediante el diseño de una máquina que facilita el trabajo de una manera eficiente, reduciendo costos en diferentes aspectos, así mismo, esta máquina es sustentable y contribuye al cuidado del medio ambiente.

**Palabras clave** — sustentabilidad, ecológico, pintura, máquina, tren de engranajes

### Introducción

Diferentes compañías en el giro de la construcción realizan el proceso de pintado de bordes de calzada también conocido como guarniciones de una manera rudimentaria y poco redituable, por lo general, este trabajo se realiza manualmente, es decir, el obrero pinta los bordes de calzada a mano con brocha gruesa o rodillos, como consecuencia emplean mucho tiempo en llevar a cabo esta actividad, incluso, las compañías utilizan mayor personal, generando así un incremento en los costos de mano de obra. Es importante señalar, que al pintar los bordes de calzada manualmente con brocha o rodillo resulta incómodo para los trabajadores debido a la posición en que se realiza poniendo en riesgo su salud. Aquí se propone la solución mediante el diseño de una máquina que facilita el trabajo de una manera eficiente, reduce los costos en diferentes aspectos, así mismo, esta máquina es ergonómica, protege la salud del trabajador, es sustentable y contribuye al cuidado del medio ambiente.

El Ecopaintline o Máquina Ecológica Pintadora de Líneas es un prototipo mecánico creado en el Instituto Tecnológico de Campeche (ITC) que permite pintar las guarniciones de las banquetas de una manera ecológica y sustentable sin utilizar ningún tipo de motor eléctrico, gasolina o diésel; emplea únicamente la fuerza motriz de un tren de engranajes que está conectado a sus llantas traseras, que al ser empujada, genera una revolución que es transmitida al puente de engranajes donde se multiplica la velocidad de entrada a una velocidad de salida para el funcionamiento de un compresor, quien comprime y almacena en un depósito el aire, que lo conduce posteriormente a una pistola ajustable que está colocada en el frente de la máquina, dicha pistola, permite un flujo controlado por el operario por medio de una válvula de paso, la pintura será suministrada a la pistola proveniente de un depósito con ayuda de una bomba mecánica conectada a un puente de engranajes.

### Descripción del Método

*Reseña de las dificultades de la búsqueda*  
*Ecopaintline – Máquina Ecológica Pintadora de Líneas*

El Reglamento General de Circulación en Campeche en su artículo 2, define a las señalizaciones como el conjunto de señales y órdenes de los agentes de circulación, señales circunstanciales que modifican el régimen normal de utilización de la vía, señales verticales de circulación y marcas viales destinadas a los usuarios de la vía y que tienen por misión advertir e informar a éstos u ordenar o reglamentar su comportamiento con necesaria antelación de determinadas circunstancias de la vía o de la circulación; además de facultarse para los mantenimientos preventivos y correctivos de los señalamientos de tránsito.

Tener un buen mantenimiento en las señalizaciones de vialidad es de gran importancia para evitar accidentes y mantener un orden en el tráfico. La manera de realizar las señalizaciones pintadas en las carreteras y en los bordes de calzada se hace a mano mediante un proceso de pintado con brocha o rodillo (Figura 1), el tiempo que se requiere es

<sup>1</sup> MA. Julio César Canul Ek. Profesor de Ingeniería Mecánica del ITC; julio.ce@campeche.tecnm.mx

<sup>2</sup> MC. Juan Esteban Esquivel Ramón. Profesor de Ingeniería Mecánica del ITC; juan.er@campeche.tecnm.mx

<sup>3</sup> MC. Antonio Alberto Vela Ávila. Profesor de Ingeniería Mecánica del ITC; antonio.va@campeche.tecnm.mx

<sup>4</sup> Ing. José Ricardo Lazcano Pacheco. Profesor de Ingeniería Mecánica del ITC; jose.lp@campeche.tecnm.mx

<sup>5</sup> Ing. Roger Manuel Sánchez Parrao. Profesor de Ingeniería Mecánica del ITC; roger.sp@campeche.tecnm.mx

considerable y de importancia para una empresa constructora, contratista o dependencia que se encargue de brindar estos servicios ya que una sola persona no terminaría la actividad y en ocasiones, es necesario encargar a muchas personas más la realización del mismo trabajo por tantas horas en una posición poco cómoda, con el riesgo de provocar en las personas daños permanentes o cansancios excesivos por el nivel de altura en las que deben pintarse las franjas casi a ras del suelo.

Por la importancia de este trabajo, por tanto tiempo que se invierte en realizarla, y por el número de trabajadores que en exceso se emplean para llevarla a cabo, hacen que la actividad no sea redituable económicamente pero tampoco puede dejar de realizarse por el grado de relevancia que tiene en la seguridad de los conductores y tránsito en general, es por eso que se realiza este proyecto innovador denominado Máquina Ecológica Pintadora de Líneas (Ecopaintline) que busca acabar con la mayoría de los puntos negativos relacionados con dicha "trajin", es decir: reducir el tiempo de realización, reducir la mano de obra y eficientar el trabajo convirtiéndolo en una actividad 100% redituable, promover la salud en los trabajadores y contribuir en el cuidado del medio ambiente por ser un proyecto ecológicamente sustentable.



Figura No. 1 Pintura de calzada

El proceso de diseño y elaboración del Ecopaintline consta de tres etapas claramente definidas: la fuerza motriz, la estructura y, accesorios y componentes.

- **Fuerza motriz o tren de engranajes:** Recibe el nombre de tren de engranes al conjunto de éstos que se encuentran endentados entre sí, ya sea directamente o por medio de cadenas, en la figura 2 se muestra un ejemplo donde puede observarse que el engrane "M" (Eje motriz) hace girar a los engranes "m" notándose que en cada paso se invierte el sentido de giro. Dicho puente de engranaje de tipo compuesto fue creado en un taller y hecho por un torno y una fresadora, el tren de engranes está conformado por 4 engranes y 4 piñones de 42 y 14 dientes respectivamente, diseñados bajo las especificaciones AGMA (Asociación de Fabricantes de Engranajes de Estados Unidos) para dientes de engranes a altura total. Son engranes rectos de hierro fundido los cuales tendrán una velocidad de entrada de 20 rpm y una velocidad de salida de 1450 rpm con una relación de transmisión de 3:1 con un ángulo de presión de 20 grados que es el más utilizado.

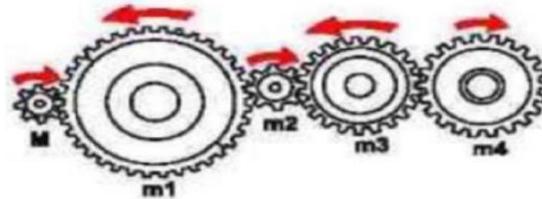


Figura No. 2. Tren de engranaje

La tecnología requerida para la construcción del Ecopaintline es diversa, fabricándose primero el tren de engranajes; las ruedas dentadas fueron realizadas en un torno y fresadora, ambos de control numérico controlados por una computadora, mientras que el ensamblado de la máquina fue sencilla dado que solo se utilizan herramientas básicas.

- **Estructura.** En la figura 3 se observa la estructura empleada en el proyecto, PTR Cal. 14, fabricado mediante reducción en caliente y forjado, el perfil estructural es rectangular y está sujeto a estrictos controles de calidad que comprenden pruebas que garantizan la resistencia estructural requerida por las normas y estándares nacionales e internacionales, su peso está establecido en la norma ASTM-A-6 y el tipo de acero es de acuerdo con las normas ASTM - A.36 y Dual ASTM-A-36 / A - 512 G50.



Figura No. 3 Estructura PTR Calibre 14

• **Accesorios y componente**

Manguera de media presión	Manómetro	Compresor
Abrazaderas	Pistola de pintura	Recipiente de pintura
Tornillos	Chicotes	Llanta loca
Dirección	Suspensión	Mecanismo de control de pintura

*Naturaleza y Características de la Máquina Ecológica Pintadora de Líneas*

El Ecopaintline fue diseñado y fabricado para facilitar el trabajo de las personas encargadas de pintar las guarniciones de las calles, avenidas y carreteras, permitiéndoles desarrollar su trabajo de una manera más cómoda y eficiente con su implementación completamente ecológica y sustentable, ergonómica, que contribuye en la salud y el cuidado físico de los trabajadores; funciona con la energía motriz que proviene del operario hacia la máquina; es decir, cuando el operario este empujando la máquina generará siempre una energía motriz que será transmitida a las llantas de la máquina del eje trasero, se le ha previsto de un puente de engranajes el cual es de tipo compuesto, tiene cuatro engranes de 42 dientes y cuatro piñones de 14 dientes diseñados bajo las especificaciones AGMA para dientes de engrane altura total, esto permite que la velocidad inicial sea de 20 rpm y logre incrementarse a 1450 rpm de salida, la necesaria para hacer funcionar el compresor de aire que succionará el aire del medio ambiente para aumentar su presión y poder salir con la presión necesaria para el correcto funcionamiento de la pistola de pintura, cabe señalar, que la máquina cuenta con un tanque almacenador de aire, el cual tiene acoplado un manómetro y una válvula de alivio para indicar la presión y así controlarla.

El tanque almacenador de aire tendrá una capacidad de 120 lb/pul<sup>2</sup> para almacenar aire suficiente para los trabajos especiales donde no es necesario que la máquina este en movimiento, ejemplo de esto, es el pintado de las franjas del paso peatonal; la máquina también tiene un depósito de pintura con una capacidad de 19 litros, en la salida de este depósito está conectada una bomba mecánica la cual es movida por el puente de engranajes, dicha bomba se encargará de hacer llegar la pintura hacia la pistola en tiempo y forma; la pistola tiene la ventaja de poder ajustarse, es decir, adaptarse a los diferentes tamaños de guarniciones que se le presenten al operador incluyendo cambiar la pistola de lugar (derecha, izquierda e incluso manualmente para trabajos especiales).

El Ecopaintline es una máquina caracterizada por ser ecológica y sustentable, sin embargo, también busca ser una máquina ergonómica con beneficios para el trabajador ya que cada operario necesita diferente postura según su estatura, por este detalle, la máquina cuenta con un manubrio que es activado con un mecanismo para ajustarse a la altura del operario. El tren de engranes se diseñó con base a la necesidad de la máquina ya que el Ecopaintline trabaja con un compresor de 2 hp y funciona a 1450 rpm, estas revoluciones las proporciona dicho tren de engranes dado que en este proyecto no existe ninguna clase de motor eléctrico, ni motor a combustible, porque uno de los objetivos es el diseñar una máquina completamente ecológica; el tren de engranes es del tipo compuesto debido a la relación de velocidad (RV) que se necesita en este tren, a continuación se describe cómo se calcula:

$$RV = \frac{W_{sal}}{W_{Ent}}$$

Donde:

RV	Es la relación de velocidad y es adimensional
W <sub>sal</sub>	Velocidad de salida en rpm
W <sub>ent</sub>	Velocidad de entrada en rpm

La W<sub>sal</sub> es la velocidad que necesita el compresor para funcionar correctamente, en los párrafos anteriores se menciona que trabaja a 1450 rpm, por otra parte la W<sub>ent</sub> es la velocidad de entrada que se le proporciona al primer engrane de nuestro sistema de engranajes y, es la velocidad que se le proporciona por la fuerza motriz que transmite el operario a la máquina y se calculó de la siguiente manera:

Todas las personas tienen diferentes estaturas y el tamaño de su zancada varía haciendo que unos caminen más rápido que otros; por esta razón se realizó una prueba a 3 personas de diferentes estaturas para sacar un promedio de la distancia que avanzan empujando la máquina en un minuto, este fue el procedimiento. Vea el cuadro No 1

Persona	Estatura (m)	Distancia recorrida en un minuto (m)
1	1.59	22.1
2	1.63	25.8
3	1.80	29.2

Cuadro No 1 Estatura vs distancia recorrida

Con los datos determinados se calculó el promedio  $P_m$ :

$$P_m = \frac{22.1 + 25.8 + 29.2}{3} = 25.7 \text{ m/min}$$

Sabiendo que la distancia que se recorre en un minuto son 25.7 m, se calculó cuántas revoluciones deben dar nuestras llantas a esa distancia ya que el primer engrane está colocado en el eje de las llantas traseras y deberán dar el mismo número de revoluciones. El diámetro de dichas llantas es de 16 pulgadas.

Procedimiento:

$$\text{Si } P = \pi D$$

Donde:

P	Perímetro en cm
D	Diámetro en cm
$\pi$	3.1416

Como se tiene el diámetro de la llanta sólo se convierte a cm:

$$(16 \text{ plg})(2.54 \text{ cm}) = 40.64 \text{ cm}$$

Sustituyendo en la ecuación del perímetro tenemos:

$$P = (40.64)(\pi) = 127.67 \text{ cm o } 1.2767 \text{ m}$$

Por lo tanto, si la llanta necesita 1.2767 m para dar un giro, entonces, en 25.7 metros dará 20.13 giros; estos serán las revoluciones de entrada por minuto es decir  $W_{ent}$ .

Como se observa en la figura 4, la velocidad que tengan las llantas será la misma velocidad de entrada que tenga el engrane impulsor.

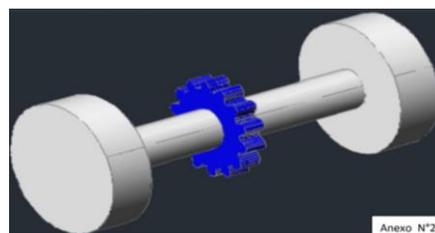


Figura No. 4 Eje principal del sistema

Con  $W_{ent}$  y  $W_{sal}$  podemos obtener la relación de velocidad (RV).

$$RV = \frac{1450}{20.13} = 72.03$$

Con esta relación de velocidad de 72:1 se entiende la relación de velocidad que hay entre el engrane y el piñón, es decir, mientras el engrane este dando un giro, el piñón estaría dando 72 giros, dado que este RV es muy grande pues el límite permitido para engranes rectos es una relación 10:1 (Eisenberg, 2017), porque algo mayor resultaría muy

voluminoso, costoso e inconveniente es su integración. Esta es la razón por la que nuestra RV se distribuyó entre varios pares de engranes, conocido también como etapas.

Sabiendo que podríamos comenzar con el diseño:

1. Primero determinamos cuántas etapas (engranajes simples) son necesarios. La sencillez, es la marca de un buen diseño, de manera que a través de ensayos con la menor posibilidad de error se extrajo la raíz cubica de 72.03

$$\sqrt[3]{72.03} = 4.16$$

Como se desea que el puente de engranes no tenga engranes tan grandes, aún es necesario reducir esa RV, así que se extrajo la raíz cuarta.

$$\sqrt[4]{72.03} = 2.91$$

De manera que, con cuatro etapas la relación de velocidad queda de 3:1

2. Se busca una razón entera de números de dientes que originen una RV 3:1, únicamente se utilizan estos valores para el diseño de la caja de engranajes. Utilizando un límite inferior de 14 dientes para el piñón y al ensayar diversas posibilidades, se obtuvo las soluciones que se describen en el cuadro No 2 (Norton, 2017):

**Engranes posibles para un tren de 72.03:1 de cuatro etapas tipo compuesto**

RV x Dientes del piñón = Dientes del engrane		
3	14	42
3	15	45
3	16	48

Cuadro No 2 Tabla de posibilidades para un tren de engranes

3. Los números de dientes debe ser entero. En el cuadro No 2 se observa que los tres resultados cumplen con esta condición, así que al aplicar cualquiera de estos tres resultados al tren de engranajes de cuatro etapas se tiene como resultado un  $RV > 72.03$ , ejemplo :

$$RV = \left(\frac{42}{14}\right)^4 = 81 \text{ (Eisenberg, 2017)}$$

Lo que significa que **SI** se satisface la necesidad requerida de tan sólo 72.03:1

4. Según los resultados obtenidos, tomamos el indicado en la primera fila del cuadro No 2 donde el piñón y el engrane tienen 14 y 42 dientes, respectivamente, y que claramente satisface los criterios de diseño del número mínimo de dientes para evitar un posible rebaje o penetración. También, puede observarse y analizarse del cuadro No 2 que todas las etapas describen una relación de velocidad menores que 10:1, y ningún piñón tiene menos de 14 dientes, lo cual, reduce el rebaje hasta un nivel aceptable (Norton, 2017).

En la figura No 5 se muestra de manera gráfica cómo queda distribuido el tren de engranes de 4 etapas que, con 4 piñones de 14 dientes y 4 engranes de 42 dientes con una RV de 81:1 según cálculos obtenidos, y fue el creado según el diseño y es el correcto para el buen funcionamiento del ecopaintline.

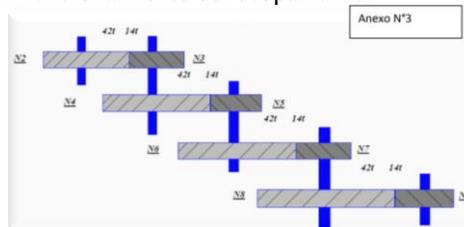


Figura No. 5 Tren de engranes de 4 etapas

### *Conclusiones y Trabajos Futuros de Investigación*

El Ecopaintline o Máquina Pintadora de Líneas es un máquina en prototipo innovadora, que satisface los objetivos por la que fue diseñado y creado, que cumplió las expectativas de reducir a un 1/4 de tiempo los trabajos que el obrero realiza al pintar las guarniciones, es ecológica al no usar ningún tipo de combustible fósil, además, de ser sustentable; todo lo que necesita para su funcionamiento es un poco de esfuerzo para empujarlo, todo lo demás, se lleva a cabo mediante un trabajo mecánico; si bien es cierto, que en esta primera etapa se emplea una fracción de tiempo en ajustar la pistola aspersora de pintura, pretendemos que en sus próximas innovaciones este procedimiento sea automático llegando al grado donde el trabajador solo tenga que alimentar el depósito de pintura, empujar y calibrar el aspersor, así, provocamos que el empresario obtenga mejores ingresos en menor tiempo y cuidamos la salud del trabajador y al medio ambiente.

El prototipo del proyecto ha tenido la oportunidad de participar en diversos eventos de innovación tecnológica del Tecnológico Nacional de México (TNM) así como eventos regionales como puede apreciarse en las figuras 6 y 7, donde ha sido visto con buenos ojos por empresarios del ramo de la construcción, sin embargo, nos hemos enfrentado a diversos problemas internos y externos que han limitado desarrollar la etapa de comercialización, entre ellos la pandemia del covid 19 y los estudiantes que participaron en su fabricación ahora son egresados. No obstante, confiamos en el proyecto y seguiremos avanzando en sus innovaciones.



Figura No. 6 Prototipo del Ecopaintline



Figura No. 7 Participación en Evento Nacional

### Referencias

- Campeche, G. d. (2014). *Reglamento de la Ley de Vialidad, Tránsito y Control*. Campeche.  
Eisenberg, B. a. (2017). *Mecánica Vectorial para Ingenieros*. México, DF: Mc Graw Hill.  
McCormac, J. C. (2012). *Diseño de Estructuras Metálicas - Método ASD*. México, DF: Alfaomega.  
Norton, R. L. (2017). *Diseño de Maquinaria*. México, DF: Mc Graw Hill.

### Notas Biográficas

El **MA. Julio César Canul Ek** es profesor del Instituto Tecnológico de Campeche (ITC) y profesor de bachillerato en el Instituto Cumbres Campeche de la Red de Colegio Semper Altius, su Maestría en Administración la realizó en el Instituto de Estudios Universitarios, ha trabajado como Coordinador de un Programa de Ahorro de Energía Eléctrica de la CFE (2003-2009), ha sido Jefe del Departamento de Recursos Materiales y Servicios (2010-2013) y Jefe Depto de Ingeniería Metal – Mecánica (2013-2016) en el ITC, ha presentado 2 publicaciones de artículos en congresos nacionales e internacionales.

El **MC. Juan Esteban Esquivel Ramón** es graduado como Ingeniero Mecánico (2008) en el Instituto Tecnológico de Campeche; Graduado como Maestro en Ciencias en Ingeniería Mecánica (2010) en el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (CENIDET) con sede en Cuernavaca, Morelos. Está adscrito al departamento de Ingeniería Metal - Mecánica, en el TecNM Campus Campeche, donde se ha desempeñado como jefe del Departamento de Ingeniería Metal – Mecánica (2017-2020). Actualmente docente desde septiembre 2015 en el TecNM campus Campeche

El **Ing. Antonio Alberto Vela Ávila** es profesor de tiempo completo del ITC.

El **Ing. José Ricardo Lazcano Pacheco** es profesor de asignatura del ITC

El **Ing. Roger Manuel Sánchez Parrao** es profesor de asignatura del ITC, actualmente Jefe del Departamento de Ingeniería Metal - Mecánica

## Políticas Institucionales en Educación a Distancia

B. L. Carballo Téllez<sup>1</sup>, F. A. Esquivel<sup>2</sup>, M. L. Palacios Medina<sup>3</sup>, R. Aldape Garfías<sup>4</sup>

**Resumen:** Se analizan los objetivos y metas de la educación a distancia a nivel Iberoamérica desde los marcos políticos de organizaciones internacionales como la UNESCO, OEI, RIACES y a nivel México desde los diferentes planes y programas federales. Se identifica que desde un inicio la educación a distancia ha tomado gran relevancia y un lugar destacado en las agendas políticas nacionales e internacionales por su potencial para disminuir y/o solucionar problemas de cobertura, acceso y equidad en la educación en todos sus niveles educativos.

También se destaca que la pandemia de Covid-19 dejó a la luz que las políticas educativas hasta antes de este evento solo lograron agravar los problemas sociales que buscaban erradicar, ya que se habían aplicado con un enfoque cuantitativo, promovido por el forzado camino hacia la educación no escolarizada en una sociedad digital.

**Palabras claves:** Educación a distancia, Políticas institucionales, Iberoamérica.

### Introducción:

La educación abierta y a distancia (EaD) es propuesta por ser caracterizada por nuevos conceptos de parámetros espacio y tiempo como una acertada alternativa para el desarrollo de los procesos de enseñanza aprendizaje.

Durante este primer capítulo se abordan los referentes teóricos y políticas educativas en la educación a distancia, con el análisis de varias investigaciones teóricas y distintos autores.

### Políticas institucionales en Educación a Distancia

Desde el año 1998, la UNESCO en la Conferencia Mundial sobre Educación Superior recomendaba la creación de nuevos entornos pedagógicos de EaD y sistemas virtuales de enseñanza para la Educación Superior a partir de redes globales, continentales y regionales asegurando relaciones y ambientes de respeto hacia las identidades culturales y sociales.

Dichos programas de EaD mediante sistemas virtuales se recomendaban con los objetivos micro de impulsar el progreso social, económico, la sostenibilidad, brechas tecnológicas, brechas digitales y otros problemas sociales relevantes de cada país, pero sobre todo con el objetivo macro de contribuir a la disminución de las marcadas desigualdades entre los países del mundo (García et al., 2017), resaltando que si los gobiernos no aprovechaban el potencial de las tecnologías en favor de la educación y el desarrollo estas se convertirían en un factor más de desigualdades y ampliaría más las brechas sociales y educativas.

En el año 2020, la pandemia de Covid-19 dejó ver que a pesar de que en América Latina y el Caribe se presentó a través de los años un aumento apresurado de la incorporación de tecnología y conectividad, permanecen la carencia de una visión sistemática de la educación, inconsistencias e insuficiencias en el diseño e implementación de políticas y severos problemas del financiamiento en su distribución, destino, uso y rendición de cuentas reales (Navarrete et al., 2020).

La implementación forzada de políticas de acceso y cobertura en el camino hacia una educación no escolarizada forzada por el contexto de la sociedad digital, han sido desde una dimensión cuantitativa en búsqueda de estadísticas favorables, y han dejado como consecuencias la falta de calidad, equidad e inclusión de nuestros sistemas, ya que la brecha digital ensancha la brecha educativa y perpetúa y agudiza la brecha social (Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), 2021). Ante esta realidad que nos golpeó de frente, organismos internacionales y al interior el gobierno nacional de México ha realizado propuestas para avanzar en política educativa que sean congruentes con los desafíos educativos y sociales actuales.

---

<sup>1</sup> B. L. Carballo Téllez es Profesor de horario libre en la Universidad Autónoma de Tamaulipas UAM Valle Hermoso, Tamaulipas, México, [bertha.carballo@uat.edu.mx](mailto:bertha.carballo@uat.edu.mx)

<sup>2</sup> F. A. Esquivel es Profesor de Tiempo completo en la Universidad Autónoma de Tamaulipas UAM Valle Hermoso, Tamaulipas, México, [aesquivel@docentes.uat.edu.mx](mailto:aesquivel@docentes.uat.edu.mx)

<sup>3</sup> M. L. Palacios Medina es Profesor de Tiempo completo en la Universidad Autónoma de Tamaulipas UAM Valle Hermoso, Tamaulipas, México, [mpalacio@docentes.uat.edu.mx](mailto:mpalacio@docentes.uat.edu.mx)

<sup>4</sup> R. Aldape Garfías es Profesor de Tiempo completo en la Universidad Autónoma de Tamaulipas UAM Valle Hermoso, Tamaulipas, México, [raldape@docentes.uat.edu.mx](mailto:raldape@docentes.uat.edu.mx)

### **Políticas internacionales en Educación a Distancia**

Hablar de política internacional actual en materia de educación obliga a observar organismos como la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) y como la Red Iberoamericana para el Aseguramiento de la Calidad en la Educación Superior (RIACES). Ambos organismos, en el año 2021 presentaron el sello de calidad Kalos Virtual Iberoamérica (KVI), instrumento que acreditará la calidad de los programas educativos virtuales de las universidades iberoamericanas, el cual tiene sustento en la Guía Iberoamericana para la Evaluación de la Calidad de la Educación a Distancia publicada por la OEI en 2020, destacando como participantes COPAES, CNA Colombia y Fundación Madrimasd (OEI, 2021).

De acuerdo con RIACES (2021):

Con la creación del sello KVI se da un paso determinante para lograr la fusión de la pedagogía y la digitalización, expresados en un sello iberoamericano de calidad en la educación a distancia, confiable, riguroso y sobre todo, útil para las instituciones.

### **Políticas nacionales en Educación a Distancia**

En México, la EaD ha estado presente desde inicios del siglo pasado, teniendo como referencia programas como (Navarrete et al., 2020):

- Escuela de Radio de Difusión Primaria para Adultos en 1941.
- Instituto Federal de Capacitación del Magisterio en 1947.
- Centro de Educación Básica de Adultos y Telesecundaria en 1968.
- Centro para el Estudio de Medios y Procedimientos Avanzados de la Educación en 1971.
- Sistema de Universidad Abierta de la UNAM en 1972.
- Modelo de Preparatoria Abierta en 1973.
- Sistema Abierto de Enseñanza del IPN en 1974.

Dentro del siglo XXI, se puede identificar que la EaD virtual comienza a tomar relevancia en materia política a partir del sexenio 2000-2006, tomando como punto de partida el Plan Maestro de Educación Superior Abierta y a Distancia llamado “La Educación Superior en el Siglo XXI. Líneas estratégicas de desarrollo”, desarrollado en el año 2000 por Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) y derivado de la “Conferencia Mundial sobre la Educación Superior. La educación superior en el siglo XXI: Visión y acción” realizada por la UNESCO.

En el documento realizado por la ANUIES en el cual establecía como prioridad el impulso de la educación a distancia virtual como estrategia para resolver los problemas de cobertura en educación superior, mediante la creación de una Universidad Virtual, estableciendo como etapas las siguientes (ANUIES, 2000; Ramírez, 2011):

1. La ANUIES y la SEP serían las instancias organizadoras y promotoras de la Universidad Virtual.
2. Se consolidarían como un organismo descentralizado y autosuficiente en cuestión de gestión y financiamiento, sustentado académicamente por las instituciones de educación superior.
3. Consolidación de cuerpos académicos; la innovación educativa y gestión, planeación y evaluación del bloque de programas institucionales.

Dando continuidad a los marcos políticos y de acción, el Plan Nacional de Educación 2007-2012 refuerza el objetivo de impulsar la educación abierta y a distancia con criterios y estándares de calidad e innovación permanentes, resaltando que la prioridad era hacia las regiones y grupos sin acceso a servicios escolarizados, y de esta forma en el año 2008 se crea la Universidad Abierta y a Distancia de México y en el 2009 el entonces Programa de Educación Superior Abierta y a Distancia inicia sus labores atendiendo 34000 aspirantes, y en el año 2012 se conforma bajo decreto presidencial como la (Universidad Abierta y a Distancia de México [UnADM], 2022).

### **Descripción del Método:**

Se realizó una investigación documental de diversos sitios de internet como UNESCO, Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), Red Iberoamericana para el Aseguramiento de la Calidad en la Educación Superior (RIACES), Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), Universidad Abierta y a Distancia de México (UnADM) como apoyo a las referencias conceptuales del trabajo de investigación.

### **Comentarios finales:**

#### *Resumen de resultados*

Las políticas institucionales de la educación a distancia tienen fundamento en los organismos mundiales relacionados a la mejora en la calidad de la educación, es por ello que se deben considerar los criterios de los participantes involucrados en el tema antes de considerar la creación de política educativa en los países.

### Conclusiones

Los objetivos de la educación a distancia en Iberoamérica considerados por la UNESCO, Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), Red Iberoamericana para el Aseguramiento de la Calidad en la Educación Superior (RIACES), y en México por la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), Universidad Abierta y a Distancia de México (UnADM) deben ser factor clave en el desarrollo del quehacer educativo, orientado a la alineación de métricas que se deben cumplir y seguir con las normativas establecidas a nivel mundial.

### Recomendaciones

Los países requieren considerar orientar sus planes nacionales de desarrollo tomando en consideración las recomendaciones de todos los organismos globales que recomiendan propuestas para la educación a distancia, de tal forma que con esa orientación se encaminen a alinear su política educativa encaminada a cumplir con lo establecido por organismos internacionales.

### Referencias

- García, M., Añorve, R., J., y Godínez, G. (2017). Las Tic en la educación superior, innovaciones y retos/The ICT in higher education, innovations and challenges. *RICSH Revista Iberoamericana de las Ciencias Sociales y Humanísticas*, 6(12), 299-316. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6255413>
- Navarrete, Z., Manzanilla, H., y Ocaña, L. (2020). Políticas implementadas por el gobierno mexicano frente al COVID-19. El caso de la educación básica. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)*, 50, 143-172. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/270/27063237025/27063237025.pdf>
- Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) (4 de junio de 2021). La OEI y Red Iberoamericana para el Aseguramiento de la Calidad en la Educación Superior (RIACES) presentan el sello «Kalos Virtual Iberoamérica» que certificará la calidad de los programas universitarios a distancia de la región. Recuperado de <https://oei.int/pt/escritorios/secretaria-geral/noticia/la-oei-y-riaces-lanzan-el-sello-kalos-virtual-iberoamericano-que-acreditara-la-calidad-de-los-programas-universitarios-a-distancia-de-la-region>
- Red Iberoamericana para el Aseguramiento de la Calidad en la Educación Superior RIACES (2021). Sello de calidad KALOS. Recuperado de <http://riaces.org/sello-de-calidad-kalos/>
- Ramírez, J. (2011). Políticas y escenarios de futuro para la educación virtual en la Educación Superior de México. *Apertura*, 14(1). Recuperado de 104-117. <https://www.redalyc.org/pdf/688/68826916010.pdf>
- Universidad Abierta y a Distancia de México UnADM (2022). Historia, Misión, Visión y Objetivo. Recuperado de <https://www.unadmexico.mx/nosotros/mision-vision-y-objetivos>

### Notas Biográficas

Lic. Bertha Lizeth Carballo Téllez Es Licenciado en Tecnología Educativa, actualmente labora en la Unidad Académica Multidisciplinaria Valle Hermoso de la Universidad Autónoma de Tamaulipas, impartiendo las asignaturas del programa de bachillerato y ocupando el puesto de auxiliar administrativo en el departamento de orientación educativa su correo electrónico es [bertha.carballo@uat.edu.mx](mailto:bertha.carballo@uat.edu.mx).

Dr. Francisco Alonso Esquivel cuenta con una Maestría en Administración de empresas, un doctorado en Educación y otro doctorado en Metodología de la enseñanza, es autor del libro Certificación y acreditación del conocimiento y ostenta el perfil PRODEP es autor de diversas ponencias en congresos nacionales e internacionales, y líder del cuerpo académico en formación Desarrollo de Talento Humano. [aesquivel@docentes.uat.edu.mx](mailto:aesquivel@docentes.uat.edu.mx)

MDES. María Luisa Palacios Medina Cuenta con una Maestría en Docencia en educación superior, es Profesora de Tiempo completo en la U.A.M.V.H DE LA U.A.T. impartiendo las asignaturas de Orientación Educativa, Vocacional y Profesional. Es responsable del Área de orientación psicopedagógica es miembro de la A.M.P.O. (Asociación Mexicana de Profesionales de la Orientación). [mpalacio@docentes.uat.edu.mx](mailto:mpalacio@docentes.uat.edu.mx)

MDES. Raymundo Aldape Garfias Terminó la Maestría en Docencia en Educación Superior por la UAT. Ha publicado libros para bachillerato como Filosofía, Psicología, Orientación Educativa, Orientación Vocacional. [raldape@docentes.uat.edu.mx](mailto:raldape@docentes.uat.edu.mx)