

# ESTRATEGIA DE PROXIMIDAD SOCIAL: UN PARADIGMA DE PREVENCIÓN PARA EL DESARROLLO HUMANO, ECONÓMICO Y TURÍSTICO

Dra. Nancy Angelina Quintal García<sup>1</sup>, Dr. Luis Germán Sánchez Méndez<sup>2</sup>, Dra. Jacqueline Ganzo Olivares<sup>3</sup>, Dra. Úrsula Gabriela Serrano Bores<sup>4</sup>, Mtro. José Francisco Tamayo Garza<sup>5</sup>

**Resumen**— La situación que prevalece respecto a la inseguridad puede atribuirse, según la percepción social, a la ineficiente actuación policial en virtud de que sus funciones no son acordes a los criterios de la prevención, concentrándose en las acciones reactivas. Por lo anterior, la proximidad social debe comprenderse como una estrategia de trabajo vinculada con la participación ciudadana, que se sustenta principalmente en el acercamiento y la vinculación de la policía con la comunidad o población que vive y convive en un determinado espacio geográfico, determinando nuevos paradigmas en el trabajo policial. La intención de esta investigación es proponer el diseño de un Manual para la implementación de la operatividad policial de proximidad social, que garantice la seguridad ciudadana y turística, mediante la prevención del delito, donde la policía se integre al tejido social, y se pugne frontalmente a la delincuencia para garantizar la paz y el orden público.

**Palabras clave**—Percepción social, seguridad pública, proximidad social, prevención del delito, policía.

## Introducción

Actualmente, alrededor del mundo, cada Estado puede optar por un modelo específico ya experimentado de seguridad para su territorio, o bien por la innovación de uno que se ajuste a las necesidades de la región, una de las tendencias que pueden apreciarse constitucionalmente en varios países Europeos como España, Francia, Alemania por mencionar algunos, y también Iberoamericanos como Chile, Colombia, Perú, entre otros, van encaminadas a la instrumentación del denominado modelo de “seguridad ciudadana”, mismo que cuenta con un extenso trabajo doctrinal y normativo que continúa en desarrollo.

La filosofía de esta investigación se basa en los principios fundamentales de la proximidad social que se relaciona con la atención del cuerpo policial de manera cercana a la ciudadanía resolviendo sus problemas de seguridad (Policía Municipal de Valladolid España, 2012).

En México, emanado de la instrumentación del Nuevo Modelo Policial desde 2008 que opera bajo el modelo de seguridad pública, confirma que es responsabilidad directa de la Policía la prevención del delito y el combate a la delincuencia, pero en cuya ejecución el Policía asume un rol reactivo, derivando que la estrategia de Proximidad Social se implementa como una alternativa que rompa el paradigma clásico del policía reactivo.

Al respecto, el Nuevo Modelo Policial (2008) determina que “la proximidad social es una estrategia de trabajo vinculada con la participación ciudadana, que se sustenta principalmente en el acercamiento y la vinculación de la policía con la comunidad o población que vive y convive en un determinado espacio geográfico (barrio, pueblo, colonia), para identificar y atender sus demandas de seguridad y orden público, así como gestionar la resolución de sus necesidades relacionadas con el mejoramiento de su entorno y su calidad de vida” (p.27).

Estamos conscientes que la operatividad policial basada en la proximidad social es una alternativa para reducir los altos índices de criminalidad y que, a la vez, propiciará un cambio en la percepción social de inseguridad que actualmente prevalece.

De conformidad a estas aportaciones resultaría indispensable que la Policía aplique una reingeniería de sus recursos para aprovechar de forma integral el trabajo preventivo a favor de la ciudadanía y el turista, donde el ciudadano no demuestra temor ante el cuerpo policial, sino que sea visto como lo que es, una Institución que inspira confianza, que establece el orden y paz públicos necesarios en la sociedad.

Se traduce en tomar todos los procesos policíacos aplicados y poder establecer un modelo operativo que

---

<sup>1</sup> La Dra. Nancy Angelina Quintal García es Profesora Investigadora de la Universidad de Quintana Roo [nanquin@uqroo.edu.mx](mailto:nanquin@uqroo.edu.mx)

<sup>2</sup> El Dr. Luis Germán Sánchez Méndez es Profesor Investigador de la Licenciatura en Seguridad Pública de la Universidad de Quintana Roo, México [luis.sanchez@uqroo.edu.mx](mailto:luis.sanchez@uqroo.edu.mx)

<sup>3</sup> La Dra. Jacqueline Ganzo Olivares es Profesora Investigadora de la Universidad de Quintana Roo [jgolivares@uqroo.edu.mx](mailto:jgolivares@uqroo.edu.mx)

<sup>4</sup> La Dra. Úrsula Gabriela Serrano Bores es Profesora Investigadora de la Universidad de Quintana Roo [ursulasb@uqroo.edu.mx](mailto:ursulasb@uqroo.edu.mx)

<sup>5</sup> El Mtro. José Francisco Tamayo Garza es Profesor Investigador de la Universidad de Quintana Roo [jftamayo@uqroo.edu.mx](mailto:jftamayo@uqroo.edu.mx)

beneficie a la ciudadanía y al turista, basado en la proximidad social, generando acciones, programas, recursos y funciones policiales tendientes al acercamiento de la institución con la sociedad, con el objetivo de realizar tareas de prevención que privilegien el cambio de percepción y la confianza ciudadana.

En este proyecto de investigación se realizará un acercamiento a la percepción social respecto a la seguridad ciudadana en Playa del Carmen, perteneciente al municipio de Solidaridad del estado de Quintana Roo, partiendo del enfoque de las corporaciones policiales que en toda política pública de seguridad se debe encontrar.

La necesidad primordial que se pretende atender con este proyecto de investigación es el cambio de percepción social que prevalece respecto a las corporaciones policíacas, para recuperar la confianza de la ciudadanía y el turista.

### **Descripción del Método**

El método de investigación que se aplicó en este proceso fue de tipo cualitativo reflexivo, requiriendo el uso de estrategias de investigación documental, de análisis hermenéutico y el criterio etnográfico para la debida interpretación de los datos obtenidos.

Es importante destacar respecto al proceso reflexivo en el enfoque cualitativo que es el investigador quien hace elecciones sobre cómo interpretar los datos, qué es lo que constituye el dato y dónde obtenerlo. Así, la sensibilidad y el muestreo teóricos son los procedimientos que hacen patente la presencia del investigador en el análisis, y además si el mismo considera determinar en la investigación sus experiencias propias (Bolam, Gleeson y Murphy, 2003).

La perspectiva metodológica reflexiva debe comprenderse partiendo de la afirmación que sostiene que la realidad social es la visión de los sujetos que viven en ella, ya que son ellos quienes la construyen y permanentemente la viven. Esta reflexión hace obvio que para conocerla no será suficiente generar explicaciones objetivas sobre su dinámica y mucho menos aún considerar que está reglamentada por leyes universales, sino por el contrario tendrá tantas explicaciones como sujetos involucrados en esa vivencia haya. De tal suerte que este proceso metodológico tiene como misión hacer flexible el proceso de reconocimiento y comprensión a partir de una perspectiva reflexiva e interpretacionista, donde lo importante es la cualidad metodológica que permite de forma clara su utilización para comprender la realidad social en toda su dimensión (Valdivieso y Peña, 2007, pp.381-412).

Además, la presente investigación se basa en el paradigma documental pues tiene como objetivo el análisis hermenéutico respecto a los preceptos teóricos que abordan la prevención del delito a partir de la operatividad de proximidad social y la integración de la policía al tejido social.

Lo anterior, en virtud de que esta se considera como una disciplina de la interpretación, para comprender el todo, comprender la parte y el elemento y, más en general, es preciso que texto y objeto interpretado, y sujeto interpretante, pertenezcan a un mismo ámbito, de una manera que se podría calificar de circular a la comprensión, esto implica la posibilidad de interpretar, detectar nuevas direcciones y extraer conclusiones en horizontes de comprensión más amplios (Arráez, Morella, Calles, Josefina, Moreno de Tovar y Liuval, 2006, p. 17).

No debe de perderse de vista que el objetivo fundamental de la hermenéutica es proveer los medios para alcanzar la comprensión del objeto o escritura que es interpretado, sorteando los obstáculos que surgen de la complejidad del lenguaje o de la distancia que separa al intérprete del objeto investigado (Cárcamo, 2005, p.22).

Los criterios antes expuestos permiten determinar que el proceso hermenéutico podrá permitir un análisis interpretativo adecuado respecto a los criterios teóricos que se estudiaron ampliamente.

Ahora bien, para tomar en consideración la percepción social que prevalece en el entorno de estudio, es importante perfilar este estudio bajo los esquemas etnográficos, esto en virtud de que será posible identificar lo que verdaderamente acontece en materia de la seguridad de conformidad a la opinión de cómo lo vive y como lo siente el ciudadano.

Se dice que:

El enfoque etnográfico se apoya en la convicción de que las tradiciones, roles, valores y normas del ambiente en que se vive se van internalizando poco a poco y generan regularidades que pueden explicar la conducta individual y de grupo en forma adecuada. En efecto, los miembros de un grupo étnico, cultural o situacional comparten una estructura lógica o de razonamiento que, por lo general, no es explícita, pero que se manifiesta en diferentes aspectos de su vida (Martínez, 2005, p. 2).

El objetivo general es analizar el desempeño de las corporaciones de seguridad en el tejido social, con el propósito de establecer alternativas de prevención que garanticen la seguridad ciudadana y turística, a través de la proximidad social.

## Desarrollo

el entorno de trabajo se encuentra ubicado en la Ciudad de Playa del Carmen, municipio de Solidaridad en el Estado de Quintana Roo.

De conformidad al Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos (2009) La ciudad de Playa del Carmen es la cabecera municipal del Ayuntamiento de Solidaridad cuya ubicación geográfica se encuentra en las coordenadas Entre los paralelos 20°21' y 20°49' de latitud norte; los meridianos 86°55' y 87°46' de longitud oeste; altitud entre 0 y 100 m. Colinda al norte con los municipios de Lázaro Cárdenas y Benito Juárez; al este con el Mar Caribe (Mar de las Antillas) y el municipio de Cozumel; al sur con el Mar Caribe (Mar de las Antillas) y el municipio de Tulum y al oeste con los municipios de Tulum y Lázaro Cárdenas. Ocupa el 4.30% de la superficie del estado. Cuenta con 124 localidades y una población total de 135 512 habitantes (pp. 2-3). Para la debida ubicación de esta colonia, la imagen 1 que se presenta a continuación, nos permite identificar su identificación geográfica.

Imagen 1.



Fuente: Market Data México (2019). Recuperada de <https://www.marketdatamexico.com/es/article/Colonia-Playa-Del-Carmen-Centro-Solidaridad-Quintana-Roo>

Ahora bien, por la naturaleza de la investigación se determinó que el entorno donde se aplicó la entrevista semiestructurada fue la colonia Playa del Carmen Centro. Esta colonia de conformidad al recorrido exploratorio se ubica en la zona comercial y turística de la ciudad de Playa del Carmen, donde justamente predominan comercios y se realizan actividades de atención turística.

Según Market Data México (2019), en la colonia Playa del Carmen Centro se identifica como la principal actividad el comercio minorista, en la que se ubican cerca de 1,000 establecimientos, con un estimado en 10,000 personas que se encuentran laborando en dichos comercios. Esta colonia tiene una extensión cercana a 110 hectárea en las que viven aproximadamente 3,920 personas y se ubican 1,460 viviendas, lo anterior, equivale a 360 personas por km<sup>2</sup>, con una edad promedio de 18 años y una escolaridad promedio de 10 años cursados (p.2).

Ahora bien, la entrevista aplicada en el entorno se diseñó de conformidad a diversos pilotajes realizados que permitieron identificar de manera adecuada las preguntas fundamentales para dar cumplimiento con los objetivos planteados en la investigación.

La entrevista aplicada fue la siguiente:

Edad.

Sexo.

Estado Civil.

A Que Se Dedicar.

1.- ¿Qué opinión le merece la función que realiza la policía en su colonia?

2.- ¿Cuál es el delito que con más frecuencia se comente en su colonia?

3.- ¿Qué factores considera que generen la inseguridad en su colonia?

4.- ¿A quién acude ante la comisión de un hecho delictivo en su colonia?

5.- ¿Considera que es importante que en la vigilancia policial se incluyan los parques, las escuelas y los comercios de su colonia? ¿Por qué?

6.- ¿Con que frecuencia existe aproximación y trato de los policías con Usted en su colonia?

7.- ¿Se ha pensado en llevar a cabo la justicia por propia mano en su colonia?

8.- ¿Qué opina respecto a la imagen de los policías?

9.- ¿Qué medidas y estrategias considera que la policía debe de realizar en su colonia para evitar los hechos delictivos?

10.- ¿Qué opinión tienen respecto a que la policía modifique su estrategia de actuación donde se tome en cuenta la resolución de los problemas de seguridad de su colonia?

La estrategia de aplicación de la entrevista semiestructurada fue bola de nieve donde a través de los mismos sujetos de estudio pudimos tener acceso a otros que estuviesen interesados en participar por motivo de amistad o parentesco. Al respecto, Cabrera (2012), determina que se llama muestreo de bola de nieve porque cada sujeto estudiado propone a otros, produciendo un efecto acumulativo parecido al de la bola de nieve y consiste en que uno de los participantes puede servir de enlace para que el investigador obtenga nuevos participantes (p.3).

Respecto a la aplicación de las entrevistas en el entorno, se tomó en cuenta como criterio principal de exclusión el caso de menores de edad y quienes no desearan participar en la misma y, como criterios de inclusión, que fueran mayores de edad y que vivieran en el entorno.

En cuanto a la cantidad de entrevistas, se monitorearon las respuestas de manera constante a efecto de aplicar el principio de saturación al momento de que los diversos discursos de los diversos sujetos de estudio fueran repetitivos. Lo anterior es así, ya que la saturación indica aquél estado en el cual se acepta que algo es válido y aceptable cuando se intuye o percibe que es así, teniendo en consideración conocimiento personal y de terceros; y/o, porque nuevos datos no aportan nada nuevo a las relaciones causales y/o conceptuales conseguidas. En cualquier caso, la saturación se emplea como un mecanismo para detectar y detener cualquier análisis o procesamiento de datos (Estay, 2010, p.31).

Ahora bien, para la debida aplicación de la estrategia metodológica propuesta en la presente investigación, resultó fundamental realizar una organización de los datos a partir del siguiente criterio de investigación: Compilación de criterios teóricos a partir de la importancia de la proximidad social para la mejora en la actuación policial determinados por diversos autores, analizando hermenéuticamente la esencia de sus aportaciones.

Para tal efecto, y después de una revisión bibliográfica extensa, se determinaron los criterios teóricos más importantes y que cumplen con las características establecidas en esta investigación, los cuales pueden señalarse de la siguiente manera:

Salgado (2010). Documento conceptual-metodológico sobre políticas públicas de seguridad ciudadana, capacidades institucionales para medir su desempeño y bases para el desarrollo de indicadores en esta materia.

Sani y Nunes (2016) Diagnóstico de seguridad/inseguridad. Un estudio exploratorio en una comunidad urbana.

Ávila, Vera, Martínez y Bahena (2016). Un análisis psicosocial de la confianza en los grupos policiales en el caso de la Ciudad de Cuernavaca Morelos.

Torres (2016). Sobre la transformación del paradigma de la seguridad.

Rabot (2014). Implantación y evaluación del modelo de policía de proximidad en España: balance y perspectivas.

Traver (2015). Análisis y evaluación de las estrategias policiales españolas de proximidad.

Aparicio (2016). Los estudios de policía en Latinoamérica. Algunas limitaciones teóricas y metodológicas en su abordaje como objeto directo.

Lasierra (2016). Policía: modelos, estrategias y reformas. De la policía gubernativa a la seguridad plural.

Rosales y Estrada (2016). Seguridad ciudadana: visiones compartidas.

Fondevila y Meneses (2017). El rol del policía municipal en México. Trabajo social y mediación de conflictos.

### **Comentarios Finales**

#### *Resumen de resultados*

El resultado obtenido en la investigación se identifica plenamente en el contenido del modelo interpretativo de la problemática de esta investigación, el cual es el siguiente: Las circunstancias que determinan la inseguridad que se percibe en el entorno de estudio es propiciada por la falta de patrullaje y vigilancia policial, la cual se origina como consecuencia de la inadecuada capacitación de los elementos policiales quienes detentan una imagen contraria a lo que representan, identificándose factores negativos como la corrupción, apatía en su función y desconocimiento de procedimientos de actuación policial. Lo anterior, hace evidente el cambio de paradigmas en materia policial a efecto de privilegiar la función preventiva que permita resolver la problemática ciudadana y que se privilegie la presencia policial con recorridos constantes y permanentes para así evitar la actividad delictiva y generar una percepción social de aceptación y confianza respecto al trabajo de la policía en el entorno de estudio.

El resultado del análisis de los criterios teóricos mantiene una clara relación con la debida atención ciudadana a través de los modelos policiales de proximidad social como un ícono de modernidad y progreso al frente de la



política nacional de conformidad a 3 criterios fundamentales: Mejorar la calidad de los servicios, aumentar la satisfacción de los ciudadanos con el cuerpo policial y disminuir la delincuencia. Por otra parte los teóricos coinciden que los modelos policiales de proximidad se identifican como baluartes de la evolución de sistemas y estrategias de gestión policial reconocidos a nivel internacional, sin menoscabo de que la proximidad social es una política determinada permanentemente en la agenda gubernamental basada en una estrategia basada en propiciar con eficacia el control del crimen reduciendo el miedo social al delito, propiciando una mejora en la calidad de vida de los gobernados con servicios policiales profesionales, con una legitimación de la función policial por medio de la confianza proactiva de la comunidad con acciones de prevención, lo que se corrobora de conformidad a los modelos implementados en países de primer mundo europeos. Las reformas policiales plantean un modelo de policía que integra características esenciales como lo son la construcción de un estado fuerte y legítimo, que las instituciones policiales forman parte de un sistema político al servicio del entorno social con un modelo de proximidad social, que también legitiman a la ciudadanía como el eje central en las políticas públicas de los gobiernos que establecen de manera permanente estos modelos al servicio y a disposición de los ciudadanos. Además, debe decirse que los modelos de policía de proximidad social deben de partir desde el ámbito municipal por ser la autoridad que mantiene el primer contacto con la ciudadanía.

Todas las características que han sido analizadas abonan en gran medida en la consolidación teórica de nuestra investigación, sin embargo los pendientes por abordar tienen que ver con la propuesta de un manual de implementación de proximidad social en un entorno determinado, describiéndose todas y cada una de las acciones que la policía debe de llevar a cabo para concentrarse en un modelo proactivo que establezca las tareas operativas, las estrategias para la integración policial en el tejido social, que propicie cohesión ciudadana y que cumpla con las expectativas de prevención del delito y tareas inhibitorias del mismo. Creemos oportuno aportar estas actividades de consolidación operativa como parte de un nuevo resultado que no ha sido atendido y que sin duda determinará perspectivas adecuadas para la propuesta de un nuevo paradigma policial, que sin duda será de interés para futuras investigaciones.

En nuestra opinión, los diversos autores señalados se encuentran comprometidos de manera objetiva con los temas relacionados con la seguridad ya que sus aportaciones brindan una visión panorámica de la problemática que prevalece en diversos escenarios y consolidan opciones viables para la resolución de los problemas ciudadanos respecto a su sentimiento de inseguridad. También, se destacan adecuadas oportunidades para eficientar las políticas públicas respecto a la implementación de modelos policiales al servicio de la ciudadanía con enfoques basados en la prevención, actuaciones proactivas y con aproximación y cercanía social.

El panorama en nuestro país respecto a la implementación de modelos policiales de proximidad social no es alentador, sin embargo nuestra indagación permite determinar la sinergia necesaria entre la opinión social respecto a su seguridad y la consolidación de las políticas públicas basadas en el sentimiento ciudadano para establecer un modelo de policía comunitaria con los diversos criterios que comprende la proximidad social con la firme intención de su debida integración al tejido social y atender las necesidades de seguridad bajo esquemas de prevención y cohesión social, lo que hace viable y atractiva esta investigación sin menoscabo de la innovación que consolidaremos con la implementación de un manual policial ciudadanizado y que responda a las necesidades que la sociedad se merece.

### *Conclusiones*

Una vez que hemos concluido con la debida interpretación de los datos obtenidos y la obtención de los resultados, es pertinente establecer que se confirma la hipótesis determinada para este proceso, en virtud de que en la actualidad sí es necesario considerar un nuevo paradigma que permita la implementación de la operatividad de proximidad social a través de la redacción de un manual que permita eficientar las acciones policiales orientadas hacia la atención de la inseguridad de manera cercana con la ciudadanía, modificando los esquemas reactivos policiales para asegurar una mejor percepción ciudadana basada en aceptación, certeza y confianza hacia la policía.

Las conclusiones de este proceso son las siguientes:

1.- Es necesario que la policía retome nuevamente los criterios de prevención del delito como actividad prioritaria en su función policial, manteniendo una aproximación directa y constante al tejido social a efecto de propiciar credibilidad y confianza ciudadana, cumpliendo su actividad con rondines policiales constantes y permanentes donde exista interacción social.

2.- Las tendencias teóricas nos demuestran la extrema necesidad de una reforma policial orientada hacia la implementación de modelos de policía comunitaria como la mejor estrategia generadora de sinergias entre la policía y la sociedad para la resolución de los problemas de inseguridad a través de un paradigma basado en la prevención del delito.

3.- Para la implementación operativa policial de proximidad social, es necesario tomar en cuenta las experiencias descritas en la presente investigación de conformidad a los resultados obtenidos en el campo que determinan el sentimiento ciudadano respecto a la seguridad como consecuencia de la actividad policial.

4.- Para establecer un nuevo paradigma de prevención para el orden y la paz social, resulta fundamental y viable el diseño de un manual para la implementación de la operatividad policial de proximidad social.

### Referencias

- Aparicio, J. (2016). Los estudios de policía en Latinoamérica. Algunas limitaciones teóricas y metodológicas en su abordaje como objeto directo. *Revista Criminología*, 58(3) pp. 119-132. Bogotá, Colombia. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S179431082016000300010&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S179431082016000300010&lng=en&tlng=es).
- Arráez, Morella, Calles, Josefina, Moreno de Tovar y Liuval. (2006). La Hermenéutica: una actividad interpretativa. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación [en línea]* 7 de diciembre: Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41070212> ISSN 1317-5815.
- Ávila, M., Vera, J., Martínez, B. y Bahena, A. (2016). Un análisis psicosocial de la confianza en los grupos policiales: el caso de Cuernavaca (México). *Perfiles latinoamericanos*, 24(47). pp. 151-174. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S018876532016000100007](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S018876532016000100007)
- Bolam, B., Gleeson, K. y Murphy S. (2003). "Lay Person" or "Health Expert" exploring theoretical and practical aspects of reflexivity in qualitative health research. *Forum: Qualitative Social Research*. Art. 26. Disponible en: <http://nbnresolving.de/urn:nbn:de:0114-fqs0302266>
- Cabrera, R. (2012). Investigación cualitativa: Características, métodos y técnicas. *Muestreo bola de nieve. Fundamentos*. Recuperado de <http://www.psicocode.com/resumenes/11fundamentos.pdf>
- Cárcamo, H. (2005). Hermenéutica y Análisis Cualitativo. *Investigación Social y Desarrollo*. Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de Concepción (Chile). Recuperado de <http://www.facso.uchile.cl/publicaciones/moebio/23/carcamo.htm>
- Estay, C. (2010). Investigación Cualitativa: rasgos metodológicos. *Investigación cualitativa en informática*. Estay Consulting, México.
- Fondevila, G. y Meneses, R. (2017). El rol del policía municipal en México. *Trabajo social y mediación de conflictos. Gestión y Política Pública*, Vol. XXVI. Núm. 1. Pp. 139-165. Centro de Investigación y Docencia Económicas, A.C. CIDE Distrito Federal, México. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/133/13349779004.pdf>
- Lasierra, F. (2016). Policía: modelos, estrategias y reformas. De la policía gubernativa a la seguridad plural. *Latín América Journals Online Revista Política y Seguridad Pública Año 6, Vol. 2*. Departament d'Interior, Generalitat de Catalunya. España. Recuperado de <http://lamjol.info/index.php/RPSP/article/view/3003>
- Market Data México. (2019). Inteligencia comercial. Colonia Playa Del Carmen Centro, Solidaridad, en Quintana Roo. Recuperado de <https://www.marketdatamexico.com/es/article/Colonia-Playa-Del-Carmen-Centro-Solidaridad-Quintana-Roo>
- Martínez, M. (2005). El Método Etnográfico de Investigación. *Revista Investigación Extensión*. Ética. Vol. 13. Recuperado de [https://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtencion/comiteEtica/normatividad/documentos/normatividadInvestigacionenSeresHumanos/1\\_3\\_Investigacionetnografica.pdf](https://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtencion/comiteEtica/normatividad/documentos/normatividadInvestigacionenSeresHumanos/1_3_Investigacionetnografica.pdf)
- Nuevo Modelo Policial (2008). Secretaría de Seguridad Pública Federal. México D.F. Gobierno de la República.
- Policía Municipal de Valladolid España (25 de junio del 2012) Policías Municipales de Othón P. Blanco reciben capacitación en la Policía Municipal de Valladolid España, [archivo de video], recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=Mvj6FSZCvYk>
- Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos (2009). *Solidaridad, Quintana Roo*. Clave geoestadística 23008. INEGI. Recuperado de [http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos\\_geograficos/23/23008.pdf](http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/23/23008.pdf)
- Rabot, A. (2014) Implantación y evaluación del modelo de policía de proximidad en España: balance y perspectivas. Recuperado de [http://www.abc.es/hemeroteca/historico-02-03-2014/abc/Nacional/del-plan-policia-2000-al-delucha-contra-la-delincuencia\\_248252.html](http://www.abc.es/hemeroteca/historico-02-03-2014/abc/Nacional/del-plan-policia-2000-al-delucha-contra-la-delincuencia_248252.html)
- Rosales, B. y Estrada, J. (2016). Seguridad ciudadana: visiones compartidas. México: Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto de Administración Pública del Estado de México. *Revista de Estudios Sociales de la Universidad de los Andes en Colombia*. Pp. 95-132. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.7440/res56.2016.11>
- Salgado, J. (2010). Documento conceptual-metodológico sobre políticas públicas de seguridad ciudadana, capacidades institucionales para medir su desempeño y bases para el desarrollo de indicadores en esta materia. *Proyecto Calidad de gobierno y rendición de cuentas en las entidades federativas de México*. México Estatal. Centro de Investigación y Docencia Económicas (CIDE). México.
- Sani, A. y Nunes, L. (2016). Diagnóstico de seguridad/inseguridad. Un estudio exploratorio en una comunidad urbana. *Anuario de Psicología Jurídica*. Colegio oficial de psicólogos de Madrid. Vol. 26. pp. 102-106. Universidad Fernando Pessoa, Oporto, Portugal. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S113307401500032>
- Torres, F. (2016). Sobre la transformación del paradigma de la seguridad. *Espiral (Guadalajara)*, 23(66). pp. 291-297. Recuperado de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S166505652016000200291&lng=es&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S166505652016000200291&lng=es&tlng=en)
- Traver, E. (2015). Análisis y evaluación de las estrategias policiales españolas de proximidad. *Universidad Jaume I*. España. Recuperado de [http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/164319/TFG\\_2015\\_Traver%20SalcedoE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositori.uji.es/xmlui/bitstream/handle/10234/164319/TFG_2015_Traver%20SalcedoE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Valdivieso, F. y Peña, L. (2007). Los enfoques metodológicos cualitativos en las ciencias sociales: una alternativa para investigar en educación física. *Laurus*, vol. 13, núm. 23, pp. 381-412 Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Caracas, Venezuela.

### Notas Biográficas

La **Dra. Nancy Angelina Quintal García** es Profesora Investigadora de la Universidad de Quintana Roo. Ha publicado diversos artículos y libros respecto a temas de administración y sistemas comerciales.

El **Dr. Luis Germán Sánchez Méndez** es Profesor Investigador de la Licenciatura en Seguridad Pública de la Universidad de Quintana Roo, es Licenciado en Derecho, Maestro en Ciencias de la Educación y Doctor en Desarrollo Humano. Ha publicado libros y artículos que relacionados con la seguridad pública vista desde la percepción social y sobre paradigmas que eficientan la labor policial.

La **Dra. Jacqueline Ganzo Olivares** es Profesora Investigadora de la Universidad de Quintana Roo. Ha publicado diversos artículos y libros en materia de turismo alternativo.

La **Dra. Úrsula Gabriela Serrano Bores** es Profesora Investigadora de la Universidad de Quintana Roo.

El **Mtro. José Francisco Tamayo Garza** es Profesor Investigador de la Universidad de Quintana Roo. Cuenta con diversas publicaciones y artículos científicos en su área de conocimiento.

# Impacto del IVA en el Comercio Exterior y su Importancia en la Integración del PIB

Magdalena Quintana Espinoza CP<sup>1</sup>, MANI Brenda Lizbeth Campos Apodaca<sup>2</sup>,  
MANI Teresa de Jesús López Ramírez<sup>3</sup> y Mtro. Luis Yépiz Robles<sup>4</sup>

**Resumen**—Se presenta el análisis del IVA realmente pagado en Comercio Exterior durante el período 2015 al 2020, para calcular su porcentaje de recaudación del IVA total, proyectado en la LIF en los años objeto de estudio, así como observar la manera en que el IVA contribuye a la integración del PIB en México, ya que es la tercera fuente de ingresos de la Federación.

El análisis arroja que la recaudación proyectada fue del 14.99% en 2015, 15.58% en 2016, 16.32% en 2017, 16.61% en 2018, 17.05% en 2019 y 16.50% en 2020, respecto a los ingresos totales de la LIF, se debe considerar que el 31 de diciembre de 2018 se publica el “Decreto de estímulos fiscales región fronteriza norte”, permitiendo la reducción del 50% del IVA, fomentando el crecimiento económico de la región. El IVA integra el 3.9 % del PIB manteniéndose estable, reflejando un retroceso en 2020.

**Palabras clave**—IVA, Comercio Exterior, Recaudación, PIB y LIF.

## Introducción

El Impuesto al Valor agregado es un impuesto indirecto ya que es un impuesto que grava el consumo, una persona debe de pagar por el hecho de consumir o realizar alguna actividad, afecta a todos los ciudadanos por igual, se paga la misma tasa sin importar el nivel de ingreso o el poder adquisitivo. La primera Ley del IVA fue publicada en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 22 de diciembre de 1978, pero entró en vigor hasta el primero de enero de 1980, en la tabla No. 1 se puede observar la evolución de las tasas del IVA, y como desde 1980 se aplicaba una tasa diferenciada para la franja fronteriza, la cual se fue incrementando en 1996, al 10%; después en el 2010 a 11%, para que posteriormente se unificará, a la tasa general en el 2014, lo cual fue de gran impacto para las operaciones de importación de la franja fronteriza norte, sobre todo para la Industria Maquiladora. Tratando de remediar esta situación para incentivar el desarrollo y el crecimiento económico de la región, se promulga el Decreto de Estímulos Fiscales para la franja fronteriza norte el 31 de diciembre de 2018, el cual permitirá un descuento del 50% en la tasa del IVA del 16% siempre y cuando se cumplan con los requisitos que indica el mismo.

## MODIFICACIONES DE LA LEY DEL IVA

FECHAS	TASA GENERAL	FRONTERA Art. 2 LIVA	ALIMENTOS	MEDICINAS DE PATENTE	ARTÍCULOS Suntuarios O DE LUJO
*22/12/1978	10%	6%			
1980-1982	10%	6%	0%		
1983-1988	15%	6%	0%	6%	20%
1988-1991	15%	6%	0%	0%	20%
1992-1995	10%	6%	0%	0%	
1996-2009	15%	10%	0%	0%	
2010-2013	16 %	11 %	0%	0%	
2014-2015	16 %	16 %	0%	0%	
**2019-2020	16%	**16%	0%	0%	

Tabla 1: Ley del Impuesto al Valor Agregado 1978 – 2020.

\* Entra en vigor 1 de Enero de 1980.

\*\* Entra en vigor el Decreto de Estímulos Fiscales para la Franja Fronteriza Norte.

<sup>1</sup> La C.P. Magdalena Quintana Espinoza es Catedrática de la carrera de Operaciones Comerciales Internacionales e Ingeniería en Logística Internacional de la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, [mquintana@utnogales.edu.mx](mailto:mquintana@utnogales.edu.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> La MANI. Brenda Lizbeth Campos Apodaca es catedrática de la carrera de Operaciones Comerciales Internacionales e Ingeniería en Logística Internacional de la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, [isaias-brenda@hotmail.com](mailto:isaias-brenda@hotmail.com).

<sup>3</sup> La MANI. Teresa de Jesús López Ramírez es catedrática de la carrera de Manufactura Aeronáutica área: Maquinados de Precisión en la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora. [zapaito79@hotmail.com](mailto:zapaito79@hotmail.com).

<sup>4</sup> El MAC. Luis Yépiz Robles es catedrático de la carrera de Manufactura Aeronáutica área: Maquinados de Precisión en la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora. [lyepiz@utnogales.edu.mx](mailto:lyepiz@utnogales.edu.mx).

Todos los mexicanos estamos obligados a contribuir al gasto público como lo indica la fracción IV del artículo 31 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM), y la forma en cómo vamos a contribuir, se observa en la Ley de los Ingresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal (LIF), de cada uno de los años objeto de estudio, de acuerdo con los supuestos y actos en que se desarrollen las actividades reguladas por la normatividad vigente.

Los ingresos de la Federación se pueden clasificar como: Petroleros (los que corresponden al Gobierno Federal y PEMEX), y los no petroleros (Tributarios, No tributarios y los que corresponden a organismos y empresas del gobierno federal), como se puede observar en la figura No. 1.

Los ingresos que proyecta obtener la federación corresponden en primera instancia a los ingresos petroleros, el Impuesto sobre la renta y el Impuesto al Valor Agregado. Siendo estos rubros los que tienen mayor cuota de recaudación dentro de la Ley de Ingresos de la Federación para los ejercicios fiscales analizados.

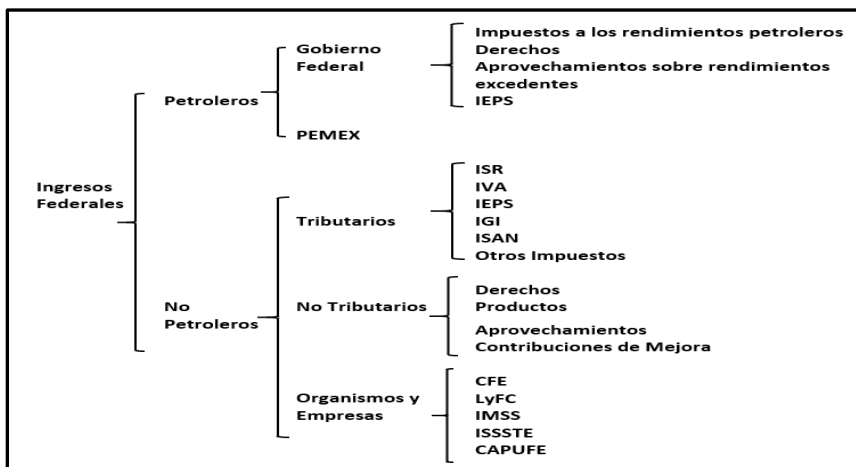


Figura No. 1: Clasificación de los Ingresos de la Federación

Además, en la Región y franja fronteriza a partir del 31 de diciembre de 2018 se publica el “Decreto de estímulos fiscales región fronteriza norte”, permitiendo la reducción del 50% del IVA a quienes cumplan los requisitos necesarios para aplicar el estímulo para mejorar la economía de la región, y esta medida se refleja en la recaudación del IVA.

Los impuestos que se recaudan en México, integran el 11% del Producto Interno Bruto (PIB), por lo que se va a realizar un análisis de la contribución del IVA realmente cobrado, el IVA recaudado en las importaciones de comercio exterior y su importancia en la integración del PIB.

### Descripción del Método

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

La investigación se realizó mediante el método de Investigación Aplicada, ya que éste estudio es dirigido al ámbito fiscal para atender las necesidades de recaudación del SAT, observar las contribuciones que generan las importaciones en materia del IVA, y así como determinar el porcentaje en que contribuyen al gasto público y su importancia en la integración del Producto Interno Bruto (PIB).

Para desarrollar esta investigación fue necesario analizar conceptos que se definen dentro del marco de la jurídico vigente en nuestro país, los cuales son: la obligatoriedad de contribuir al gasto público por los mexicanos, las facultades del ejecutivo en materia de comercio exterior, definir las contribuciones, la recaudación, la integración del PIB y conocer el Decreto de estímulos fiscales región fronteriza norte.

En la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en la fracción IV del artículo 31, nos indica las obligaciones de los mexicanos a contribuir para los gastos públicos, así de la Federación, como de los Estados, de la Ciudad de México y del Municipio en que residan, de la manera proporcional y equitativa que dispongan las leyes. (CPEUM 2020, 44).

También en el artículo 131 se menciona la facultad privativa de la Federación de gravar las mercancías que se importen o exporten. El Ejecutivo podrá ser facultado por el Congreso de la Unión para aumentar, disminuir o suprimir las cuotas de las tarifas de exportación e importación, expedidas por el propio Congreso, y para crear otras, así como para restringir y para prohibir las importaciones, las exportaciones y el tránsito de productos, artículos y

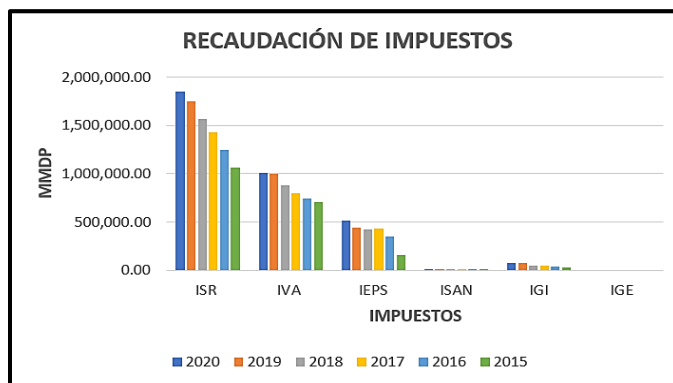


efectos, cuando lo estime urgente, a fin de regular el comercio exterior, la economía del país, la estabilidad de la producción nacional, o de realizar cualquiera otro propósito, en beneficio del país. (CPEUM 2020, 146)

En el artículo 133 nos marca que la Constitución, las leyes del Congreso de la Unión que emanen de ella y todos los tratados que estén de acuerdo con la misma, celebrados y que se celebren por el Presidente de la República, con aprobación del Senado, serán la Ley Suprema de toda la Unión. (CPEUM 2020, 146), lo que denota la importancia que tiene el Tratado de México, Estados Unidos y Canadá (T-MEC) para los países que forman parte de él.

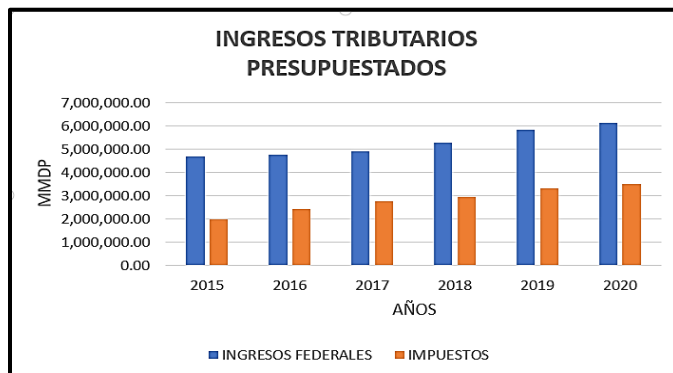
En el Código Fiscal de la Federación define la manera en que los mexicanos deben de contribuir para el gasto público a través de las contribuciones, las cuales se clasifican en: Impuestos, derechos, contribuciones de mejora y aportaciones de seguridad social. (CFE 2020, 1)

En la Ley de Ingresos de la Federación para cada uno de los ejercicios fiscales a analizar, se observaron las siguientes tendencias en la recaudación de impuestos: El ISR es la principal fuente de recaudación, la cual se incrementó cada año, iniciando en el 2015 con \$1'059,206.2 hasta \$1'852,852.3 en 2020, lo cual representa un incremento del 74.928 %; respecto al IVA siendo la segunda fuente de recaudación en el 2015 fue de \$703,848.5 a \$1'007,546 en 2020, observándose un crecimiento del 43.148%; el Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (IEPS) en 2015 fue de \$159,970.6 hasta \$515,733.5 obteniendo un incremento del 222.39% al aumentar su base tributaria; en el Impuesto General de Importación (IGI) en el 2015 se proyecta la recaudación de \$27,875.9 y en el 2020 de \$70,984.6 representando un incremento del 154.645%, ya que se incrementaron las importaciones aún con la aplicación de los tratados comerciales y respecto al Impuesto Sobre Automóviles Nuevos (ISAN) en 2015 se pretendía recaudar \$6,638.7 y en el 2020 la cantidad de \$10,776.3 lo cual indica un 62.32% de incremento. En la gráfica No.1 se observan cada uno de los períodos analizados con cifras en miles de millones de pesos y como se fue proyectando el incremento de cada uno de los impuestos de la LIF. (Ley de Ingresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2020, 2019).



Gráfica No. 1: Impuestos de la Ley de Ingresos de la Federación

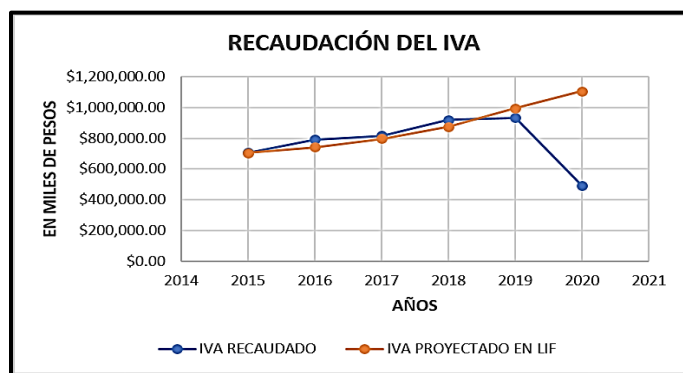
En este estudio analizaremos la contribución de los impuestos a los Ingresos de la Federación que para el 2015 fue del 42.15%, en el 2016 de 50.54%, en el 2017 de 56.03%, en el 2018 de 56.02%, en el 2019 de 56.72% y en el 2020 de 57.40%, como se puede observar en la gráfica No. 2.



Gráfica No. 2: Ingresos Tributarios vs. Impuestos

El comportamiento del IVA proyectado en las LIF de los ejercicios fiscales analizados se puede observar de la siguiente manera en el 2015 fue de 35.56%, en el 2016 de 30.82%, en el 2017 de 29.12%, en el 2018 de 29.65%, en el 2019 de 30.05% y en el 2020 se proyectó del 28.74% demostrando el efecto que se pretende con la aplicación del “Decreto de estímulos fiscales región fronteriza norte. (Ley de Ingresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2020, 2019) y de los demás ejercicios fiscales.

La recaudación del IVA efectiva se comportó de la siguiente manera, en el 2015 se recaudó lo proyectado en la LIF de ese año con un ligero incremento del 0.48% menor del 1%, en el 2016 superó la recaudación en un 6.70%, en el 2017 se observa un ligero incremento del 2.41%, en el 2018 del 5.17%, en el 2019 un decremento de 6.22% y en el 2020 con datos hasta junio se ha recaudado el 44.22% de lo proyectado, lo que se puede observar en la gráfica No. 3.y nos marca la tendencia de la recaudación del IVA a la baja, por las implicaciones de la paralización de la actividad económica por la Pandemia del COVID-19, además de los efectos del “Decreto de estímulos fiscales región fronteriza norte”



Gráfica No. 3: Comportamiento del IVA Recaudado con datos del SAT.

En la fracción IV artículo primero de la ley del Impuesto al Valor Agregado (LIVA) se indica la obligatoriedad de las personas físicas y morales que en el territorio nacional importen bienes o servicios. Por lo que las mercancías que se importen están sujetas al pago del IGI, DTA, ISAN o IEPS (según sea la mercancía de que se trate), el pago de Cuotas Compensatorias dependiendo de la fracción arancelaria y por último el IVA. (Ley del Impuesto al Valor Agregado 2019)

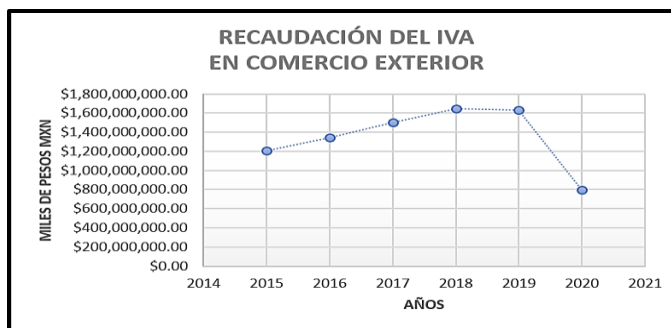
Respecto a la base gravable del IVA es necesario aplicar el artículo 27 de la LIVA, el cual menciona “Para calcular el impuesto al valor agregado tratándose de importación de bienes tangibles, se considerará el valor que se utilice para los fines del impuesto general de importación, adicionado con el monto de este último gravamen y del monto de las demás contribuciones y aprovechamientos que se tengan que pagar con motivo de la importación” (Ley del Impuesto al Valor Agregado 2019).

Por lo que la fórmula para calcular el IVA de una importación sería la siguiente:

$$\text{IVA} = (\text{VA} + \text{IGI} + \text{DTA} + \text{ISAN} + \text{IEPS} + \text{C. C.}) (\text{Tasa del IVA}/100)$$

Los ingresos recaudados en miles de pesos por el IVA en comercio exterior fueron los siguientes: en el 2015 se recaudaron \$1,205'552,697.00; en 2016 de \$1,345'172,553.00, en 2017 de \$1,503'492,073.27, en 2018 de \$1,649'001,330.29, en 2019 de \$1,634'582,363.22 y en el 2020 van recaudados \$793,718'915.04 de acuerdo con cifras del SAT y de la Administración General de Aduanas. (Administración General de Aduanas 2020)

La tendencia que podemos observar en la gráfica No. 4, se observa que del año 2015 al 2018 se fue incrementando la recaudación del IVA en comercio exterior, en el 2019 se reduce en \$14'418,967.07 y en el 2020 se está observando una contracción para el segundo trimestre de 2020 derivado de la aplicación del Decreto anteriormente mencionado y la disminución de las operaciones de comercio exterior como consecuencia de la Pandemia del COVID-19.



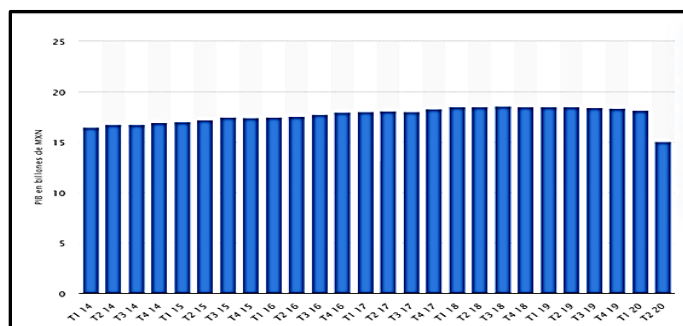
Gráfica No. 4: Recaudación del IVA en Comercio Exterior en el país, datos SAT y AGA

La recaudación del IVA en comercio exterior representó en el 2015 el 17.04% del IVA recaudado, en el 2016 del 16.99%, en el 2017 del 18.42%, en el 2018 del 17.88% en el 2019 del 17.51% y en el 2020 en lo que va del año con estadísticas hasta el 30 de junio del 2020 del 78.77%, lo cual se puede observar en la gráfica No. 5 de acuerdo con información publicada por el SAT y la Administración General de Aduanas. (Servicio de Administración Tributaria 2017)



Gráfica No. 5: Porcentaje de Aportación del IVA en comercio exterior, con datos del SAT y AGA

El IVA en el 2013 contribuye con el 3.5% al PIB, en el 2014 y 2015 con el 3.9%, lo cual permanece estable durante los años objeto de estudio de acuerdo con información publicada por Centro de Investigación Económica y Presupuestaria (García Gómez Adrián 2016), y se confirma con la gráfica No. 6 en donde se presenta el comportamiento del Producto Interno bruto (PIB) de México de forma trimestral, debiendo poner especial atención en el desarrollo del PIB durante el 2020.



Gráfica No. 6: Producto interno bruto (PIB) de México del primer trimestre de 2014 al segundo trimestre de 2020 (en billones de pesos mexicanos)

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

En este trabajo de investigación se confirma la importancia que tiene el IVA en materia de comercio exterior que integra entre el 17 y 18% del IVA que se recauda de manera general de acuerdo con las estadísticas que

proporciona el Servicio de Administración Tributaria y la Administración General de Aduanas. También se confirma que es la tercera fuente de ingresos de la Federación como se proyecta en la Ley de Ingresos de la Federación.

El análisis arroja que la recaudación proyectada fue del 14.99% en 2015, 15.58% en 2016, 16.32% en 2017, 16.61% en 2018, 17.05% en 2019 y 16.50% en 2020, respecto a los ingresos totales de la LIF, se debe considerar que el 31 de diciembre de 2018 se publica el “Decreto de estímulos fiscales región fronteriza norte”, permitiendo la reducción del 50% del IVA, fomentando el crecimiento económico de la región. De los ingresos tributarios recaudados en 2015 el 29.88% corresponde al IVA, en el 2016 es del 29.14%, en 2017 de 28.63%, en 2018 de 30.11%, en 2019 de 29.14% y hasta junio de 2020 es del 28%. El IVA contribuye con el 3.9 % del PIB hasta el 2019.

### Conclusiones

Se observa un incremento constante en la recaudación de impuestos, en el IVA permanece casi estable del 2015 al 2018, en el 2019 se refleja un decremento del 6.22% y en el 2020 se observa una tendencia a la baja en el segundo trimestre de 2020, lo que refleja la implementación del Decreto de estímulos fiscales región fronteriza norte y la disminución de operaciones de comercio exterior derivadas de la Pandemia del COVID 19.

Los resultados demuestran que desde el 2013 el IVA contribuye con el 3.5% al PIB, en el 2014 y 2015 con el 3.9%, lo cual que permanece estable hasta el 2019, se debe de vigilar estrechamente el 2020, ya que se observa una caída a partir del segundo trimestre.

### Recomendaciones

Los investigadores que deseen continuar nuestra investigación deberán dar puntual seguimiento a las estadísticas que proporcionan el SAT y la AGA, así como estar atentos a las políticas tributarias y recaudatorias que sean implementadas en México para incrementar la base tributaria.

También otro factor preocupante, es que por efectos de la Pandemia del COVID 19 se afecten las operaciones de comercio exterior y por ende se disminuya la recaudación del IVA y de otros impuestos que se generan en esta actividad.

Respecto al PIB se debe de vigilar estrechamente la recaudación de los ingresos tributarios incluyendo el IVA, ya que se observa un decremento a partir del segundo trimestre de 2020 y por las perspectivas del crecimiento económico a nivel mundial que se tiene proyectado para México por los efectos de la pandemia del COVID 19.

### Referencias bibliográficas

- Administración General de Aduanas. *SAT con actualización en valor de operaciones de BANXICO*. 30 de 06 de 2020. <https://ventanillaunica.gob.mx/vucem/cifras.html> (último acceso: 26 de 10 de 2020).
- CFF. *Cámara de Diputados*. 09 de 12 de 2020. [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/8\\_090120.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/8_090120.pdf) (último acceso: 07 de 07 de 2020).
- CPEUM. *Cámara de Diputados*. 08 de 05 de 2020. [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1\\_080520.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1_080520.pdf) (último acceso: 07 de 07 de 2020).
- García Gómez Adrián. *Centro de Investigación Económica y Presupuestaria (CIEP)*. 14 de 04 de 2016. <https://ciep.mx/isr-e-iva-evoluciones-historicas/> (último acceso: 15 de 08 de 2019).
- Ley de Ingresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2020,. *Cámara de Diputados*. 25 de 11 de 2019. [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LIF\\_2020\\_251119.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LIF_2020_251119.pdf) (último acceso: 04 de 01 de 2020).
- Ley del Impuesto al Valor Agregado. *Cámara de Diputados*. 09 de 12 de 2019. [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/77\\_091219.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/77_091219.pdf) (último acceso: 08 de 01 de 2020).
- Servicio de Administración Tributaria. *Servicio de Administración Tributaria*. 13 de 10 de 2017. <https://datos.gob.mx/busca/dataset/recaudacion-de-ingresos-tributarios-del-gobierno-federal> (último acceso: 26 de 10 de 2020).

### Notas Biográficas

La **C. P. Magdalena Quintana Espinoza** es catedrática de Ingeniería en Logística Internacional en la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, México. Terminó sus estudios en la Facultad de Contaduría en la Universidad Autónoma de Chihuahua. Ha publicado tres artículos y un registro de patente.

La **MANI. Brenda Lizbeth Campos Apodaca** es catedrática de Operaciones Comerciales Internacionales área: Clasificación Arancelaria y Despacho Aduanero en la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, México. Terminó sus estudios de posgrado en Administración de Negocios Internacionales en la Universidad Estatal de Sonora. Ha publicado tres artículos, un capítulo de libro y un registro de patente.

La **MANI. Teresa de Jesús López Ramírez** es catedrática de Manufactura Aeronáutica área Maquinados de Precisión en la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, México. Terminó sus estudios de posgrado en Administración de Negocios Internacionales en la Universidad Estatal de Sonora. Ha publicado dos artículos y un registro de patente.

El **MAC. Luis Yépiz Robles** es catedrático de Manufactura Aeronáutica área Maquinados de Precisión en la Universidad Tecnológica de Nogales, Sonora, México. Terminó sus estudios de posgrado en Administración de la Calidad en la Universidad Estatal de Sonora.

# Análisis químico proximal de un queso tipo panela elaborado con leche bovina y harina de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*)

Dra. Aurora Quintero Lira<sup>1</sup>, P.D.I.A. Jonathan Misael Castillo Pimentel<sup>2</sup>,  
Dr. Javier Piloni Martin<sup>3</sup>, Dra. Norma Güemes Vera<sup>4</sup>,  
Mtra. María Fernanda Ríos Pérez.<sup>5</sup>

**Resumen**— Los productos lácteos son un grupo de alimentos que en su composición cuentan con una variedad de nutrientes como son: carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas y minerales. Los quesos frescos son los que más se consumen a nivel nacional como el queso panela. En la actualidad se busca mejorar o perfeccionar los procesos de elaboración o adicionando nutrientes que ayuden a incrementar o mejorar sus propiedades fisicoquímicas. Por lo anterior se plantea la utilización de harina de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) en la fabricación del queso tipo panela para determinar su efecto en las características bromatológicas. Se elaboraron quesos tipo panela con diferentes concentraciones de harina de amaranto (0, 0.2, 0.4 y 0.6%), a los cuales se les realizó el análisis químico proximal. Los resultados obtenidos muestran que el % de fibra y cenizas el T3 (0.6%) tuvo los valores más altos. En proteínas, sólidos totales y humedad hubo diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en todos los tratamientos, sin embargo, no hubo diferencias significativas en el % de grasa.

**Palabras clave**—queso, panela, amaranto.

## Introducción

En México una de las principales actividades económicas que se desarrolla es la industria es la producción de productos lácteos la cual representa el 11% de PIB anual siendo la cuarta actividad de mayor importancia en el país. La industria quesera es la sexta actividad de mayor importancia en este sector (CANILEC, 2019). Se estima que en México se producen cerca de 40 quesos genuinos; en algunos casos sus orígenes se remontan a la Colonia, como es el caso del queso tipo panela (Cervantes *et al.*, (2008). Este queso se caracteriza por ser un producto de alto contenido de humedad, proteína, carbohidratos, lípidos, minerales y vitaminas, sin embargo, contiene un bajo contenido de fibra (Villegas de Gante *et al.*, 2016). Se han realizado diversos estudios para evitar o disminuir la sinéresis o pérdida de suero en los quesos tipo panela, en este sentido, una alternativa es el uso de harinas de frutas, granos o semillas cuyas propiedades es ligar al agua o en algunos casos interactuar con las caseínas para darles mayor estabilidad, además de aumentar el contenido de fibra (Ochoa-Flores *et al.*, 2013). El amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) es cultivado desde la época precolombina donde predominó como fuente de alimento, remedios medicinales y para el culto a los dioses. El amaranto se cultiva principalmente en los estados Puebla, Tlaxcala, Estado de México, Morelos, Querétaro e Hidalgo (SIACON, 2012). La harina de este pseudocereal es considerada como un ingrediente funcional debido a su alta calidad nutricional aportando almidón, aceite, calcio, magnesio, fósforo, hierro, potasio, zinc, cobre y manganeso, vitaminas (A, K, B<sub>6</sub>, C y E) y fibra dietética (Sanz-Penella *et al.*, 2013). Por lo anterior el objetivo de este trabajo de investigación es elaborar un queso tipo panela de leche bovina adicionado con harina de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*).

## Descripción del Método

### Muestra

La harina se fue adquirida en un local comercial naturista en el municipio de Tulancingo, Hidalgo. México. Dicho producto es de origen natural y contiene como único ingrediente la harina de amaranto.

### Elaboración de los quesos tipo panela

<sup>1</sup> Dra. Aurora Quintero Lira es Profesora Investigadora del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. [auroraq@yahoo.com.mx](mailto:auroraq@yahoo.com.mx)

<sup>2</sup> P.D.I.A. Jonathan Misael Castillo Pimentel es estudiante de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. [jonathan0697@hotmail.com](mailto:jonathan0697@hotmail.com)

<sup>3</sup> Dr. Javier Piloni Martini es Profesor Investigador del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. [chipiloni@hotmail.com](mailto:chipiloni@hotmail.com)

<sup>4</sup> Dra. Norma Güemes Vera es Profesora Investigadora del Instituto de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. [njgv2002@yahoo.com.mx](mailto:njgv2002@yahoo.com.mx)

<sup>5</sup>Mtra. María Fernanda Ríos Pérez es estudiante de doctorado de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. [fernandarios\\_13@hotmail.com](mailto:fernandarios_13@hotmail.com)



En el cuadro 1 se describen las cuatro formulaciones utilizadas en la elaboración de los quesos tipo panela siendo C: Control y T: Tratamiento. Las materias primas utilizadas en el proceso de producción fueron: leche bovina y harina de Amaranto (*Amaranthus spp*). Para la realización de dichos tratamientos fue necesario el hacer formulaciones experimentales previas con el fin de obtener un producto similar al Control.

Formulaciones	% Harina de Amaranto
C (Control)	0
T1	0.2
T2	0.4
T3	0.6

Cuadro 1. Formulaciones de queso tipo panela con adición de harina de Amaranto (*Amaranthus spp*)

Para la elaboración de los distintos quesos tipo panela se adquirió leche bovina de raza Holstein proveniente del Rancho Universitario del Instituto de Ciencias Agropecuarias ubicado en el municipio de Tulancingo, Hidalgo. Para la elaboración de los quesos se procedió a la obtención de la leche la cual fue pasteurizada a una temperatura de 60°C durante 30 min. Posteriormente se disminuyó su temperatura a 38°C para así adicionar el cloruro de calcio (20g/100L de leche) y harina de amaranto (*Amaranthus spp*) en diferentes concentraciones (T1: 0.2%; T2: 0.4% y T3: 0.6%) agitando la mezcla hasta su completa incorporación y así continuar con el proceso de coagulación con la adición del cuajo (quimosina) en una proporción de 10 mL/100L de leche bovina, posteriormente se homogenizó lentamente y se dejó reposar para que se llevará a cabo la coagulación. La cuajada fue cortada con liras de acero inoxidable de forma vertical y horizontal hasta obtener la formación de cubos de 1cm x 1cm aproximadamente, se realizó una agitación suave durante 30 min a una temperatura constante de 38°C para su posterior desuerado parcial y adicionado cloruro de sodio (600gr/100L de leche), para finalizar se moldeó, prensó y empacó. Se elaboraron 3 quesos por cada tratamiento, así como para el control.

#### *Análisis químico proximal de quesos frescos tipo panela*

A todos los quesos panela de los diferentes tratamientos se les realizó el análisis químico proximal con el fin de conocer los cambios producidos con la adición de harina de amaranto (*Amaranthus spp*). Se determinó el porcentaje de humedad que se llevó a cabo sometiendo las muestras a un flujo de aire caliente en una estufa a 50°C durante 48 h correspondiente al método de la AOAC, 1997; Official Method 925.09. La determinación del extracto seco se obtuvo por diferencia (100 - % de humedad). El contenido de grasa se realizó por el método de Gerber (AOAC,1997; Method 18); el cual consiste en la utilización del butirómetro y dentro de este dispositivo se trata la fracción proteica de la leche con ácido sulfúrico. De esta manera se logra además de destruir la membrana globular, la disolución total de las caseínas y una buena separación de las dos fases. Mediante una centrifugación posterior se separa la grasa liberada y se lee directamente su volumen en una escala graduada. La determinación de cenizas se llevó a cabo mediante la incineración de las muestras en mufla a una temperatura de 550°C durante 8 h y/o hasta peso constante (AOAC, 1997; Official Method 923.03); el contenido de proteína se llevó a cabo mediante la técnica de micro Kjeldahl. Este método puede ser dividido en 3 etapas: digestión, destilación y valoración. La digestión se lleva a cabo con ácido sulfúrico concentrado, en presencia de un catalizador y ebullición, se convierte el nitrógeno orgánico en ión amonio. En la destilación se alcaliniza la muestra digerida y el nitrógeno se desprende en forma de amoniaco. El amoniaco destilado se recoge sobre el ácido bórico. En la titulación o valoración la cuantificación del nitrógeno amoniacal se realiza por medio de una volumetría ácido-base del ión borato formado, empleando ácido sulfúrico y como indicador una disolución alcohólica de una mezcla de rojo de metilo y azul de metileno (AOAC, 1997; Official Method 920.123), el análisis de fibra se llevó a cabo mediante la digestión de la muestra seca en una solución con 1.25% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> para su posterior lavado y neutralizado con una solución de 1.25% NaOH (AOAC,1971; Official Method 962.09).

*Análisis estadístico de los resultados*

Los datos experimentales fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA). Se realizó el análisis de las diferencias en sus medias por medio del método de Tukey con un nivel de significancia ( $p < 0.05$ ), mediante el software estadístico IBM SPSS Statistics.

**Comentarios Finales***Resumen de resultados*

Datos obtenidos de la etiqueta del producto (g/100g)	
<b>Fibra</b>	8.16
<b>Proteína</b>	16.87
<b>Grasa</b>	12.69
<b>Carbohidratos</b>	63.7
<b>Sodio</b>	0 mg
<b>Equivalente a 547.852 kJ</b>	

Cuadro 2. Análisis Químico Proximal de la harina de Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) marca Pronasoya

En el cuadro 2 se presentan los datos del análisis químico proximal de la harina de amaranto de la marca comercial Pronasoya, se puede observar que contiene un alto contenido de proteína y fibra, así como de carbohidratos mostrando una muy buena calidad nutricional. Estos resultados concuerdan con los valores de referencia de la FAO (2002) y de Hernández-Arizpe (2019).

	Tratamientos			
	C	T1	T2	T3
<b>Fibra</b>	0.00 <sup>b</sup>	0.293 <sup>a</sup>	0.313 <sup>a</sup>	0.329 <sup>a</sup>
<b>Proteína</b>	27.907 <sup>a</sup>	22.852 <sup>b</sup>	19.753 <sup>c</sup>	18.899 <sup>d</sup>
<b>Cenizas</b>	2.331 <sup>a</sup>	2.238 <sup>a</sup>	2.110 <sup>b</sup>	2.080 <sup>b</sup>

Cuadro 3. Parámetros de Fibra, Proteína y Cenizas de los diferentes tratamientos de queso tipo panela elaborados con leche bovina y harina de amaranto (*Amaranthus spp*)

C: Control: Queso panela sin amaranto. T1: Tratamiento 1, queso panela con 0.2% de harina de amaranto. T2: Tratamiento 2, queso panela con 0.4% de harina de amaranto. T3: Tratamiento 3, queso panela con 0.6% de harina de amaranto. <sup>abc</sup>: Literales diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos con  $p < 0.05$ .

En el cuadro 3, se muestran los resultados obtenidos de fibra, proteína y cenizas de los quesos elaborados con las diferentes concentraciones. Se puede observar que en el parámetro de la fibra se va incrementando en los diferentes tratamientos por la adición de la harina de amaranto y aunque es poca la cantidad de fibra en comparación con otros alimentos como los cereales, frutas y verduras, su contenido se puede comparar con el arroz blanco que contiene un promedio de 0.3-0.5% (Moreiras *et al.*, 2018), estos valores son importantes debido a que la fibra ayuda a mantener una buena salud además de regular los niveles de glucosa en sangre y funciones intestinales, disminuye el colesterol y puede controlar el peso. De acuerdo con la American Dietetic Association el cuerpo humano necesita fibra para el buen funcionamiento y se debe consumir de 20-35 gramos de fibra al día (Rayas-Duarte *et al.*, 2008). Los resultados más altos se obtuvieron en el tratamiento 3 con 0.329%, sin embargo, no existieron diferencias significativas entre los tratamientos. Con respecto a los resultados de proteína y cenizas estos van disminuyendo conforme se adiciona la harina de amaranto, este comportamiento se puede explicar debido a que al adicionar los diferentes porcentajes de los tratamientos se va reteniendo mayor cantidad de agua en la cuajada y después al comprimirse y ser expulsada estos componentes se pueden quedar en el suero lácteo. Si se observa en el cuadro 2 la mayor cantidad en la composición fisicoquímica del amaranto son los carbohidratos (almidón) el cual es el componente principal y representa entre el

50 y 60% de su peso seco. Una de las principales características del almidón es que presenta propiedades aglutinantes e incluyen propiedades fisicoquímicas como: gelatinización y retrogradación; y las funcionales: solubilidad, hinchamiento, absorción de agua, sinéresis y comportamiento reológico de sus pastas y geles (Hernández-Medina *et al.*, 2008)

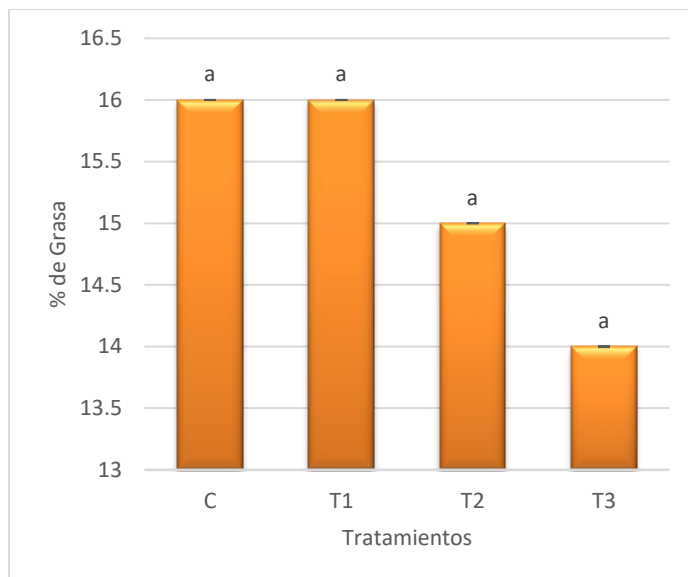


Figura 1. Porcentaje de grasa de los diferentes tratamientos de queso tipo panela elaborados con leche bovina y harina de amaranto (*Amaranthus spp*)

C: Control: Queso panela sin amaranto. T1: Tratamiento 1, queso panela con 0.2% de harina de amaranto. T2: Tratamiento 2, queso panela con 0.4% de harina de amaranto. T3: Tratamiento 3, queso panela con 0.6% de harina de amaranto. <sup>abc</sup>: Literales diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos con  $p < 0.05$ .

En la Figura 1 se observan los resultados del porcentaje de grasa obtenidos en todos los tratamientos realizados, los valores fueron de 16% para el tratamiento 1 y el control, 15 y 14% para el T2 y T3 respectivamente. Estos resultados son ligeramente más elevados a los reportados por Peralta-Reyes (2018) que obtuvo del 12.9-13.0% en quesos frescos de oveja con adición de fibra. Los quesos obtenidos pueden considerarse dentro de la categoría de semigrasos, lo que es positivo desde el punto de vista nutricional y para los consumidores, ya que actualmente se toma en cuenta con mayor importancia la relación entre la alimentación y la salud.

En la Figura 2 se muestran los valores obtenidos del porcentaje de humedad y sólidos totales. Los resultados de humedad fueron de 62.58, 64.39, 64.78 y 68.34% respectivamente para C, T1, T2, T3. Sin embargo, no existieron diferencias significativas entre el control y T1, T2, pero T3 si se obtuvieron diferencias significativas con los demás. Estos resultados fueron ligeramente menores en comparación con Peralta-Reyes (2018) que obtuvieron resultados de 70 a 71% en quesos frescos. De acuerdo con González-González *et al* (2019) en un estudio realizado con la adición de diferentes almidones a un queso tipo Oaxaca, los resultados obtenidos fueron entre 40 y 52% valores por debajo a los obtenidos en esta investigación. El comportamiento del aumento del porcentaje de humedad se pudo deber a las diferentes concentraciones de la adición de la harina de amaranto en todos los tratamientos y de acuerdo con la literatura el tamaño del gránulo del almidón tiene la capacidad de retención de agua, lo cual se relaciona a este factor.

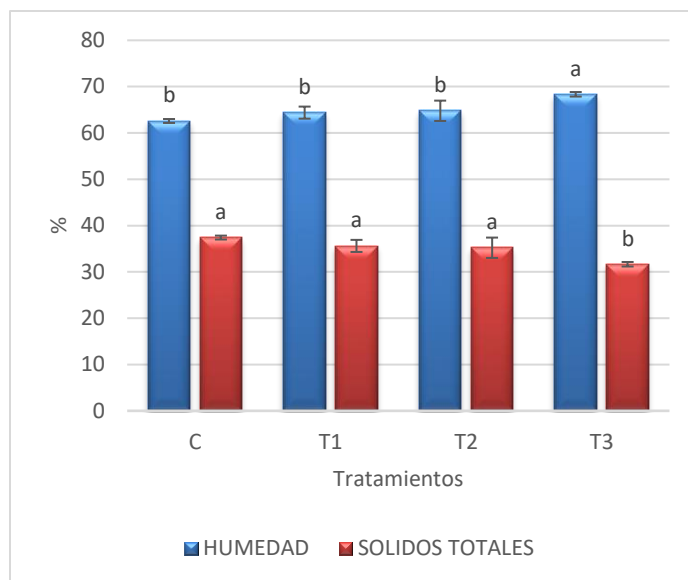


Figura 2. Porcentaje de Humedad y Sólidos Totales de los diferentes tratamientos de queso tipo panela elaborados con leche bovina y harina de amaranto (*Amaranthus spp*)

C: Control: Queso panela sin amaranto. T1: Tratamiento 1, queso panela con 0.2% de harina de amaranto. T2: Tratamiento 2, queso panela con 0.4% de harina de amaranto. T3: Tratamiento 3, queso panela con 0.6% de harina de amaranto. <sup>abc</sup>: Literales diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos con  $p < 0.05$ .

### Conclusiones

En el análisis químico proximal se observó que los quesos elaborados con las diferentes concentraciones de harina de amaranto (*Amaranthus spp*), presentaron diferentes comportamientos de acuerdo con cada parámetro. En lo referente a Fibra y Humedad el T3 fue el que obtuvo los mayores porcentajes con 0.329 y 68.34. En lo que respecta a proteína, cenizas y grasa el tratamiento 1 fue el que presentó los valores más altos con 22.85, 2.23 y 16% respectivamente.

Aunque no se realizó un análisis sensorial se pudo observar que los quesos elaborados con estas concentraciones de 0.2, 0.4 y 0.6% de harina de amaranto, muestran una consistencia muy similar al control, con mayor porcentaje de harina la consistencia del queso cambia y no logra formarse una coagulación compacta debido al comportamiento del almidón del amaranto ya que una concentración mayor de almidón mayor es la viscosidad que se consigue. La grasa ejerce también una acción plastificante debido a que forman complejos que hacen que el gel sea menos resistente, menos fuerte, provocan la ruptura de la amilosa por lo que las zonas de unión que quedan son más chicas y reducen la fuerza del gel.

### Referencias

AOAC. (1997). Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist International. Method 925.09

AOAC. (1997). Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist International. Method 18

AOAC. (1997). Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist International Method 923.03

AOAC. (1997). Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist International Method 920.123

AOAC. (1971). Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist International Method 962.09

CANILEC. (2019). Estadísticas del sector lácteo 2010-2019. Estadísticas del sector lácteo 2010-2019, 10-15.

Chombo, Patricia. 2008. El queso Cotija región de origen, un caso especial. In: Fernando Cervantes, Abraham Villegas, Alfredo Cesín y Angélica Espinosa. Los quesos Mexicanos Genuinos: Patrimonio cultural que debe rescatarse. México. Editorial Mundi-prensa. pp: 149-162.

González-Córdoba, A.F., Yescas C., Ortiz-Estrada A.M., De la Rosa-Alcaraz M. A., Hernández-Mendoza A., Vallejos-Córdoba B. (2016). Invited review: Artesanal Mexican cheeses. *Journal of Dairy Science*. 99 (5): 3250-3262.

González-González, M.R., Miranda-López, R., Pérez-Morales, L.Y., Jiménez-García, S. N., Moncada-Palomares, D. “Efecto de la concentración de almidón (maíz, papa y tapioca) en el perfil fisicoquímico y textural de queso tipo Oaxaca. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*. Vol. 4, 2019.

Hernández-Arizpe, L. “Desarrollo de una formulación en polvo a base de Amarantho (*Amaranthus cruentus*) y Canela (*Cinnamomum sp*) sabor chocolate” Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona, 2019. Consultada por Internet el 20 de octubre del 2020. Dirección de internet: <https://www.educacion.gob.es/teseo/imprimirFicheroTesis.do?idFichero=vRf3tD%2Byp%2B4%3D>.

Hernández-Medina, M., Torruco-Uco, J. G., Chel-Guerreo, L., Betancur-Ancona, D. “Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México”. *Ciencia e Tecnología de Alimentos, Campinas*, 28(3): 718-726. Julio-Septiembre, 2008.

Moreiras, O., Carbajal, A., Cabrera, L y Cuadrado, C. “Tablas de composición de alimentos. Guía de prácticas. 19° edición”. 2018. Editorial Pirámide.

Ochoa-Flores, A. A., Hernández-Becerra J. A., López-Hernández E., García-Galindo H. S. (2013). Rendimiento, firmeza y aceptación sensorial de queso panela adicionado con estabilizantes. *Universidad y Ciencia*. 29 (3): 277-286.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). Cultivos Andinos. El Cultivo del Amarantho (*Amaranthus spp*). Producción, mejoramiento genético y utilización. Consultada por internet el 24 de octubre del 2020. Dirección de internet: [http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP\\_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro01/PagePrinc.htm](http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/prior/segalim/prodalim/prodveg/cdrom/contenido/libro01/PagePrinc.htm).

Peralta-Reyes, M. E. “Aplicación de alternativas tecnológicas para mejorar el proceso de la elaboración y la preservación de queso fresco funcional de leche ovina adicionado con fibra dietaria de distintos orígenes” Tesis de Maestría. Universidad Nacional de La Plata. Consultada por internet el 18 de octubre del 2020. Dirección de internet: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/70465/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/70465/Documento_completo.pdf?sequence=1)

Rayas-Duarte, P., Romero-Baranzini, A. L. “Fibra a base de frutas, vegetales y cereales: Función de salud”, *Revista Mexicana de Agronegocios*, Vol. 23, julio-Diciembre, 2008.

Sanz-Penella, J. M., Wronkowska, M., Soral-Smietana, M., & Haros, M. (2013). Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. *LebensmittelWissenschaft und -Technologie- Food Science and Technology*, 50, 679–685

Villegas de Gante, A., Santos-Moreno, A., Cervantes-Escoto, F. “Los quesos mexicanos tradicionales”. Universidad Autónoma Chapingo. México. Juan Pablos Editor. 2016.



## Prototipo Móvil Tipo Esfera Basado en FPGA

Omar Enrique Quintero Mármol Sánchez<sup>1</sup>, Pedro Nájera García<sup>2</sup>, Alfredo Nava Uscanga<sup>3</sup>, Juan Aguirre Nieves<sup>4</sup>, Enrique Quintero Mármol Márquez<sup>5</sup>

**Resumen:** En general se conocen robots humanoides que caminan, tienen ruedas o vuelan, pero a partir de las películas de ciencia ficción (Stars Wars, 2015) apareció BB8 una esfera que puede rodar, con su cabeza flotante y que puede equilibrarse por sí misma. Por ser de interés el control del movimiento de una esfera, en este artículo se presenta su construcción y control basado en FPGA (Field Programmable Gate Array). El prototipo fue usado en proyectos de enseñanza e innovación en el ITESM como parte de la semana-i, que los alumnos de los distintos campus realizan cada año.

**Palabras clave:** Robot tipo esfera, FPGA, BB8

### INTRODUCCIÓN

El artículo presenta la construcción de un prototipo móvil tipo esfera basado en FPGA para ser empleado en la semana de innovación (semana-i) del ITESM (Tecnológico de Monterrey), la cual fue realizada del 24 al 28 de septiembre 2018. Como la misma institución lo menciona, la semana-i es para que se “aprenda a través de retos y desafíos de la vida real mediante actividades interactivas y multidisciplinarias junto a compañeros de diferentes generaciones, campus y carreras en México o en el extranjero”.

El BB8 (Sphero) que se vende comercialmente, ver figura 1, tiene las siguientes características: por medio de una app se instala en algún smartphone o tableta, tiene una serie de movimientos preprogramados, responde a comandos de voz, se controla a través de los botones de la pantalla, la batería interna se recarga por inducción, no tiene ningún sensor, cuando se ajusta la dirección un led azul se ilumina en la parte trasera. El mecanismo de auto adrizamiento para impulsarse es como cuando una persona dentro de una pelota inflable muy grande escala las paredes para rodar.



Figura 1. BB8 de Sphero

Existe en internet una serie de videos para la construcción de BB8, incluso algunos artículos, por ejemplo (Beke, 2017), pero hasta donde sabemos el BB8 no ha sido implementado con FPGAs. En el prototipo desarrollado el objetivo es educacional, de modo que se pueda aprender la arquitectura y el código de implementación para que el FPGA reciba del bluetooth la activación de los motores. Si se quisiera profundizar en algunas aplicaciones avanzadas de FPGA en robótica, se recomiendan los artículos (Chinnaiah 2015, Kho 2016, Kim 2008, Pullteap 2016, Romero 2008, Xiaobing 2018)

El artículo está dividido en 5 secciones, en la sección 2 se presenta el Marco Teórico para dar algunas ideas de los fundamentos de las FPGAs. En la sección 3 se presenta el desarrollo del prototipo experimental, así como los resultados obtenidos. En la sección 4 la Metodología seguida durante la semana-i. Finalmente en la sección 5 se presentan las conclusiones del artículo y en las referencias se proporcionan algunos vínculos a videos relacionados con el tema.

### MARCO TEÓRICO - FPGAs

#### *Descripción de la FPGA.*

Existen distintos niveles, ver figura 2, dentro de la computación que hacen que un programa se pueda ejecutar. El nivel más alto es el Software, básicamente es un código en lenguaje máquina que un compilador puede interpretar.

<sup>1</sup> ITESM, campus Cuernavaca, A01421754@itesm.mx

<sup>2</sup> ITESM, campus Cuernavaca, pedro.najera@itesm.mx

<sup>3</sup> ITESM, campus Cuernavaca, alfredonava@itesm.mx

<sup>4</sup> jans10@gmail.com

<sup>5</sup> Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Cuernavaca, eqm@cenidet.edu.mx

Un nivel más abajo se encuentra el microprocesador que es una arquitectura plasmada en un circuito que permite que el código se pueda ejecutar. El circuito del microprocesador se crea a partir de compuertas lógicas que están un nivel más abajo en nuestra tabla. Estas compuertas lógicas a su vez están hechas de transistores, que en su mayoría son hechos de Silicio, un material semiconductor.

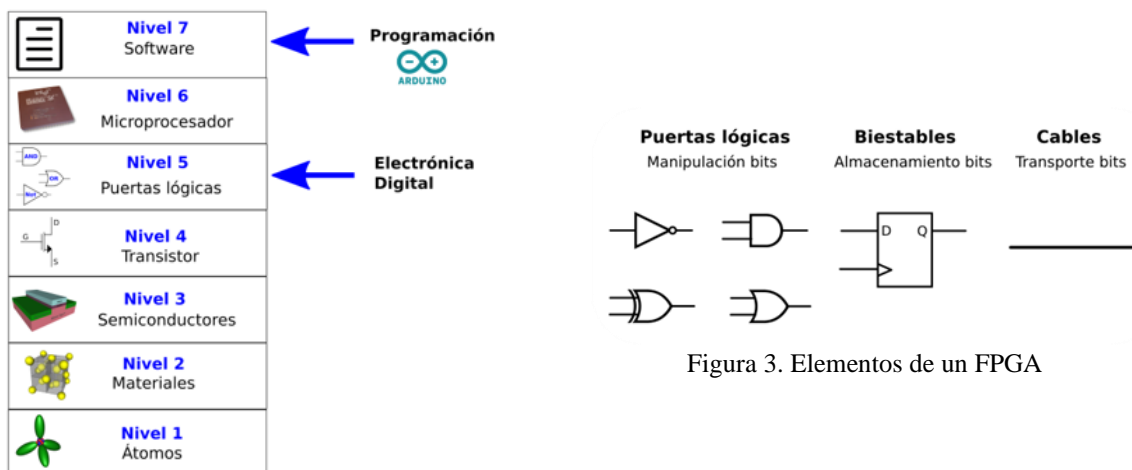


Figura 2. Niveles de la computación

Figura 3. Elementos de un FPGA

La programación tradicional, en el nivel más alto (7), las instrucciones se ejecutan de manera secuencial. Ya que el microcontrolador va leyendo estas instrucciones una por una para ejecutarlas.

Con las FPGAs este paradigma cambia completamente, porque se trabaja a nivel de compuertas lógicas (5), y nos permiten poder crear arquitecturas específicas para el problema que se está tratando.

En lugar de definir un programa que se ejecute línea por línea, se describe un circuito que tenga el comportamiento adecuado para resolver el problema deseado, es importante recalcar que para que un circuito obtenga una salida estable es necesario esperar un tiempo de propagación, el cual está definido por el tiempo que le toma al dato (voltaje) pasar por todo el circuito (debido a que los circuitos por naturaleza se ejecutan en paralelo).

Para que las FPGAs puedan adaptarse a cualquier circuito, consisten de 3 elementos, figura 3, que se pueden conectar unos con otros (a través de fusibles) para poder crear prácticamente cualquier circuito, sin la necesidad de volver a crear otro chip u otro circuito impreso:

- Compuertas lógicas (para poder manipular los bits)
- Compuertas biestables o flip-flops (para el almacenamiento de bits)
- Cables (para transportar bits)

Las FPGAs, figura 4, son reconfigurables y pueden configurarse para tener un comportamiento distinto, la especificación de estos comportamientos se especifica en un lenguaje descriptor de hardware, existen 3 principales: VHDL, AHDL, Verilog.



Figura 4. FPGA

Para el proyecto se utilizó AHDL, por su facilidad de uso y de enseñanza, de esta manera los alumnos podrán aprender la sintaxis del lenguaje en menos de 1 semana.

Esta especificación de hardware, se puede simular en distintos Software de FPGAs como *Quartus II*, que nos permite poder visualizar el comportamiento del circuito en cualquier instante para poder depurar (debugger).

De la misma manera, la especificación del circuito, se puede pasar a un BitStream que con un software especializado se transmite a la FPGA para poder configurarla. Adicionalmente la descripción de hardware nos puede servir, para la fabricación de chips especializados.

## PROTOTIPO EXPERIMENTAL Y RESULTADOS

### Arquitectura FPGA-Bluetooth-motores

Para poder crear el prototipo se identificó que se iban a necesitar dos motores dc, así como un bluetooth para poder controlarlo a través de una aplicación móvil Android, figura 5

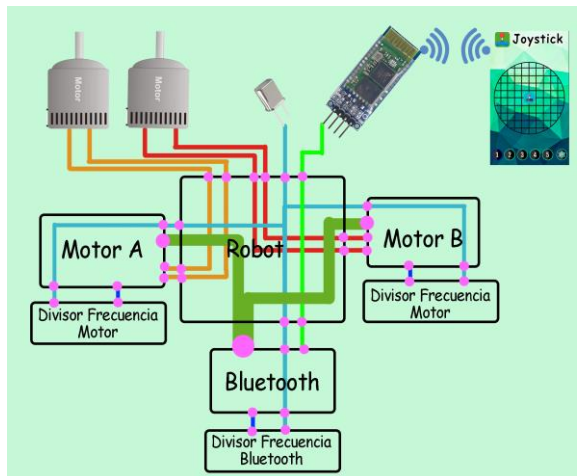


Figura 5. Arquitectura empleada



Figura 6. Capturas de pantalla de la aplicación

Con estos requisitos identificados, se creó una arquitectura que pudiera cumplir con el objetivo, para esto se describió el comportamiento de cinco circuitos principales.

Primero se especificó un circuito que pudiera controlar un Motor DC por PWM, la cual es una técnica utilizada para variar la velocidad a través del ancho de pulso de la señal. Para poder hacer esto, se hizo otro circuito que nos redujera la frecuencia del reloj de 50MHz de la tarjeta a una frecuencia aceptable (100KHz) para llevar a cabo el PWM.

Después se describió un circuito que pudiera leer los datos de una señal serial codificada en el estándar UART que el dispositivo Bluetooth nos enviaba.

Finalmente se especificó el comportamiento general del robot, en donde se hace uso de dos chips controladores de motor y un receptor de datos bluetooth (descritos anteriormente) para que a través de los datos recibidos por el bluetooth, el circuito supiera que velocidad y dirección de giro se enviaba a cada motor.

El dispositivo bluetooth solamente nos puede entregar un byte a la vez. Para poder controlar múltiples dispositivos en el robot con la restricción del bluetooth, se creó un protocolo de comunicación que consta de un encabezado que selecciona el dispositivo que se desea usar y una parte de datos que se encarga de darle al dispositivo deseado su valor de funcionamiento, en el caso de los motores la velocidad y dirección de giro.

### Creación de la aplicación (App) móvil a través de Bluetooth

Para poder controlar al prototipo móvil, se necesita una manera de poder enviarle datos de dirección y velocidad a la FPGA. Para esto se creó una App en la plataforma de desarrollo Unity, que permitiera hacer esto.

Se creó la aplicación pensando que para trabajos futuros se pueden llegar a ocupar distintos componentes electrónicos (no solamente motores dc), por lo que la aplicación puede manejar hasta quince diferentes canales de datos a través de un solo byte enviado por Bluetooth.

Para lograr tener diferentes canales de datos sin problemas de sincronización entre ambos dispositivos se creó un pequeño protocolo de comunicación entre los Bluetooth, en donde se envía un paquete de 2 a 3 bytes, en este paquete hay un encabezado que determina el canal de datos que se va a utilizar y posteriormente se envían los datos correspondientes a ese canal. Para este prototipo, solamente se utiliza un canal de datos que envía 2 bytes, correspondientes a la velocidad y giro de cada uno de los motores.

A la App se le necesita proporcionar el nombre del bluetooth al que se quiere uno conectar, y se necesita seleccionar un componente dentro de las 5 páginas disponibles, cada componente ocupado corresponde a un canal diferente de datos (Joystick, Omar Quintero), ver figura 6.

### Electrónica y Componentes

Las salidas que nos proporciona la FPGA y la mayoría de los microcontroladores normalmente son muy débiles, no tienen mucho amperaje. Por lo que necesitamos crear un circuito impreso que nos permita convertir las señales de

control de motor que nos proporciona la FPGA a salidas de alto voltaje y amperaje que nos permitan encender los motores sin problemas, adicionalmente necesitamos proporcionar alimentación tanto al Bluetooth como a la FPGA. Por lo tanto, se creó un diseño de un circuito impreso con el software Proteus que nos permita tener todo esto, ver figura 7 y 8.

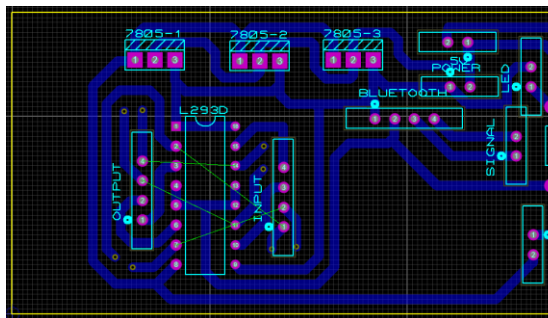


Figura 7. Rutas de la placa impresa

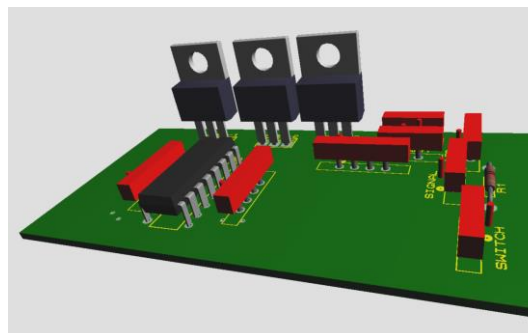


Figura 8. Placa en 3D

Uno de los principales problemas fue que los reguladores de voltaje (7805) solo soportan la regulación de voltaje de 1 amp, por lo que se tuvieron que ocupar 3 reguladores voltaje en paralelo para poder lograr regular 3 amperios que era lo necesario para que todo funcionara correctamente.

### ***Diseño y partes 3D del Prototipo***

Se tuvieron varios prototipos de diseño antes de llegar un diseño estable, en la figura 9 se presenta uno de estos precursores.

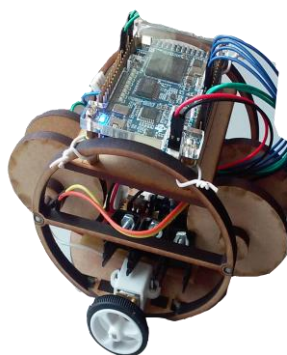


Figura 9. Primer diseño implementado

El diseño debía de contener la Batería LiPo, el circuito impreso, los motores, la FPGA y opcionalmente podía tener los imanes para conectar con la cabeza.

Con varios diseños y pruebas, nos dimos cuenta de varias restricciones, una de ellas es que la mayor parte del peso tiene que estar en la parte inferior para que el centro de gravedad baje y de esta manera la esfera tenga mayor estabilidad, adicionalmente el centro de gravedad debe de estar centrado sobre el plano XZ para que la esfera esté equilibrada.

Posteriormente el sistema interno de la esfera debe de tener un mecanismo para que no esté rebotando tanto en el interior, para esto se usaron unas ruedas locas ajustables que iban a servir para que el sistema interno esté alineado con la esfera y no provoque mayor inercia. Adicionalmente la esfera debía de ponerse abrir y cerrar para estar haciendo pruebas.

Finalmente se hizo un diseño en donde todo quedó apilado, lo más pesado en la parte de abajo, para tener el centro de gravedad centrado en XZ y lo más abajo posible en el eje Y. En la figura 10 se tiene el diseño de la estructura final y en la figura 11 la distribución de los componentes en la estructura.

Las pruebas hechas al prototipo fueron exitosas, en las referencias se anexan las direcciones de dos videos (Videos, Omar Quintero), en el primero se tiene como es el mecanismo de autoadrizamiento para lo cual se quitó la mitad de su cubierta. En el segundo se ve como se mueve y se direcciona, la luz LED indica la dirección hacia adelante.

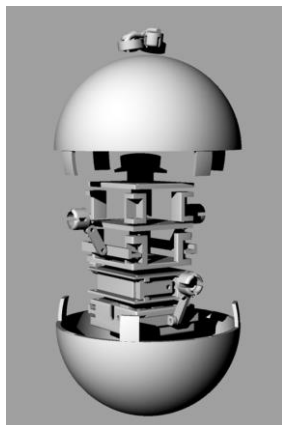


Figura 10. Diseño 3D estructura final

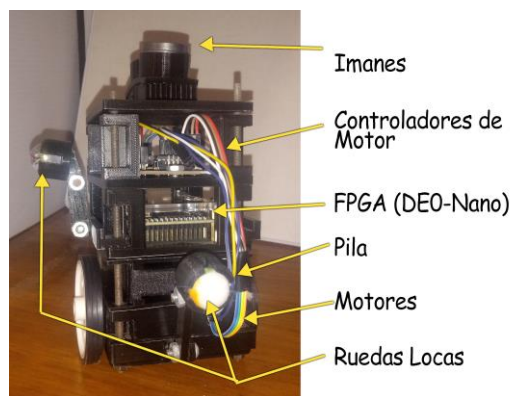


Figura 11. Distribución de los componentes en la estructura

En la Tabla 1 se colocan los costos en pesos que se tuvieron para construir el prototipo móvil tipo esfera que parafraseando BB8 se nombró Bebito. El costo comercial de BB8 al inicio (2015) fue de \$150 U.S.

Tabla 1. Costos prototipo móvil tipo esfera

Material	Cantidad	Precio Unitario	Total
Filamento PLA	2kg	\$ 500/kg	\$1'000
FPGA (De0-Nano)	1	\$1'500	\$1'500
Motor DC	2	\$ 30	\$ 60
Pila LiPo 3S	1	\$ 200	\$ 200
Reg. Voltaje 5v 1A	3	\$ 15	\$ 45
Conectores	2 pck	\$ 20	\$ 40
Imanes	10	\$ 10	\$ 100
Ctr_motor L293D	1	\$ 15	\$ 15
<b>Total (pesos)</b>			<b>\$ 2,960</b>

### METODOLOGÍA SEMANA-i

Se tuvieron 6 equipos participantes: Titanic 1 y Titanic 2 (a cargo de un prototipo móvil acuático), Pantera Rosa 1 y Pantera Rosa 2 (responsables del desarrollo de un elemento móvil en base a ruedas) y Bebito 1 y Bebito 2 (con la consigna de crear un prototipo de esfera móvil), distribuyendo lo más equitativamente posible el talento y experiencia de 32 alumnos participantes en cada uno de los equipos. En este artículo se describe solo el detalle del prototipo móvil tipo esfera (Bebito), realizado por dos equipos de 5 integrantes cada uno.

**Día 1** - Como primera actividad académica, se exploró el mundo de los FPGAs a través de la especificación de circuitos lógicos en un lenguaje descriptor de hardware (desde la implementación de compuertas lógicas, el diseño y especificación de un circuito combinatorio simple, como lo fue el circuito votador de tres entradas, el descubrimiento del poder de descripción de los lenguajes de hardware con la especificación de un sumador binario, el establecimiento del concepto de reloj, la definición de *flipflop* y el diseño de un contador binario y un circuito de secuencias arbitrarias). Conferencia, “Evolución de las arquitecturas de los FPGAs”

**Día 2** - La encomienda fue especificar en AHDL los circuitos diseñados el día anterior y trabajando asimismo en el arranque de la primera versión del proyecto, iniciando con los elementos mecánicos que determinan la forma y función del prototipo, realizando la identificación, ensamble y montaje de tarjetas en la cubierta, cuidando su acomodo físico, así como la verificación de la operación individual de los módulos electrónicos de alimentación, comunicación y manejo de motores.

Taller, “Pautas para realizar presentaciones efectivas y una correcta documentación escrita de proyectos”.

**Día 3** - La jornada del proyecto continuó con el ensamblado de la cubierta de los prototipos a desarrollar, el seguimiento al proceso de instalación de herramientas y especificación de circuitos lógicos, con la plétora de situaciones de depuración de los primeros esqueletos de los prototipos, que van desde el entendimiento de la conexión y configuración del FPGA, hasta la épica depuración de la primera versión de las tarjetas de comunicación inalámbrica, circuitos de alimentación y control de motores: la identificación de fallas, componentes quemados y su habilitación.



Conferencia, “Una perspectiva personal del diseño de procesadores”

**Día 4** - Se tenía la consigna de concluir todos y cada uno de los prototipos propuestos, basándose en el esquema de colaboración y mutuo apoyo, estableciendo como meta el lograr lo estipulado al mediodía, lo cual se culminó con la tenaz actividad de todos los equipos y el apoyo del equipo de lógica programable.

Conferencia “Aplicaciones de FPGAs para Biotecnología”

**Día 5** - Una jornada de grandes retos, enormes satisfacciones y gloriosos fallos, pues contamos con la sesión de presentaciones finales por equipo, se realizó la entrega de la documentación del proyecto, así como las tan esperadas competencias de cierre del reto de semana-i.

La participación de los prototipos en **3 diferentes modalidades: competencia entre pares** (carrera de velocidad entre prototipos del mismo tipo), **triatlón robótico** (a manera de relevos, entre triadas de robots y con la consigna de llegar en el menor tiempo posible como “equipo”) y la **competencia de habilidad**, donde se realizará el “conducción de una pelota de ping pong” hasta una portería, o bien, en el caso de los robots Bebetos, ellos mismos tendrán que ser el balón para buscar anotar en la portería contraria.

## CONCLUSIONES

Este tipo de experiencias de construcción de robots, en donde confluyen tan diversas disciplinas como electrónica, mecatrónica, computación, son ideales para aprender los materiales de los cursos y la práctica.

Además es ideal para las nuevas generaciones que han crecido en la ubicuidad del internet, los dispositivos digitales, los teléfonos inteligentes, las pantallas táctiles.

Datos Proyecto:

Los diseños se hicieron en **AutoCAD**

La aplicación Joystick se desarrollo en **Unity**

La FPGA se programó en **Quartus**

Alumnos de Bebeto, dos equipos de 5 integrantes cada uno

Bola de 19cm

Material de Impresión 3D: PLA

Piezas impresas: 26 piezas impresas

## Agradecimientos

A todos y cada uno de las instancias que brindaron la confianza para el desarrollo de actividades con lógica programable, especialmente:

a) A los directivos de Zona y de Campus Cuernavaca, por facilitarnos los recursos necesarios.

b) Al Comité Novus, por habernos apoyado en la gestión de los dos proyectos en que se basó la realización de esta iniciativa: *NOVUS 2017*. MakerLab: Microlaboratorio de fabricación digital para el desarrollo de prototipos a través del prototipado rápido. *NOVUS 2018*. DELTA: un enfoque gradual para el diseño lógico digital con dispositivos de cómputo reconfigurable.

c) A la iniciativa EXPLORA, que nos permitió capacitarnos en FPGAs en el Centro de Diseño de Intel Guadalajara.

## REFERENCIAS

- Beke, A.\_Game of spheros, a real-world pursuit-evasion game with type-2 fuzzy logic\_2017
- Chinnaiiah M.\_A novel approach in navigation of FPGA robots in robust indoor environment\_2015
- Joystick, Omar Quintero  
<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.OmarQuintero.Joystick&hl=es> 419
- Kho, T.\_Enhance implementation of embedded robot auto-navigation system using FPGA for better performance\_2016
- Kim, J.\_Hardware implementation of a neural network controller on FPGA for a humanoid robot arm\_2008
- Plaza, Pedro. “Robótica basada en FPGA con fines educativos”. Tesis Maestría. Universidad Nacional de Educación a Distancia. 2013
- Pullteap S.\_Development of a walking robot by using FPGA controller\_2016
- Videos, Omar Quintero  
<https://www.youtube.com/watch?v=WKo9JhorS4A>  
[https://www.youtube.com/watch?v=nJ\\_eXOGsrEc](https://www.youtube.com/watch?v=nJ_eXOGsrEc)
- XiaoBing, H.\_Mobile robot based on FPGA\_2018



# *Carya illinoienses* COMO PRECURSOR PARA LA OBTENCIÓN DE CARBÓN ACTIVADO: ELIMINACIÓN DE ANTIBIÓTICOS

Hylary E. Quistián-García<sup>1</sup>, Jonatan Torres-Pérez<sup>2</sup>, Alba Yadira Corral-Avitia<sup>3</sup>, Katya Aimée Carrasco-Urrutia<sup>4</sup>

**Resumen**— El ciprofloxacino es un antibiótico que se ha encontrado en aguas residuales y su acumulación ha sido asociada con diferentes formas de daño al ecosistema. La sorción se presenta como una solución viable para su eliminación. El objetivo del presente trabajo fue preparar materiales adsorbentes: un carbón activado de cáscara de *Carya illinoienses* (NAC), un fármaco caduco a base de calcio (FCCa) y el mismo carbón activado modificado con el fármaco (NAC-FCCa); y evaluar el proceso de sorción de ciprofloxacino a diferentes valores de pH. Se utilizó un sistema batch ( $Co=100$  mg/L). Los materiales presentaron una capacidad máxima de sorción de 64.4 mg/g NAC, 45.3 mg/g NAC-FCCa y 3.7 mg/g FCCa y los datos experimentales presentaron ajuste al modelo de primer orden y Elovich. En conclusión, se demostró que el carbón activado preparado es un material prometedor para la remoción de ciprofloxacino en aguas contaminadas.

**Palabras clave**— carbón activado, ciprofloxacino, adsorción.

## Introducción

La enorme variedad de actividades que se desarrollan hoy en día ha dado lugar a una serie de nuevos contaminantes que son clasificados como emergentes, estos son compuestos que no son identificados como contaminantes pero se ha encontrado que causan efectos adversos en los ecosistemas cuando entran a ellos, en este grupo se encuentran los productos de cuidado personal, farmacéuticos, compuestos veterinarios, aditivos alimenticios y nanomateriales sintetizados artificialmente (Partha et al., 2019).

Entre los diferentes micro-contaminantes que se pueden encontrar en las corrientes de agua, los ingredientes farmacéuticos activos (IFA) son probablemente los más preocupantes dada su relación con graves problemas de salud pública (Florindo, Lima, Branco, & Marrucho, 2019). Existen varios tipos de productos farmacéuticos conocidos, dentro de estos se ha considerado a los antibióticos como uno de los mayores contaminantes de agua, dado que se han utilizado grandes cantidades en las últimas décadas para el tratamiento de enfermedades no sólo en humanos, sino también en animales (Ahmed, Zhou, Ngo, & Guo, 2015).

La presencia de estos compuestos en los sistemas acuáticos está muy bien documentada, y se han señalado diferentes fuentes de contaminación como las vías más importantes de entrada al ambiente, principalmente las plantas tratadoras de aguas residuales urbanas, industriales y hospitalarias, así como las instalaciones dedicadas a la acuicultura (Jaria et al., 2020).

Existen varios tipos de productos farmacéuticos conocidos, entre ellos se encuentran los antibióticos, antiinflamatorios, antimicrobianos, etc. Se ha considerado a los antibióticos como uno de los mayores contaminantes de agua entre estos, dado que se han utilizado grandes cantidades en las últimas décadas para el tratamiento de enfermedades no sólo en humanos, sino también en animales (Ahmed, Zhou, Ngo, & Guo, 2015).

En general, los farmacéuticos son biológicamente activos, persistentes y bioacumulativos, y a pesar de que se han detectado en bajas concentraciones (ng/L a µg/L), la incidencia de una variedad de contaminantes que presentan el mismo mecanismo de acción puede causar efectos pronunciados a través de exposiciones aditivas (de Andrade, Oliveira, da Silva & Vieira, 2018)

El ciprofloxacino (CIP) es un antibiótico de amplio espectro perteneciente al grupo de las fluoroquinolonas (Florindo et al., 2019; Mahdizadeh & Malakootian, 2019), el cual puede formar complejos con cationes multivalentes como el  $Ca^{2+}$  y magnesio  $Mg^{2+}$  resultando en la formación de estructuras moleculares largas y frecuentemente ionizadas de forma catiónica (Tewes et al., 2015). Se puede encontrar en aguas residuales y superficiales en concentraciones de 1 µg/L, en efluentes provenientes de hospitales hasta 150 µg/L y en aguas residuales provenientes de industrias farmacéuticas 30 mg/L (Mahdizadeh & Malakootian, 2019). A pesar de que estas concentraciones en el

<sup>1</sup> La E. en Química Hylary E. Quistián-García es estudiante del programa de Química del Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. [al154781@alumnos.uacj.mx](mailto:al154781@alumnos.uacj.mx)

<sup>2</sup> El Dr. Jonatan Torres Pérez es profesor-investigador del Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. [jonatan.torres@uacj.mx](mailto:jonatan.torres@uacj.mx) (autor corresponsal)

<sup>3</sup> La Dra. Alba Yadira Corral-Avitia es Profesora-Investigadora de Tiempo completo en el Departamento de Ciencias Químico-Biológicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. [acorral@uacj.mx](mailto:acorral@uacj.mx)

<sup>4</sup> La Dra. Katya Aimée Carrasco-Urrutia es Profesora-Investigadora de Tiempo completo en el Departamento de Ciencias Químico-Biológicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. [kcarrasc@uacj.mx](mailto:kcarrasc@uacj.mx)

ambiente son bajas, su continua acumulación potencializa el riesgo para los ecosistemas acuáticos, así como los problemas biológicos y daño genético que se asocia a esto (Malakootian, Nasiri, & Mahdizadeh, 2018).

Debido a su naturaleza, se requiere de un tratamiento avanzado para su remoción de aguas residuales, los cuales son altamente costosos. Es por ello que en la actualidad, la búsqueda de tratamientos alternativos de bajo costo y altamente eficientes para la remoción de este tipo de contaminantes es considerada una necesidad. Los procesos de sorción son una alternativa viable dado a que son de fácil aplicación, bajo costo y buena eficiencia, características a las que se añade la sustentabilidad del proceso si para llevarlo a cabo se emplean materiales altamente revalorizables.

Dado esto, el objetivo de la presente investigación fue la fabricación de tres materiales adsorbentes: un carbón activado elaborado a partir de cáscara de *Carya illinoensis* (NAC), un fármaco caduco a base de calcio (FCCa) y el mismo carbón activado modificado con el fármaco (NAC-FCCa) como materiales adsorbentes potenciales para la remoción de ciprofloxacino en medio acuoso mediante procesos de sorción.

### Descripción del Método

El presente estudio se llevó a cabo en el Instituto de Ciencias Biomédicas en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, en el Laboratorio de Ciencias Ambientales y en el Laboratorio de transferencia y degradación de contaminantes. Se preparó tres materiales adsorbentes alternativos: un carbón activado a base de cáscara de *Carya illinoensis* como precursor (NAC), un fármaco caduco a base de calcio (FCCa) y el mismo carbón activado modificado con el fármaco (NAC-FCCa).

#### *Obtención de los materiales adsorbentes alternativos*

Para el NAC se colocó la cáscara de *Carya illinoensis* en un horno con reactor rotatorio (Carbolite®, mod. HTR 1100 °C) con una rampa de temperatura inicial de 25 °C y aumento de 10 °C/min hasta una temperatura máxima de 850 °C, la cual se mantuvo durante un periodo de 80 min, atmósfera inerte de nitrógeno con flujo de 1 L/min, e inyección de vapor de agua como agente oxidante para la activación del carbón durante el periodo de temperatura máxima con un flujo de 0.5 mL/min.

El carbón obtenido fue tamizado para obtener partículas de entre 1.0 y 0.5 mm. Estas se recolectaron en un reactor de polietileno y se cubrieron con agua destilada, se colocaron en una placa de agitación (Barnstead™, mod. MaxQ 2000) a 125 rpm durante 24 horas. Pasado el tiempo se retiró el agua y se midió el pH de la misma empleando un potenciómetro (HANNA®, mod. HI 8915), se repitió el procedimiento hasta pH constante. Se filtró las partículas y se secaron a temperatura ambiente.

Para el FCCa, se emplearon 8 g de un fármaco caduco a base de carbonato de calcio y se trituraron con un mortero hasta obtener un polvo fino. Para la modificación del carbón activado (NAC-FCCa) se colocó en un reactor de polietileno 5g NAC y 2.5 g FCCa, ambos pesados en una balanza analítica (OHAUS® Pioneer™, mod. PA214), se les adicionó 100 mL de agua destilada y se colocó en una placa de agitación (Barnstead™, mod. MaxQ 2000) a 125 rpm durante 48 horas, posterior a este periodo se realizó un lavado con agua destilado de las partículas y se secaron a temperatura ambiente.

#### *Cinéticas de sorción*

Se preparó 1.5 L de una solución de ciprofloxacino a una concentración de 100 mg/L y 100 mL de una solución de HCl (ACS, JT Baker®) 0.1N. Se dividió la solución de ciprofloxacino preparada en dos recipientes de polietileno, se modificó el pH de uno de ellos con la solución de HCl (ACS, JT Baker®) 0.1 N hasta un pH de 2.51 y se dejó el segundo recipiente con la solución de ciprofloxacino sin modificar, para la medición del pH se empleó un potenciómetro (HANNA®, mod. HI 8915).

En tres reactores de polietileno se colocaron 250 mL de la solución de ciprofloxacino 100 mg/L sin modificar, a cada uno de ellos se le añadió 0.25 g del material adsorbente a probar. Se repitió este procedimiento con el NAC y FCCa empleando la solución de ciprofloxacino 100 mg/L con pH modificado a 2.5.

Se llevaron los reactores previamente preparados a una placa de agitación (Barnstead™, mod. MaxQ 2000) a 125 rpm, se tomó una alícuota de 2 mL de cada uno de los reactores por hora durante 8 horas, y se analizó en un espectrofotómetro ultravioleta – visible (Jenway™, mod. 7315) a 314 nm; posteriormente, se dejaron los reactores en agitación continua bajo las mismas condiciones y se tomó una alícuota cada 24 horas hasta alcanzar el equilibrio, estas se analizaron de la manera ya descrita. Las pruebas de sorción se realizaron a dos diferentes valores de pH (6 y 2.5). Los datos experimentales se ajustaron a modelos cinéticos de primer orden, pseudo segundo orden y Elovich para la obtención de los parámetros cinéticos de sorción. El ajuste a dichas ecuaciones se realizó con ayuda del programa computacional STATISTICA versión 8.0 para Windows (Statsoft®, Tulsa, OK, USA) por medio de regresiones no lineales por el método de mínimos cuadrados utilizando el método de Levenberg – Marquardt.

### Resultados y discusión

En el proceso de carbonización presentó una pérdida importante de masa de material, manteniendo un porcentaje de rendimiento de aproximadamente 25 % a pesar de perder material por los procesos de lavado y tamizado.

La preparación de los materiales se siguió conforme a dos fases las cuales fueron carbonización-activación. Durante el proceso se eliminaron los componentes orgánicos volátiles y se obtuvo el primer material (NAC), durante el segundo proceso se activó el material para aumentar la disponibilidad de grupos funcionales y obtener un segundo material con una superficie con más sitios activos de sorción (NAC-FCCa) y por último se utilizó el medicamento a base calcio en forma simple (FCCa).

En las Figuras 1 a 3 se muestran las cinéticas de sorción de los diferentes materiales llevadas a cabo bajo condiciones de pH establecidas por el medio y el material en suspensión (pH=6), donde también se pueden observar los tiempos máximos de adsorción.

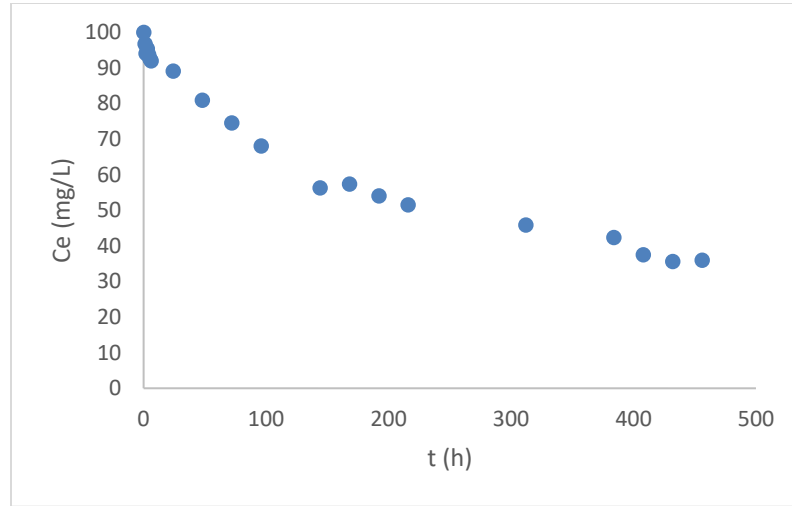


Figura 1. Cinética de sorción de ciprofloxacino sobre el material NAC (pH=6.0)

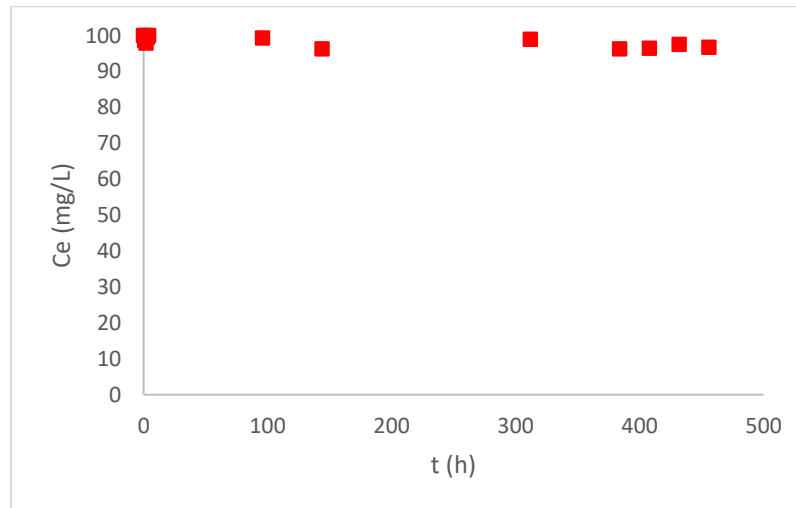


Figura 2. Cinética de sorción de ciprofloxacino sobre el material FCCa (pH=6.0)

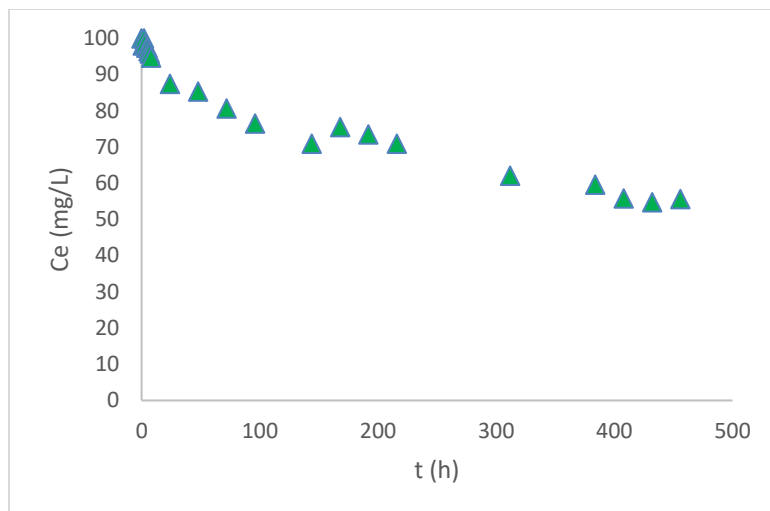


Figura 3. Cinética de sorción de ciprofloxacino sobre el material NAC-FCCa (pH=6.0)

Se puede observar en las Figuras 1 a 3 el tiempo de saturación del material es lento, el equilibrio de sorción se alcanzó a partir de las 140 h en el caso de NAC (64.4 % de remoción) y NAC-FCCa (45.3 % de remoción); sin embargo, el material FCCa por sí sólo presentó mínima capacidad de sorción al transcurrir el tiempo de contacto con la solución de ciprofloxacino (3.3 %).

Para el caso de las pruebas de sorción realizadas a pH ácido (pH=2.5) la sorción se vio desfavorecida de manera importante comparada con las pruebas a pH=6.0. El material NAC presentó una remoción final de 52.3 % después de 400 h de tiempo de contacto (Figura 4).

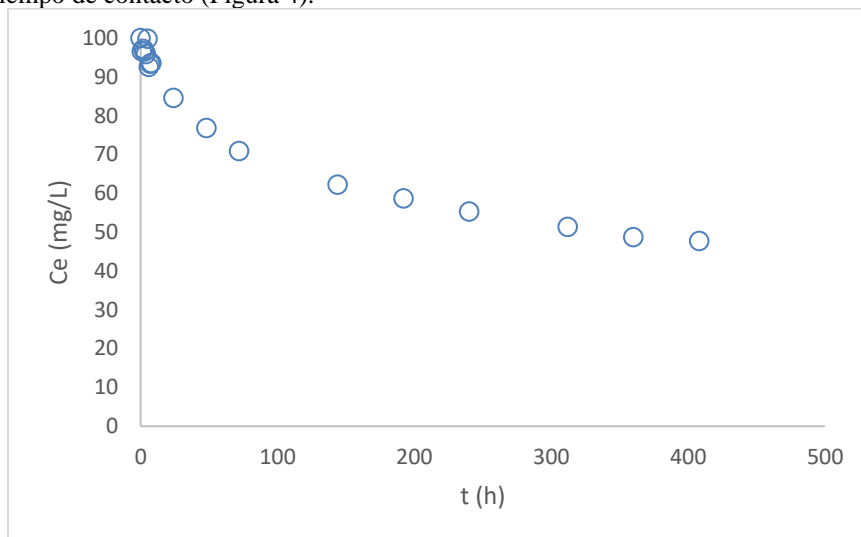


Figura 4. Cinética de sorción de ciprofloxacino sobre el material NAC (pH=2.5)

El producto farmacéutico caduco a base de calcio (FFCCa) presentó una remoción total de ciprofloxacino de 3.6 % después de 312 h de tiempo de contacto en medio ácido (pH=2.5); lo que significó un mínimo aumento (+0.3 %) en la capacidad de sorción del material cuando se presentó el proceso en condiciones ácidas (pH=2.5) (Figura 5).

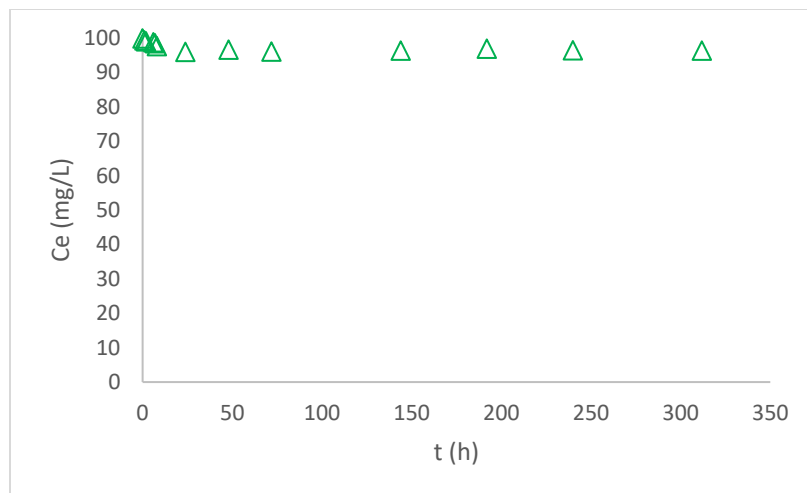


Figura 5. Cinética de sorción de ciprofloxacino sobre el material FCCa (pH=2.5)

En el Cuadro 1 se muestran los parámetros cinéticos obtenidos después de la aplicación de los modelos de primer orden, pseudo-segundo orden y Elovich a los datos experimentales del proceso de sorción de ciprofloxacino sobre los materiales preparados a pH=6.0; valor al cual se presentó la mejor capacidad de sorción comparada con el medio más ácido (pH=2.5).

Material	Modelo cinético	$q_e$ (mg/g)	Constante de adsorción	R
NAC	Primer orden		$k = 0.0070$	0.9926
	Pseudo-segundo orden	64.4231	$k = 3639.6$	0.8394
	Elovich		$a = 1.6199$ $b = 0.0182$	0.9943
FCCa	Primer orden		$k = 0.0026$	0.6494
	Pseudo-segundo orden	3.7140	$k = 0.0306$	0.0910
	Elovich		$a = 0.0103$ $b = -0.1471$	0.6950
NAC-FCCa	Primer orden		$k = 0.0063$	0.9835
	Pseudo-segundo orden	45.3067	$k = 1370.44$	0.9621
	Elovich		$a = 1.1573$ $b = 0.0274$	0.9909

Cuadro 1. Parámetros cinéticos de los modelos cinéticos aplicados al proceso de sorción de ciprofloxacino a pH=6.0 sobre los materiales preparados.

En el caso de los materiales NAC y NAC-FCCa sobre los cuales se presentó una sorción importante (64.4 y 45.3 mg/g respectivamente), los datos de las cinéticas de sorción mostraron un ajuste favorable al modelo cinético de primer orden. El modelo cinético de primer orden presentó valores de R importantes ( $R > 0.9$ ) para los materiales NAC y NAC-FCCa, lo cual sugiere que el proceso de sorción se da sobre una superficie homogénea en cuanto a los sitios de sorción (Vadivelan y Kumar, 2005).

El modelo de Elovich presentó una constante de sorción mayor para los mismos materiales; los cuales removieron mayor cantidad de ciprofloxacino experimentalmente. De igual forma que en el modelo de primer orden, los coeficientes de correlación para dicho modelo fueron altos con valores superiores a 0.99, con lo cual se podría sugerir que la superficie de los materiales es homogénea y que adsorben ciprofloxacino por quimisorción.

Debido a que los materiales presentaron mejores constantes de correlación con el ajuste al modelo cinético de Elovich esto sugiere que el proceso de adsorción se dio por quimisorción, ya que el modelo representa la adsorción de forma química entre los grupos funcionales del material adsorbente y el adsorbato (Qiu et al., 2009).

## Comentarios Finales

### Resumen de resultados

Fueron preparados tres materiales diferentes (NAC, FCCa y NAC-FCCa), a partir de cáscara de *Carya illinoensis* y un fármaco caduco a base de carbonato de calcio. Las cinéticas de sorción mostraron que NAC, FCCa y NAC-FCCa alcanzaron el equilibrio de sorción a partir de 312, 384 y 408 h respectivamente. Se demostró que la máxima remoción de ciprofloxacino ( $q_e=64.4$  mg/g) se dio cuando se utilizó el NAC; seguido de NAC-FCCa ( $q_e=45.3$  mg/g) y por último el FCCa ( $q_e=3.7$  mg/g) a valores de pH = 6.0. Después de aplicación de los modelos cinéticos de sorción se concluyó que el proceso se llevó a cabo sobre una superficie homogénea y con energía diferente en los sitios de sorción de los materiales; ya que los datos fueron descritos de mejor manera por los modelos de pseudo-segundo orden y Elovich.

### Conclusiones

El carbón activado proveniente de *Carya illinoensis* (NAC) es un material alternativo altamente eficaz y con gran potencial para la eliminación de ciprofloxacino presente aguas contaminadas y la sorción se ve favorecida a valores de pH ligeramente ácidos (pH=6.0).

### Recomendaciones

Algunas sugerencias para futuras investigaciones en el presente estudio son utilizar una molécula diferente a remover del agua y realizar el proceso de sorción a valores de pH básicos (mayores a 8.0). La utilización de otro agente activante diferente al agua como el dióxido de carbono sería una acción importante para mayores alternativas; además de utilizar modelos cinéticos diferentes a los empleados en el presente estudio para conocer mejor el mecanismo de sorción del ciprofloxacino sobre los materiales preparados.

## Referencias

- Ahmed, M., Zhou, J., Ngo, H., & Guo, W. (2015). Adsorptive removal of antibiotics from water and wastewater: Progress and challenges. *Science of The Total Environment*, 532, 112-126. doi:10.1016/j.scitotenv.2015.05.130
- de Andrade, J. R., Oliveira, M. F., da Silva, M. G., & Vieira, M. G. (2018). Adsorption of pharmaceuticals from water and wastewater using nonconventional low-cost materials: A review. *Research Industrial & Engineering Chemistry Research*, 57, 3103-3127. doi:10.1021/acs.iecr.7b05137
- Florindo, C., Lima, F., Branco, L. C., & Marrucho, I. (2019). Hydrophobic deep eutectic solvents: a circular approach to purify water contaminated with Ciprofloxacin. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. doi:10.1021/acssuschemeng.9b02658
- Jaria, G., Lourenço, M., Silva, C., Ferreira, P., Otero, M. C., & Esteves, V. (2020). Effect of the surface functionalization of a waste-derived activated carbon on pharmaceuticals' adsorption from water. *Journal of Molecular Liquids*, 299(112098), 1-10. doi:10.1016/j.molliq.2019.112098
- Mahdizadeh, H., & Malakootian, M. (2019). Optimization of ciprofloxacin removal from aqueous solutions by a novel semi-fluid Fe/charcoal micro-electrolysis reactor using response surface methodology. *Process Safety and Environmental Protection*, 123, 299-308. doi:10.1016/j.psep.2019.01.024
- Malakootian, M., Nasiri, A., & Mahdizadeh, H. (2018). Preparation of CoFe<sub>2</sub>O<sub>4</sub>/activated carbon@chitosan as a new magnetic nanobiocomposite for adsorption of ciprofloxacin in aqueous solutions. *Water Science & Technology*, 1-13. doi:10.2166/wst.2018.494
- Partha, S., Aamod, D., Sumanta, L., & Sujit, G. (2019). Advanced porous materials for sensing, capture and detoxification of organic pollutants toward water remediation. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, 7, 7456-7478. doi:10.1021/acssuschemeng.9b00155
- Qiu, H., Lv, L., Pan, B., Zhang, Q., Zhang, W., & Zhang, Q. X. (2009). Critical review in adsorption kinetic models. *Journal of Zhejiang University-Science A*, 10(5), 716-724. doi: 10.1631/jzus.A0820524
- Tewes, F., Brillault, J., Lamy, B., O'Connell, P., Olivier, J. C., Couet, W., & Healy, A. M. (2015). Ciprofloxacin-loaded inorganic-organic composite microparticles to treat bacterial lung infection. *Molecular Pharmaceutics*, 100-112. doi:10.1021/acs.molpharmaceut.5b00543
- Vadivelan, V., & Kumar, K. (2005). Equilibrium, kinetics, mechanism, and process design for the sorption of methylene blue onto rice husk. *Journal of colloid and interface science*, 286(1), 90-100. doi: 10.1016/j.jcis.2005.01.007

## Notas Biográficas

La **E. Lic. en Química Hylary E. Quistián-García** es estudiante del programa de Química del Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

El **Dr. Jonatan Torres Pérez** es profesor-investigador del Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Terminó sus estudios de doctorado en la *Université de Nantes, Francia*. Ha publicado artículos en revistas internacionales indizadas y varios capítulos de libro; así como múltiples presentaciones en congresos nacionales e internacionales.



La **Dra. Alba Yadira Corral-Avitia**, es Profesora-Investigadora de Tiempo completo en el Departamento de Ciencias Químico-Biológicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Ha publicado artículos en revistas internacionales indizadas y varios capítulos de libro; así como múltiples presentaciones en congresos nacionales e internacionales.

La **Dra. Katya Aimée Carrasco-Urrutia**, es Profesora-Investigadora de Tiempo completo en el Departamento de Ciencias Químico-Biológicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Ha publicado artículos en revistas internacionales indizadas y varios capítulos de libro; así como múltiples presentaciones en congresos nacionales e internacionales.

# FIBRAS LIGNOCELULÓSICAS: ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA MOLECULAR DE SUS COMPONENTES PRINCIPALES

Dra. Teresa Ramírez-Rodríguez<sup>1</sup>, Jocelyn Viridiana Padilla-Aguilar<sup>2</sup>,  
Diana Berenice Báez-Bárceñas<sup>3</sup> y Dr. Fray de Landa Castillo-Alvarado<sup>4</sup>

**Resumen**—Las fibras lignocelulósicas son la mayor fuente de recursos biológicos renovables en el mundo. Estas fibras están constituidas principalmente por la celulosa que es un biopolímero lineal, la hemicelulosa que es un polímero amorfo y heterogéneamente ramificado de pentosas y hexosas. La celulosa y la hemicelulosa son macromoléculas de diferentes azúcares; mientras que la lignina es un polímero aromático. El objetivo de este estudio es describir los componentes principales de las fibras lignocelulósicas, a partir de la estructura molecular de cada uno de estos componentes, evidenciando que sus particularidades otorgan a este conjunto de fibras ser materiales sostenibles, así como excelente materia prima en diversos procesos industriales.

**Palabras clave**—estructura molecular, celulosa, lignina, hemicelulosa.

## Introducción

Las fibras lignocelulósicas tienen amplias aplicaciones como materiales de altas prestaciones por lo que, profundizar en el conocimiento de las estructuras moleculares que conforman a este grupo de fibras es significativo; es por ello por lo que en este trabajo tratamos el tema a partir de las diferentes estructuras que las conforman.

Sabemos por experimentos de varios investigadores que las moléculas tienen estructuras definidas; es decir, los átomos de una molécula tienen posiciones definidas entre sí en el espacio tridimensional. A partir de la geometría molecular, la cual expresa la forma general de una molécula, determinada por las posiciones relativas de los núcleos atómicos. Existe un modelo simple que le permite predecir geometrías moleculares, o formas, a partir de fórmulas de Lewis. Este modelo de pares de electrones de capa de valencia generalmente predice la forma general correcta de una molécula. Sin embargo, no explica los enlaces químicos. Para esto, se debe mirar una teoría, como la teoría del enlace de valencia, que se basa en la mecánica cuántica. La teoría del enlace de valencia proporciona más información sobre por qué se forman los enlaces y, al mismo tiempo, revela que los enlaces tienen direcciones definidas en el espacio, lo que resulta en geometrías moleculares particulares.

En cuanto a los componentes que conforman a las fibras lignocelulósicas tenemos a la lignina que es uno de los principales materiales estructurales de las plantas vasculares. La lignina se deposita durante el engrosamiento secundario de las paredes celulares. El grado de lignificación varía, aunque los valores de 25 a 30% de lignina y 50% de celulosa son valores promedio. La lignina es un polímero variable complejo, derivado de azúcares a través de alcoholes aromáticos. Las unidades de fenilpropano (C<sub>6</sub>-C<sub>3</sub>) están unidas de diversas formas mediante reacciones de oxidación durante la polimerización.

Así mismo, también tenemos a la celulosa, que es un polisacárido (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub> de glucosa, siendo el principal componente de las paredes celulares de las plantas. El polisacárido es un polímero de alto peso molecular de un monosacárido. Los polisacáridos contienen muchas unidades repetidas en sus estructuras moleculares. Pueden descomponerse en polisacáridos, disacáridos y sacáridos mono-isotácticos más pequeños mediante hidrólisis o mediante la enzima apropiada. También es importante conocer la molécula de la hemicelulosa que, pertenece a un grupo de sustancias que forman la matriz amorfa de las paredes celulares de las plantas junto con sustancias pécticas (y ocasionalmente, en células maduras, con lignina). Son heteropolisacáridos, es decir, polisacáridos formados a partir de más de un tipo de azúcar, principalmente las hexosas (manosa y galactosa) y las pentosas (xilosa y arabinosa). Varían mucho en composición entre especies. En algunas semillas (por ejemplo, el endospermo de los dátiles), las hemicelulosas son una reserva alimentaria.

<sup>1</sup> La Dra. Teresa Ramírez-Rodríguez es Profesora en la Escuela Superior de Ingeniería Textil del Instituto Politécnico Nacional. [tramirez@ipn.mx](mailto:tramirez@ipn.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Jocelyn Viridiana Padilla-Aguilar es Estudiante en la Escuela Superior de Ingeniería Textil del Instituto Politécnico Nacional

<sup>3</sup> Diana Berenice Báez-Bárceñas es Estudiante en la Escuela Superior de Ingeniería Textil del Instituto Politécnico Nacional

<sup>4</sup> El Dr. Fray de Landa Castillo-Alvarado es Profesor-Investigador SNI nivel III en la Escuela Superior de Física y Matemáticas del Instituto Politécnico Nacional

## Desarrollo

### Lignina

La lignina es una macromolécula formada por la polimerización de tres monómeros de fenilpropano (unidades C9), los alcoholes p-hidroxi-cinámicos, que difieren en el grado de sustitución de metoxilo en C3 y C5: alcohol p-cumarílico, alcohol de coniferilo y alcohol sinapílico como se muestra en la figura 1 (Pereira, H. (1988)). Los anillos aromáticos de estos alcoholes se denominan respectivamente p-hidroxifenilo (H), guaiacilo (G) y siringilo (S) en los que se basa la designación de los diferentes tipos químicos de ligninas (Ramírez, T. et al. (2020)).

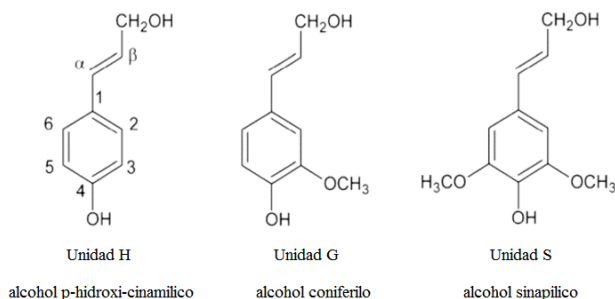


Figura 1. Los tres monómeros de la lignina.

El alcohol p-cumarílico, también llamado alcohol cumarílico, o alcohol 4-cumalírico, con fórmula química C<sub>9</sub>H<sub>10</sub>O<sub>2</sub>, es una de las unidades básicas de la lignina y componente de la pared celular. Su estructura es un alcohol alílico unido a un fenol. El alcohol coniferílico es un compuesto orgánico. Es un fitoquímico incoloro sólido y cristalino, uno de los monolignoles. Se sintetiza a través de la vía bioquímica fenilpropanoide. Cuando polimeriza con compuestos aromáticos relacionados forma lignina o lignanos, cuya fórmula química es C<sub>10</sub>H<sub>12</sub>O<sub>3</sub>. El alcohol sinapílico con fórmula química C<sub>11</sub>H<sub>14</sub>O<sub>4</sub>, es un compuesto orgánico derivado del ácido cinámico. Este fitoquímico es uno de los monolignoles. Se biosintetiza a través del fenilpropanoides vía bioquímica, su precursor inmediato es sinapaldehído.

### Celulosa

La celulosa es un biopolímero lineal formado por 7000 a 15 000 monómeros de glucosa-D que están conectados a través de enlaces β-1,4-glicosídicos como se muestra en la figura 2. Las cadenas de celulosa están unidas por fuerzas de van der Waals y enlaces de hidrógeno en las microfibrillas. En las paredes celulares difusas, la disposición de las microfibrillas también es difusa. Las microfibrillas se combinan para formar la fibra de celulosa. La celulosa cristalina aparece en forma de cristalinidad. El grado de polimerización de la celulosa se encuentra entre 1510 y 5500, lo que refuerza su cristalinidad. Además, la celulosa amorfa no está organizada, lo que ocupa una pequeña proporción. La celulosa cristalina es más resistente a la degradación de las enzimas en comparación con la celulosa amorfa.

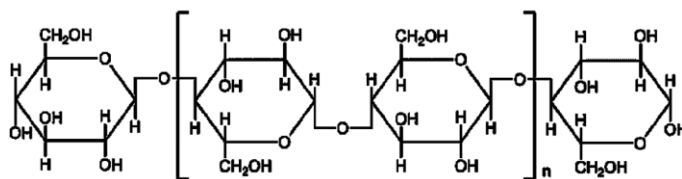


Figura 2. Estructuras de la celulosa.

### Hemicelulosa

La hemicelulosa es un polímero amorfo y heterogéneamente ramificado de pentosas y hexosas, principalmente D-galactosa, D-xilosa, D-manosa, L-arabinosa, D-glucosa, con 500-3000 monómeros de azúcar. Los enlaces β-1,4- y ocasionalmente β-1,3-glicosídicos son los principales enlaces entre los azúcares. La estructura representativa de la hemicelulosa se muestra en la figura 3. La hemicelulosa tiene un peso molecular más bajo en contraste con la celulosa. La hemicelulosa tiene un grado de polimerización entre 50 y 200, lo que la hace amorfa y fácilmente hidrolizable. Cuando la hemicelulosa se co-cristaliza con celulosa, no se agrega.

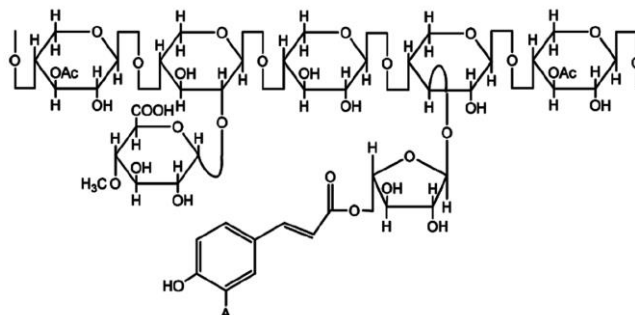


Figura 3. Estructura representativa de la hemicelulosa.

### Análisis

#### Moléculas

La lignina se diferencia de la celulosa y la hemicelulosa porque contiene anillos aromáticos en lugar de largas cadenas moleculares. Dependiendo de las diferentes plantas y procesos de extracción, la lignina se caracteriza por diversas estructuras químicas. Las diferencias más esenciales se encuentran en la composición de los monómeros, el tipo de enlace y el grupo funcional en los fragmentos de lignina. La lignina es una macromolécula polifenólica, que consta de tres unidades monoméricas de fenilpropano, alcohol de coniferilo (G), alcohol p-hidroxifenílico (H) y alcohol sinapílico (S). Como plantean Yang, J., et al. (2019), la estructura del alcohol de coniferilo domina en las maderas blandas. La lignina en la madera dura comúnmente contiene estructuras de alcohol sinapílico y alcohol de coniferilo con predominio de alcohol sinapílico, mientras que la estructura de alcohol p-hidroxifenílico predomina en la lignina que se encuentra en las gramíneas. Se forman diferentes tipos de enlaces carbono-oxígeno (aril-éter) y carbono-carbono en diferentes subunidades de lignina. Los enlaces más frecuentes son los enlaces carbono-oxígeno entre el  $\beta$ -extremo del grupo propenilo ( $\beta$ -O-4) y el resto (moiety) p-hidroxi. Diferentes porcentajes de grupos químicos en la estructura de la molécula de lignina como metoxilo, hidroxilo, carbonilo, carboxilo imparten polaridad a la macromolécula de lignina. Los grupos químicos dominantes son los grupos hidroxilo que son alifáticos o fenólicos. Como componente más recalcitrante de las fibras lignocelulósicas, la lignina es extremadamente resistente a las enzimas y los impactos químicos. La lignina no se disuelve en agua caliente, ácidos y otros solventes excepto álcalis.

Las principales características de la lignina son anillos aromáticos, grupos hidroxilo y grupos metoxi; El alcohol de coniferilo presenta tres de estas características. Se utilizaron dos moléculas diferentes para representar la lignina. Como mencionan en su trabajo Houtman, C. J., y Atalla, R. H. (1995), el monómero es alcohol de coniferilo; Se formó un trímero uniendo tres monómeros de alcohol de coniferilo mediante dos enlaces  $\beta$ -O-4. La estructura de un enlace  $\beta$ -O-4 se ilustra mediante un dímero en la Figura 4. El trímero tiene cuatro centros quirales, los carbonos  $\alpha$  y  $\beta$  de las dos cadenas laterales involucradas en los enlaces. Ambos carbonos eran R y los dos carbonos  $\beta$  eran S. La estructura inicial del trímero de lignina era el isómero eritroide, que es un mínimo de energía potencial para el enlace  $\beta$ -O-4.

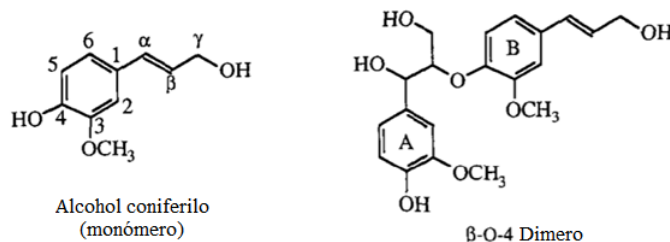


Figura 4. Estructuras y nomenclatura de monómeros de lignina.

Pérez J. et al. (2002) mencionan en su investigación que la lignina (junto con la celulosa) es el polímero más abundante en la naturaleza. Está presente en la pared celular, confiriendo soporte estructural, impermeabilidad y resistencia al ataque microbiano y al estrés oxidativo. Estructuralmente, la lignina es un hetero polímero amorfo, no

soluble en agua y ópticamente inactivo; consta de unidades de fenilpropano unidas por diferentes tipos de enlaces. La complejidad estructural de la lignina, su alto peso molecular y su insolubilidad dificultan mucho su degradación.

La celulosa puede aparecer en forma cristalina, llamada celulosa cristalina. La hemicelulosa es un polímero de carbohidratos complejos. La principal diferencia con la celulosa es que la hemicelulosa tiene ramas con cadenas laterales cortas formadas por diferentes azúcares. A diferencia de la celulosa, son polímeros fácilmente hidrolizables. No forman agregados, incluso cuando se co-cristalizan con cadenas de celulosa.

Los compuestos aromáticos, como el benceno, tienen un anillo plano de átomos unidos por enlaces sencillos y dobles alternos. La característica de los compuestos aromáticos es que sus propiedades químicas no son las esperadas para un compuesto insaturado; tienden a sufrir una sustitución nucleofílica de hidrógeno (u otros grupos) en el anillo, y las reacciones de adición solo ocurren en circunstancias especiales. La explicación de este comportamiento es que los electrones en los enlaces dobles están deslocalizados sobre el anillo de modo que los seis enlaces son todos idénticos e intermedios entre los enlaces simples y los enlaces dobles. Los electrones  $\pi$  se distribuyen así en un orbital molecular por encima y por debajo del anillo. La evidencia de esta deslocalización en el benceno es que las longitudes de los enlaces entre los átomos de carbono en el benceno son todas iguales e intermedias en tamaño entre las longitudes de los enlaces simples y dobles. Además, si dos átomos de hidrógeno unidos a átomos de carbono adyacentes están sustituidos por otros grupos, el compuesto solo tiene una estructura. Si los enlaces fueran diferentes, existirían dos isómeros. El benceno tiene una energía de estabilización de  $150 \text{ kJ mol}^{-1}$  sobre la estructura de Kekulé. La deslocalización de los electrones en los orbitales  $\pi$  del benceno explica las propiedades del benceno y sus derivados, que difieren de las propiedades de los alquenos y otros compuestos alifáticos. El fenómeno se llama aromaticidad. Una definición de aromaticidad es que ocurre en compuestos que obedecen la regla de Hückel: es decir, que debe haber un anillo plano con un total de  $(4n + 2)$  electrones  $\pi$  (donde  $n$  es un número entero). Usando esta regla como criterio, ciertos anillos distintos del benceno muestran aromaticidad.

Un grupo funcional es un grupo de átomos en un compuesto que es responsable de la característica reacciones del tipo de compuesto, dentro de los que tenemos presentes en las estructuras de las fibras lignocelulósicas a los grupos hidroxilo (-OH) y metoxi ( $\text{CH}_3\text{O}-$ ). Un grupo metoxi es un grupo funcional que consiste en un grupo metilo unido al oxígeno. En un anillo de benceno, la ecuación de Hammett clasifica un sustituyente metoxi en la posición para como un grupo donante de electrones, pero como un grupo atractor de electrones si está en la posición meta. En la posición orto, es probable que los efectos estéricos causen una alteración significativa en la predicción de la ecuación de Hammett que, de lo contrario, sigue la misma tendencia que la de la posición para. En tanto que, un grupo hidroxilo se une a algunas moléculas que contienen un átomo de oxígeno e hidrógeno, unidos entre sí. Este grupo funcional proporciona funciones importantes tanto a los alcoholes como a los ácidos carboxílicos. Los alcoholes son cadenas de moléculas de carbono con una cadena lateral de grupo hidroxilo funcional. La electronegatividad del oxígeno agrega una ligera polaridad al alcohol, por lo que son capaces de interactuar con otras moléculas polares como el agua y algunos solutos.

Los monosacáridos son los carbohidratos más simples; se ajustan a la fórmula química general  $(\text{CH}_2\text{O})_x$ , y se denominan azúcares simples. Los monosacáridos que se encuentran con mayor frecuencia contienen de tres a seis átomos de carbono en una cadena de un solo enlace no ramificado. Los monosacáridos se indican con el sufijo -ose. La clasificación adicional utiliza el número de átomos de carbono y el grupo carbonilo funcional. Los azúcares con cuatro, cinco o seis átomos de carbono se denominan tetrasas, pentosas o hexosas, respectivamente. Los monosacáridos son solubles en agua, pero son insolubles en disolventes no polares, según Blackstock, J. C. (2014).

Los monosacáridos con cinco o más carbonos pueden tener formas de cadena lineal y anillos cíclicos. Como se muestra en la figura 5 (Cole, L. A., & Kramer, P. R. (2015)). La d-glucosa puede formar configuraciones de  $\alpha$ -d-glucopiranososa o  $\beta$ -d-glucopiranososa. Estos se forman cuando el oxígeno del grupo hidroxilo del carbono 5 de la glucosa se suma al carbono del carbonilo para formar un hemiacetal. El carbono 6 de la glucosa no forma parte del anillo de piranososa de seis miembros.

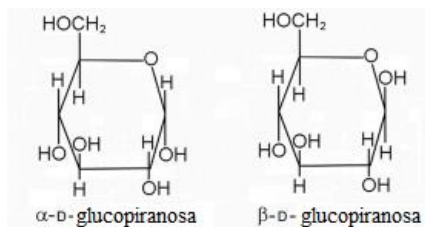


Figura 5. Estructuras de la glucosa  $\alpha$  y  $\beta$ .

## Comentarios Finales

### Conclusiones

Este análisis realizado en la primera parte de un trabajo que aún se encuentra en desarrollo, muestra las bases respecto de los componentes principales de las fibras lignocelulósicas, concluyendo que la descripción de la estructura molecular proporciona información que ayuda a comprender la función que desempeña el orden estructural de las moléculas, siendo conscientes de que las características que en conjunto brindan los compuestos aquí analizados es lo que le otorga a estas fibras su potencial sostenible al mismo tiempo de emplearlos como materiales de altas prestaciones.

### Recomendaciones

Se sugiere continuar con el proyecto de investigación SIP20201820 'Modelamiento y evaluación de fibras lignocelulósicas activadas para absorber metales pesados', realizando el modelamiento molecular y el respectivo análisis para los componentes esenciales de este conjunto de fibras.

## Referencias

- Blackstock, J. C. (2014). *Guide to biochemistry*. Butterworth-Heinemann.
- Cole, L. A., & Kramer, P. R. (2015). *Human physiology, biochemistry and basic medicine*. Academic Press.
- Houtman, C. J., & Atalla, R. H. (1995). Cellulose-lignin interactions (a computational study). *Plant physiology*, 107(3), 977-984.
- Pereira, H. (1988). Chemical composition and variability of cork from *Quercus suber* L. *Wood science and technology*, 22(3), 211-218.
- Pérez, J., Muñoz-Dorado, J., De la Rubia, T. D. L. R., & Martínez, J. (2002). Biodegradation and biological treatments of cellulose, hemicellulose and lignin: an overview. *International microbiology*, 5(2), 53-63.
- Ramírez, T. (2020). Fibra de coco: Precursor de fibras de carbón. *Diseminación de resultados de investigación universitaria-Tabasco 2020*, 12(6), 925-929.
- Yang, J., Ching, Y. C., & Chuah, C. H. (2019). Applications of lignocellulosic fibers and lignin in bioplastics: A review. *Polymers*, 11(5), 751.



# DIAGNOSTICO DE LAS CAPACIDADES ADMINISTRATIVAS DE UNIAMERICAN INTERNATIONAL SCHOOL

Ing. Blanca Marisol Ramírez DonJuan<sup>1</sup>, Dr. Daniel Hernández Soto<sup>2</sup>,  
Dra. Alicia Alma Alejos Gallardo<sup>3</sup> y MGA Alicia Casique Guerrero<sup>4</sup>

**Resumen**— Debido a la capacidad administrativa desarrollada durante largos períodos de aprendizaje organizacional empírico, Uniamerican International School por la escasez de recursos invertidos en su creación, opera actualmente con un esquema organizacional basado en la intuición, producto del aprendizaje organizacional práctico con el que han operado desde que fue creada. El presente trabajo tiene como propósito realizar un diagnóstico de las capacidades administrativas de Uniamerican International School (UIS) con el fin de determinar mecanismos que permitan mejorar el desempeño de la organización. Este análisis permitió detectar 10 áreas de oportunidad que necesitan especial atención para fortalecer las funciones administrativas que se desarrollan: el seguimiento al cliente, el control administrativo a partir de los proveedores, el benchmarking, preparación pedagogía de los instructores, evaluación del desempeño, profesionalización de los instructores internos, planes departamentales, cuantificación de desperdicios, reconocimiento al personal y actualización de tareas y funciones de los empleados. Con estos resultados pudieron establecer los aspectos de mejora administrativa dentro de la organización.

**Palabras clave**— administración, empírico, desempeño organizacional, mipyme.

## Introducción

La única fuente de ventaja competitiva sostenible de una organización es su capacidad y gestión organizacional para aprender más pronto que la competencia, y se observa que el sector de las micro, pequeñas y medianas empresas (mipyme) de la ciudad de Celaya, Guanajuato se enfrentan a un entorno cada vez más competitivo, en el que las medianas y grandes empresas dominan los mercados.

En México, las empresas juegan un papel fundamental para el desarrollo económico y social y están catalogadas en cuatro rubros según sus características: micro, pequeñas, medianas y grandes empresas; así, las pequeñas y medianas llamadas “pymes”, se han convertido en una de las principales fuentes de desarrollo de los países latinoamericanos, pero así mismo adolecen de serios problemas de gestión y de recursos, lo cual ha motivado la realización de diversas investigaciones, sobre sus características, comportamientos, tipología de sus gestores y gerentes, que permitan comprender sus problemas, dificultades y potencialidades. (Calderón y Duque, 2005).

El concepto de eficiencia ha sido precisado y simplificado por los autores de la teoría clásica de la administración en el sentido de maximizar la producción de las organizaciones con los mínimos costos. En el presente artículo se analizará la eficiencia interna de la organización que permita estudiar el problema con un enfoque de mayor complejidad, entre ellos la incidencia del factor denominado capacidad administrativa.

UIS es una institución educativa con presencia en la ciudad de Celaya, Guanajuato en el desarrollo de su crecimiento actual, debido a la demanda que se tiene se enfrenta a la necesidad de contar con una estructura organizacional acorde a satisfacer esa demanda con más y mejores servicios, cumpliendo así su función social de formar alumnos íntegros y felices.

Teniendo en cuenta que la organización es un sistema que se ve afectado por el entorno y por todos aquellos elementos que interactúan con ella, es necesario entender igualmente que el hombre como sistema individual, desempeña un papel fundamental en el éxito o fracaso de la misma, por ende, cuando una organización no es consciente del riesgo que toma por no tener en cuenta las funciones de su proceso, la parte organizacional y las funciones que cada una de sus partes desempeñan, puede fácilmente dirigirse hacia el fracaso seguro de su organización. Sin embargo, son muchas las entidades que para enfrentar la dinámica actual han decidido invertir en

<sup>1</sup> Blanca Marisol Ramírez DonJuan estudiante de la Maestría en Gestión Administrativa en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Gto. [success.innovation@hotmail.com](mailto:success.innovation@hotmail.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> El Dr. Daniel Hernández Soto es Profesor de Maestría en Gestión Administrativa en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Gto. [daniel.hernandez@itcelaya.edu.mx](mailto:daniel.hernandez@itcelaya.edu.mx)

<sup>3</sup> La Dra. Alicia Alma Alejos Gallardo es Profesora de Maestría en Gestión Administrativa en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Gto. [alma.alejos@itcelaya.edu.mx](mailto:alma.alejos@itcelaya.edu.mx)

<sup>4</sup> La Mga. Alicia Casique Guerrero es Profesora de Maestría en Gestión Administrativa en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Gto. [alicia.casique@itcelaya.edu.mx](mailto:alicia.casique@itcelaya.edu.mx)

quienes hacen posible su razón de ser: “sus colaboradores”.

UIS inició sus actividades en el año 2006, y es una institución educativa privada cuyo giro principal es el servicio de educación, al nivel básico. De las evidencias encontradas por observación directa, el desarrollo se ha llevado a cabo a partir de la experiencia y conocimiento adquirido, lo anterior representa un obstáculo para su crecimiento, puesto que la carencia de un modelo de diseño organizacional y funcional con base en las necesidades y características, no le permite evaluar con certeza sus procesos y por ende evita el perfeccionamiento y avance de sus procedimientos al prestar su servicio. Enfocándonos exactamente en UIS, y atendiendo a las solicitudes que impone el mundo moderno de eficiencia y calidad en los servicios, se ha querido realizar una revisión bibliográfica y estadística presentando los resultados y las áreas de oportunidad que tiene que desarrollar.

### **Descripción del Método**

#### *Conceptos y elementos de la capacidad administrativa*

Para comprender el desarrollo del trabajo es necesario conocer la definición de las capacidades administrativas, de la mano de varios autores; en primer lugar (Horton, 2008) afirma que “las capacidades de una organización comprenden sus recursos (por ejemplo, el personal, la infraestructura, la tecnología y los recursos financieros) y su capacidad administrativa (por ejemplo, el liderazgo estratégico, el manejo de programas y procesos y la formación de redes y vínculos)”. En segundo lugar, autores como Bojórquez, Manzano y Lucio (2015) identifican que “la capacidad administrativa proviene de un concepto más amplio que es la capacidad institucional, entendiéndose esta como la habilidad de las organizaciones para responder a las demandas y necesidades de una población, de una manera eficiente y consensuada con los diferentes actores clave, prevaleciendo siempre el interés y el bienestar común. Con base en esta conceptualización, la capacidad administrativa comprende los siguientes elementos: recursos humanos, recursos materiales y recursos financieros”; cabe resaltar la importancia que estos tres autores resaltan como características en común, tres recursos importantes, porque denotan que “los recursos humanos son el motor que hace que los demás elementos funcionen para lograr el objetivo deseado, todos los ámbitos de la capacidad administrativa son indispensables, sin embargo, se considera que la calidad y el profesionalismo de los recursos humanos son los factores que marcan la diferencia” también hacen referencia a “los recursos materiales que están comprendidos la capacidad reglamentaria y el mobiliario, el equipo se considera al material y equipo de oficina que intervienen también en este segundo elemento de la capacidad administrativa” por último “la capacidad financiera es el término que se asimila cuando se habla de recursos financieros, la cual se entiende como la habilidad que permite al organismo mantener en equilibrio sus finanzas y de esta manera cumplir con éxito sus obligaciones presentes sin comprometer la operatividad de sus planes a medio y largo plazo”. En tercer lugar, se consultó una revista de ciencias sociales (Chile, 1975) en donde expresan que al hablar de una capacidad administrativa “los resultados de la organización deben ser positivos y útiles. Si aquellos resultados son calificados de positivos hay eficiencia y capacidad administrativa”. En cuarto lugar, se revisó la opinión de Martínez (2019) que lo considera como un “nuevo factor, denominado capacidad administrativa, que genera nuevos criterios de mayor complejidad según la naturaleza, fines y estructura de las organizaciones”. Por último, afirma Farazmand (2009) que “desafortunadamente hoy en día, las capacidades administrativas tradicionales son insuficientes para enfrentar los nuevos retos del siglo XXI”

#### *Metodología y Tipo de Estudio*

Para la realización de esta investigación, se llevó a cabo un estudio descriptivo, ya que se llevó a cabo un relato de hechos en el que se mostró un análisis del nivel de capacidades administrativas de Uniamerican International School con el que opera en la actualidad. Además, se establecieron las características y comportamientos organizacionales que permitan la realización de un diagnóstico para proponer una solución.

El estudio tiene un perfil correlacionar ya que a través del coeficiente de correlación de Pearson se estimó el grado de asociación entre las variables y entonces identificar aspectos organizacionales que incidan en la capacidad organizacional. Para Razo (2011) Las variables de estudio son aquellos fenómenos, características, cualidades, atributos, rasgos o propiedades que son de interés para el investigador. Inicialmente, las variables se clasifican en independientes y dependientes. Para llevar a cabo el desarrollo de esta investigación se han establecido dos variables. La investigación se desarrolló bajo el enfoque cuantitativo, para el cual se diseñó un instrumento de medición con setenta y cuatro reactivos que permitirá extraer información bajo el esquema del muestreo estratificado.

El presente trabajo conlleva un análisis mixto, es decir que es cualitativo ya que, con base en un cuestionario, se seleccionó y aplicó la escala de Likert que permite responder a un enunciado considerando desde el extremo negativo hasta el extremo positivo. De esta manera se utilizó un formato de 5 respuestas donde 1 es totalmente en desacuerdo y 5 es totalmente de acuerdo. Todo esto permitió la aplicación de un análisis correlacionar a través del coeficiente de correlación de Pearson. Así como la comparación de medias de las respuestas categorizadas en 5 niveles.

El instrumento fue diseñado utilizando como base, las etapas del proceso administrativo el cual se dividió en cuatro apartados y los principales elementos administrativos (planeación, organización, dirección y control), en los cuales se generalizan los aspectos indispensables para una buena aplicación del proceso administrativo y partió también tomando como referencia la cédula de diagnóstico de Guízar (2013) de acuerdo con los factores de género, edad, antigüedad y puesto en la organización, dando como resultado un total de 74 ítems.

Con lo anterior se procedió al diseño de un instrumento propio para la recolección de datos, los reactivos se definieron con base al objetivo establecido. Para validar el instrumento, fue necesario que el grupo de expertos en la materia analizara y revisara el diseño propuesto del instrumento. El diseño se envió a 6 expertos con amplia experiencia en investigación.

Respecto a la forma de aplicación, la información se recopiló de forma personal directamente en UIS.

*Análisis de datos*

El análisis de la información describe los datos obtenidos de los directivos, docentes, operativos y administrativos de UIS y a partir de ahí se realizó un análisis estadístico que permite identificar las áreas de oportunidad en cuanto a las capacidades administrativas. Para la captura de datos, se utilizó Microsoft Excel y con el apoyo de la hoja de trabajo se realizó el análisis de estadística descriptiva; el programa que se utilizó fue el SPSS (paquete estadístico para las Ciencias Sociales) (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

En primera instancia se calculó el Alpha de Cronbach, que es un coeficiente que permite calcular la consistencia interna de un instrumento con opciones de respuesta politómica; ahora, debe considerarse que el coeficiente Alpha de Cronbach puede tomar valores entre 0 y 1, donde 0 significa confiabilidad nula y 1 representa confiabilidad total, podemos considerar entonces el anterior resultado como confiable en cuanto se acerca considerablemente a 1 y se aleja de 0, lo que indica además, que hay una alta correlación lineal entre los ítems. (Campo y Oviedo, 2008)

Es necesario evaluar la fiabilidad y validez del instrumento de medición. Solo a través de eso se verificará que la investigación es seria y aporta resultados reales, además de implicar la seriedad de la investigación, la confiabilidad y validez del instrumento permiten que el estudio sea profesional y digno de consideración para el trabajo de investigación. Los resultados para el cálculo del coeficiente alpha de Cronbach se presenta en el cuadro 1.

Alpha de Cronbach	Alpha de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
.970	.969	74

Cuadro 1. Valores obtenidos para el alpha de Cronbach

La estimación del alpha de Cronbach resultó .970, lo que denota que el instrumento tiene un alto nivel de fiabilidad para medir las capacidades administrativas de la organización, propósito para el que fue diseñado; además de mostrar la consistencia de la información recolectada a través del cuestionario de investigación.

En segunda instancia, se llevó a cabo un análisis de media aritmética para cada uno de los ítems, involucrando la totalidad de las respuestas de los 44 encuestados. Cabe mencionar que el cuestionario aborda 18 variables (manejo práctico de problemas, metas de la empresa, planeación básica, comunicación, hablar en público, liderazgo efectivo, relaciones humanas, integración de equipos de trabajo, reuniones de trabajo, desarrollo de habilidades administrativas, herramientas de calidad y estadística, capacitación interna, administración de proyectos, filosofía de la empresa, calidad en el servicio al cliente, benchmarking, actitudes positivas y organización de procesos de trabajo) a través de 74 ítems en los que se evalúa la capacidad administrativa.

De esta forma, los ítems con las medias más bajas muestran aquellos aspectos de la organización con menos presencia dentro de las actividades administrativas. Por otra parte, las medias más altas denotan aquellos aspectos con mayor presencia.

Estos resultados permiten realizar propuestas para mejorar el desempeño organizacional resolviendo problemáticas que de forma empírica sería imposible identificar. En el mismo sentido es posible determinar aquellas funciones organizacionales que si se realizan con eficiencia, con el fin de establecer mecanismos para mantener esa fortaleza operativa. El diagnóstico entonces, es un instrumento que permite la mejora efectiva en el funcionamiento administrativo ya que establece líneas de acción ciertas, que de otra forma no sería posible visualizar. Es importante mencionar que el diagnóstico de los recursos y capacidades administrativas es una de varias etapas, en el análisis estratégico para el logro de una visión de organización a largo plazo.

De estos valores se observa los resultados con las medias más bajas, se presenta en el cuadro 2.

ítem	Media	N
54. Existe seguimiento al cliente después de haberle dado el servicio	1.72	44
67. El control parte de un marco de actuación establecido en función de los proveedores	1.74	44
55. Se compara de forma sistemática el rendimiento, la mejora, el desempeño, etc., de su organización y departamento en comparación con los de otras organizaciones similares	1.81	44
41. El instructor conoce aspectos relacionados con técnicas de pedagogía educativa.	1.95	44
71. En tu puesto hay coincidencia entre el desempeño planeado y el desempeño logrado	1.95	44
40. Existen instructores profesionales internos en la empresa	2.02	44
5. Tiene por escrito un plan de crecimiento de su departamento.	2.02	44
33. Conoce el monto (\$) que han originado los desperdicios injustificados. Pueden considerarse como desperdicios materiales, horas-hombre, viajes injustificados, procedimientos no concretados.	2.02	44
56. Existe reconocimiento a las actuaciones positivas de sus colaboradores	2.02	44
57. Se mantiene una revisión constante de las tareas y funciones de los empleados para mantenerlas interesantes	2.02	44

Cuadro 2. Valores obtenidos para las medias

Tomando en cuenta que la escala Likert conlleva un orden ascendente desde 1 hasta 5, es decir, desde el nivel más bajo hasta el más alto, se consideraron los 5 ítems con la media más baja, que son los siguientes. El ítem 54 “existe seguimiento al cliente después de haberle dado el servicio” resultó con una media de 1.72; esto quiere decir que la empresa no da seguimiento a la trayectoria de los egresados, información que permitiría conocer los alcances académicos de los estudiantes una vez que egresan. En el mismo sentido, el ítem 67 “el control parte de un marco de actuación establecido en función de los proveedores” resultó con una media de 1.74; el control no se ejerce adecuadamente partiendo de la adquisición de los insumos para la realización de las actividades, ni se mantiene un control adecuado de los procesos en las siguientes etapas administrativas. Asimismo, el ítem 55 “se compara de forma sistemática el rendimiento, la mejora, el desempeño, etc., de su organización y departamento en comparación con los de otras organizaciones similares” resultó con una media de 1.81; esto quiere decir que la empresa no realiza actividades de recolección de información para medir su competitividad en la industria en la que se desempeña en relación con las demás, lo que permitiría realizar mejoras en procesos clave. De la misma forma, el ítem 41 “el instructor conoce aspectos relacionados con técnicas de pedagogía educativa” resultó con una media de 1.95; esto quiere decir que los docentes les falta desarrollar habilidades pedagógicas que potencien sus capacidades profesionales que les permitan transmitir sus conocimientos con mayor efectividad, sin dejar de lado otros elementos. En el mismo tenor, el ítem 71 “en tu puesto hay coincidencia entre el desempeño planeado y el desempeño logrado” resultó con una media de 1.95; esto quiere decir que no hay una evaluación del desempeño laboral, lo que no permite conocer el logro de los objetivos individuales y organizacionales, como puede observarse en el cuadro 2.

Continuando con el análisis, del mismo modo el ítem 40 “existen instructores profesionales internos en la empresa” resultó con una media de 2.02; por una parte, este resultado muestra que la percepción general es que los instructores internos no son profesionales de carrera o son muy pocos, esto quiere decir que es preciso que quien vaya a asumir el reto de convertirse en docente o facilitador al interior de la organización, debe también tener la capacidad de convertir lo teórico en práctico, lo conceptual en vivencial y por tanto capaz de generar procesos de aprendizaje a un grupo determinado de personas. Por otra parte, el ítem 5 “tiene por escrito un plan de crecimiento de su departamento” resultó con una media de 2.02; esto quiere decir que, ante la ausencia de un plan de crecimiento en la empresa, conlleva a sus integrantes a no tener claro su plan de trabajo y desconocer el enfoque organizacional, ya que mayoritariamente se preguntan ¿cuáles son las metas y objetivos departamentales? y ¿cómo se pretenden alcanzar?, estas inquietudes responden a la clara necesidad que exige tener por escrito un plan de crecimiento. Igualmente, en el ítem 33. “conoce el monto (\$) que han originado los desperdicios injustificados, pueden considerarse como desperdicios materiales, horas-hombre, viajes injustificados, procedimientos no concretados” resultó con una media de 2.02; esto quiere decir que se desconoce derivado de sus actividades, el monto económico que conlleva tener desperdicios; por una parte se tiene claro que toda empresa, en el transcurso de sus actividades tiene desperdicios, pero es muy necesario y útil llevar el registro y el control de esos mismos. Por otro lado, el ítem 56. “existe

reconocimiento a las actuaciones positivas de sus colaboradores” resultó con una media de 2.02; esto quiere decir que el reconocimiento es una herramienta de gestión que refuerza la relación de la empresa con los trabajadores, y que origina cambios positivos al interior de una organización; hay que tomar en cuenta que cuando se reconoce a una persona como eficiente y eficaz, se están reforzando además las acciones y comportamientos que la organización desea prolongar en los empleados; sin embargo el resultado que se obtuvo no es favorable en este aspecto. Finalmente, el ítem 57 “se mantiene una revisión constante de las tareas y funciones de los empleados para mantenerlas interesantes” resultó con una media de 2.02; esto quiere decir que actualmente no se tiene presente una supervisión directa y constante de las funciones, procedimientos y actividades de los empleados, mismas que pueden llegar a ser monótonas, por lo anterior estos procedimientos y normas se deben actualizar constantemente y vigilar su aplicación.

Con estos resultados podemos observar que prevalecen aspectos de la fase de control administrativo como áreas de oportunidad que la organización debe atender. Es posible interpretar esta tendencia como una consecuencia natural debido a la falta de formalización de las actividades operativas y administrativas con las que ha funcionado la organización desde su creación. Es entendible que en un ambiente de desarrollo empírico la organización no haya establecido mecanismos rigurosos de actuación por lo que el diagnóstico se convierte en un instrumento clave para la transformación de la estructura administrativa.

Cabe mencionar que dos de estos diez aspectos están relacionados con la capacitación y profesionalización de los instructores que desempeñan labores docentes al interior de la institución. Es decir, que los colaboradores coinciden en una percepción general que es necesario el diseño de programas para el desarrollo profesional y de habilidades de transmisión de conocimientos, pues la mayoría de los docentes son colaboradores externos y no de base. En este sentido, es necesario el establecimiento de mecanismos para contratar instructores internos con desarrollo profesional docente que fortalezcan el cuerpo académico docente.

Continuando con el análisis, otro aspecto que la organización debe de atender es el relacionado con la realización de estudios comparativos de desempeño con otras organizaciones, lo que permitiría detectar fallas en los diferentes procesos operativos, administrativos, pedagógicos y de servicio en relación con el estándar de calidad de instituciones homólogas. Por último, también es importante enfatizar que el reconocimiento a las actuaciones sobresalientes tienen poca o nula presencia al interior de la organización; por lo que también es un reflejo de la falta de gestión del capital humano con el que cuenta.

## Comentarios Finales

### *Resumen de resultados*

Los resultados muestran los diez aspectos que requieren mayor atención; seis de ellos están referidos al control de los diferentes procesos administrativos que se llevan a cabo al interior de la organización. Dos más se refieren a capacitación y profesionalización de los instructores; mientras que uno más precisa el comparativo de desempeño con otras organizaciones y el último se refiere al reconocimiento al desempeño. Cabe mencionar que estas carencias son consecuencia natural del empirismo que prevalece en el desarrollo de las actividades por lo que la atención de estas reflejará una mejora sustancial en la eficiencia administrativa.

### *Conclusiones*

Con base en lo anterior, puede decirse que las áreas de oportunidad identificadas como las más importantes que se deben atender se encuentran en el control de los procesos administrativos, por lo que es importante que los mecanismos de mejora incrementen la rigurosidad de la aplicación de procedimientos formalmente establecidos para la compra de insumos, mejorar el servicio al cliente interno y externo, así como para la evaluación del desempeño de cada área de trabajo. Es importante mencionar que la organización no cuenta con una base sólida de instructores de carrera lo que puede manifestarse en fallas en el desempeño académico como la capacidad de convertir lo teórico en práctico, lo conceptual en vivencial y por tanto capaz de generar procesos de aprendizaje a un grupo determinado de personas. Es importante mencionar que la organización no cuenta con una estructura u órgano que permita el desarrollo de estudios comparativos de desempeño con otras organizaciones del mismo giro de servicios; lo que conlleva a que no exista líneas de acción para el rediseño de procesos administrativos. En el mismo sentido, no existen mecanismos efectivos para reconocer el buen desempeño de los colaboradores, lo que muestra áreas de oportunidad en la gestión del capital humano.

### *Recomendaciones*

Es importante destacar que el diagnóstico de capacidades administrativas, es un proceso dentro de un análisis estratégico más profundo en el que la organización debe de realizar además un análisis del entorno que le permita plantearse objetivos acordes con las oportunidades y las capacidades que posee. Además es necesario el diseño de estrategias adecuadas para el logro de las metas planteadas. En este sentido, la organización debe de realizar un análisis



de las fortalezas y debilidades, un análisis de las 5 fuerzas de Porter y así determinar los alcances de actuación transformacional que deben realizarse para lograr el desempeño deseado.

### Referencias

- Bojórquez Carrillo, A., M. Manzano y L. Jesús “Análisis de la relación entre la capacidad administrativa en México,” México, D.F: McGraw-Hill. 2015.
- Calderón, H. G y G. Castaño “Investigación de administración en américa latina evolución y resultados,” Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 2005.
- Campo, A. A. y H. Oviedo “Propiedades psicométricas de una escala: la consistencia interna”. 2008.
- Chile, U. “Revista de ciencias sociales,” Chile: Universidad de Chile. 1975.
- Guízar, R. “Desarrollo organizacional principios y aplicaciones,” México, D.F: McGraw-Hill. 2013.
- Hernandez, R. Fernández, C. C y Baptista, L. P. “Metodología de la investigación,” México, D.F: McGraw-Hill. 2014.
- Horton, D. “Evaluación del Desarrollo de capacidades: experiencias de organizaciones de investigación y Desarrollo alrededor del Mundo” Cali, Colombia: CIAT. 2008.
- Martínez, C. “Capacidad administrativa como factor de eficiencia interna y global de las organizaciones” México, D.F: McGraw-Hill 2019.
- Razo, C. “Como elaborar y asesorar una investigación de tesis” México: Pearson. 2011.

### Notas Biográficas

La **Ing. Blanca Marisol Ramírez DonJuan** es estudiante del Posgrado en Gestión Administrativa en el Tecnológico Nacional de México en Celaya. Realizó sus estudios de Ingeniería en Gestión Empresarial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Gto.

El **Dr. Daniel Hernández Soto** es Profesor de la Maestría en Gestión Administrativa, licenciatura e Ingenierías en el Tecnológico Nacional de México en Celaya. Realizó su Doctorado en Ciencias en Economía en el Colegio de Postgraduados.

La **Dra. Alicia Alma Alejos Gallardo** es Profesora de la Maestría en Gestión Administrativa, licenciatura e ingenierías en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Gto. Realizó el Doctorado en Administración en la Universidad de Celaya, Gto.

La **MGA Alicia Casique Guerrero** es Profesora de la Maestría en Gestión Administrativa, licenciatura e ingenierías en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Gto. Realizó la Maestría en Gestión Administrativa en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, Gto.



# Inequidad tecnológica, administrativa y tributaria en tiempos de pandemia en las PYMES ubicadas en el sureste Mexicano

M.I. Corazón Antonia de Jesús Ramírez Flores<sup>1</sup>, M.I. Rafael Cú Chin<sup>2</sup>,  
Br. Karen Janina Guadalupe Cú Ramírez<sup>3</sup>

**Resumen**—Nos enfrentamos ante un hecho que nunca nos imaginamos vivir, situación que a transparentado la desigualdad Tecnológica, administrativa y tributaria de las PYMES ubicadas en el sureste mexicano, la pandemia del coronavirus ha exacerbado esta desigualdad, que ha traído como consecuencia el cierre masivo de negocios y la pérdida de empleos; este trabajo de investigación se presenta con el objetivo de comprobar si las estrategias de recuperación implementadas por el gobierno mexicano, han sido las adecuadas para que la PYMES no se extingan y sobrevivan. Muchos países han tenido que cerrar fronteras y pedir a sus ciudadanos que permanezcan en casa para evitar la propagación del virus, dicha medida ha afectado a muchas empresas, especialmente a la pequeñas y medianas; se aproximan meses de incertidumbre, de dificultades y desaceleración económica a nivel mundial a causa de esta contingencia.

**Palabras clave**— Desigualdad, Tecnologías de Información, pandemia, coronavirus, inequidad, estrategias.

## INTRODUCCIÓN

El impacto que ha dejado la pandemia en los sectores productivos más afectados, abarcará un tercio del empleo y afectará una cuarta parte del Producto Interno Bruto de la región, si bien nuestro país no estaba preparado para enfrentar este tipo de situaciones, podemos ver que las más afectadas son la pequeñas y medianas empresas, causando que sus dueños se vean obligados al cierre de sus negocios o incluso a la bancarrota.

Estudios señalan, que incluso antes de que la pandemia se presentará en los estados del sureste, existía una falta de inversión en este tipo de sectores, al menos en el estado de Campeche, las estadísticas de desempleo fueron incrementando a consecuencia de la incertidumbre y de problemas financieros por la que atravesaba el estado.

La falta de competitividad y la falta de atracción económica por parte del estado, provoco que algunos locales cerraran, este tipo de situaciones provoco el crecimiento de desempleo, haciendo que ciudadanos carezcan de oportunidades de trabajo, por lo que en su mayoría optaron por migrar a estados vecinos como Yucatán o Quintana Roo.

Si bien en el estado de Campeche, la situación no se encontraba favorable para el sector de las PYMES, las cuales no estaban en su mayoría preparadas económicamente para recibir un golpe en los precios de los insumos que se requieren para trabajar, la pandemia del COVID-19 trajo consigo un retroceso en la venta de los productos y servicios, dado que en algunos casos no se contaba con la tecnología y recursos para poder operar con las medidas de seguridad que las autoridades sanitarias requerían.

Tras estas situaciones, los dueños de estos comercios tuvieron la necesidad de dejar de operar, en algunos casos se trabajaba desde casa, sin embargo algunos de los empleados no contaban con las condiciones necesarias para laborar en sus hogares, esto represento un problema para las PYMES, sin trabajadores que no tuvieran las condiciones, no podían seguir operando y requerían recursos que si bien no tenían, representarían costos que se tendrían que hacer para poder operar con la mínima capacidad.

El inicio de la cuarentena tomo por sorpresa al sector PYME, dejándolos con un margen muy limitado, para poder maniobrar y ante los efectos del desplome de las ventas, la falta de liquidez y el riesgo inminente de desaparición de las mismas, esto genero un escenario indiscutible para utilizar los medios digitales para formar una fuerza contra el cierre de operaciones.

## OBJETIVO

Derivado del análisis efectuado a esta problemática, el objeto de estudio es comprobar si los beneficios obtenidos por las PYMES han sido mayores que los costos incurridos, derivado de las estrategias de recuperación

<sup>1</sup> M.I. Corazón Antonia de Jesús Ramírez Flores es Profesor e Investigador de tiempo completo de la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, México. mastercorita2013@hotmail.com, (autor correspondiente)

<sup>2</sup> M.I. Rafael Cú Chin fue Profesor de la Universidad Guadalupe Victoria y de la Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, México. Rafael\_681023@hotmail.com

<sup>3</sup> Br. Karen Janina Guadalupe Cú Ramírez es alumna de la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Campeche, Campeche, México. Karen\_janina@hotmail.com

implementadas por el gobierno mexicano, lo que traerá como consecuencia la extinción o sobrevivencia de las mismas.

## MARCO TEÓRICO

Sabemos que las PYMES, son de gran importancia hoy en día, y la afectación a las mismas ha sido significativo, es necesario mencionar, que se prevé la quiebra de grandes consorcios comerciales, por lo que, las de menor escala serán las que tengan peores consecuencias a largo plazo, el gobierno deberá implementar estrategias de apoyo fiscal no solo a las empresas grandes, si no en especial a las PYMES, para que estas puedan mantener un buen flujo de efectivo, y a la vez para que muchas personas no pierdan sus puestos de trabajo.

La economía es muy importante para todos nosotros como ciudadanos, ya que es el sustento para la sobrevivencia de todas las familias, y de acuerdo con Juan Rich, director de análisis y estrategia bursátil, una de las medidas que se han tomado durante esta pandemia por parte de las empresas, es el recorte de personal como consecuencia de la pérdida de ingresos en sus negocios, por lo que afecta a estas familias, ya que su sustento era el sueldo que llevaban a casa, por lo que actualmente, están padeciendo hambre en sus hogares, así como un estado de aislamiento y desolación por la pérdida de sus seres queridos.

Un claro ejemplo lo podemos ver en la cadena restaurantera, uno de los sectores que más ha resentido esta pandemia, ya que muchos negocios tuvieron que ser cerrados por esta contingencia sanitaria y hasta la fecha no han podido generar los mismos ingresos en relación a años anteriores, aquí podemos destacar, muchas pérdidas, para empezar el despido de empleados e inclusive la falta de liquidez para pagar la renta del local.

El gobierno, ha estado tratando de reactivar la economía, en especial a las pequeñas y medianas empresas, mediante la implementación de una serie de créditos, sin embargo las PYMES, están solicitando apoyo a fondo perdido, sin obtener una respuesta favorable por parte de las autoridades.

Hay muchas ideas para la reactivación económica, una de ellas era el postergar el pago de impuestos a personas y empresas que actualmente tienen problemas de flujo de efectivo, no de viabilidad, sino de liquidez. Es buena la iniciativa de postergar estos pagos, ya que con ello le das un poco de aire y respiro a las empresas, pero hasta la fecha no ha tenido eco en nuestro gobierno.

**México** es la segunda nación de los miembros del **G20** que menos ha invertido en **programas fiscales para mitigar el impacto de la pandemia**, solo por delante de Sudáfrica, de acuerdo a reportes del Fondo Monetario internacional (FMI), FocusEconomics y el Centro de Estudios Estratégicos e Internacionales (CSIS, por sus siglas en inglés).

Se estima que Sudáfrica, —último sitio—, ha destinado el 0.3 por ciento de su PIB (cerca de mil millones de dólares) en estímulos, mientras que **México** ha aplicado solo 0.7 por ciento de su PIB.

Estas cifras contrastan con naciones más desarrolladas dentro de los miembros del G20, como Reino Unido, Francia y Estados Unidos, quienes han destinado el equivalente al 17.7, 15.2 y 10.5 por ciento de su PIB, respectivamente, de acuerdo con el CSIS.

Además, sus pares latinoamericanos, como son Brasil y Argentina (ambos miembros también del G20) destinaron cerca del 3.9 y 3.7 por ciento como porcentaje de sus economías locales, para combatir la pandemia, según el Centro.

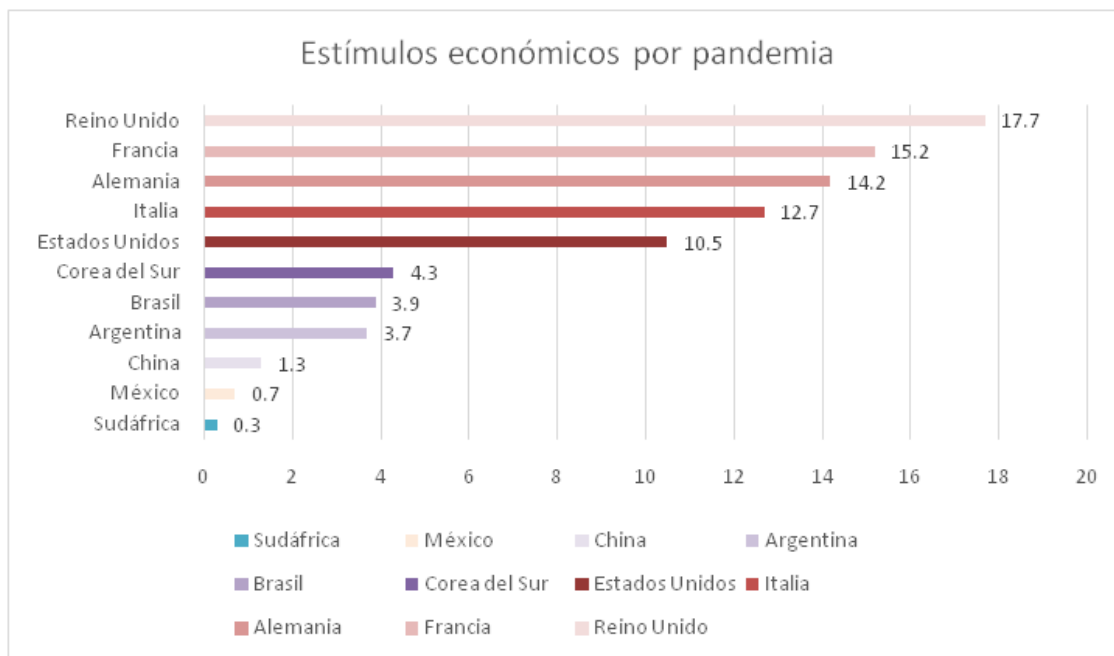
En América Latina, México es de las naciones con el porcentaje más bajo destinado para combatir el impacto del coronavirus, solo por debajo de Honduras, quien ha destinado el equivalente al 0.6 por ciento de su PIB. En la región, gobiernos como Perú y Guatemala han anunciado apoyos por más del triple que los propuestos por México en relación a su Producto, donde esas naciones centroamericanas aportarán el 12 y 3 por ciento, respectivamente.

Las medidas anunciadas por México, son totalmente insuficientes, para que la empresas puedan enfrentar con éxito esta pandemia y no perecer en el esfuerzo; pero se necesita mucho más que voluntad del gobierno mexicano, para ayudar a las PYMES a sortear este escenario, que nadie imaginaba, impensable pero a la vez tan real.

La economía informal aflora ante esta crisis sanitaria, bien dicen, resurgir o morir. Las empresas formarles, tendrán que enfrentar un panorama sombrío, desesperanzador y gris.

Está en manos de nuestras autoridades, el no permitir que el país se siga rompiendo en trozos cada vez más grandes; de dolor, hambre, pobreza y una desigualdad tan irracional, pero real.

### Estímulos Económicos por Pandemia Como porcentaje del PIB



Fuente: FMI y CSIS

Otro dato que también es importante destacar, es que es muy complicado que la administración del gobierno hoy en día, alcance la meta de tener un crecimiento mínimo del cuatro por ciento al final del sexenio hablando a corto plazo, es decir que es muy difícil reactivar la economía del país, ya que ha sido afectado no solo a nivel nacional, sino también a nivel mundial, provocando una desaceleración económica.

De acuerdo con Alejandro Saldaña; ve muy poco probable (el cuatro por ciento) de que esto suceda por lo que está aconteciendo en el país. Hay que recordar, que algo que nos preocupa en el mediano plazo, es que México ya tenía fragilidad desde finales de 2018 en materia de crecimiento económico, por lo que vemos bastante probable que no se cumpla el cuatro por ciento, estamos proyectando en el mediano plazo un crecimiento debajo del dos por ciento del PIB, algo muy preocupante para el país.

Para este año, dijo Saldaña, el banco estima que la actividad tenga una caída cercana a 7.5 por ciento, y la recuperación en 2021 será “modesta” con una proyección que no supera el 1.6 por ciento.

El rebrote de coronavirus, está sucediendo en el continente vecino de Europa, por lo que México no está exento de que esto pueda suceder, es decir, que aunque México está implementando medidas para reactivar la economía, ante un escenario de esa naturaleza, no hay manera para que el país, pueda volver a tener los ingresos que tenía en años anteriores, y sabemos que México, nunca había estado estable en el tema de la economía, el cual durante el paso de los años ha tenido grandes caídas.

De acuerdo con Sebastián Eguiluz, egresado del Tec de Monterrey y director de Entreprenup, da a conocer sobre la economía del país, en especial para las pequeñas y medianas empresas a corto y mediano plazo, señalando lo siguiente: las industrias que más se verán afectadas son las del entretenimiento, servicios turísticos y alojamiento; ellas tendrán las primeras afectaciones ante esta crisis y a mediano plazo la industria manufacturera, “Prácticamente el 58 por ciento de las personas que laboran en nuestro país lo hacen en el sector informal, de tal manera que van a ver resentida su actividad principalmente en estos últimos días”.

Sabemos que muchos países han cerrado sus fronteras y pedido a sus ciudadanos que se mantengan en sus casas con motivo de frenar el contagio, pero esta medida ha afectado en gran medida a muchas industrias, especialmente a las pequeñas y medianas empresas.

Todos sabemos que vienen meses difíciles y complejos, ya que el panorama del país no ha sido favorable desde que inicio la pandemia, ya que los ciudadanos son apáticos y no respetan las normas sanitarias, es decir las medidas de sana distancia y el uso de cubre bocas; como ya se menciona, viene meses de incertidumbre, dificultades y desaceleración económica a nivel mundial a causa de esta contingencia y esto es un golpe económico que no lo van a

sobrevivir la mayoría de las pequeñas y medianas empresas, generando un mayor desempleo y pobreza, en el país y sobretodo en el sureste mexicano.

Ahora bien, para el sureste de México ha sido un poco difícil reactivar su economía, en especial porque en los últimos meses ha sido una de las más afectadas por la pandemia, a pesar de que hoy en día solo un estado del sureste cuenta con semáforo verde, no le ha sido fácil reactivar su economía, por falta de competitividad y atracción económica en el estado, lo que le ha provocado que algunos negocios estén cerrando, tan solo en la capital campechana varias franquicias prefirieron cambiar de sede por esta difícil situación, otras de plano se declararon en quiebra.

Esto ha provocado que el desempleo crezca y los ciudadanos del país carezcan de oportunidades de trabajo, por lo que tienen que buscar alternativas en otros estados para así sustentar su hogar. En diciembre del año pasado las estadísticas de desempleo se incrementaron a consecuencia de la incertidumbre por la mala racha financiera que atraviesan los estados.

La tecnología es una pieza muy importante para las PYMES, en especial porque son de gran ayuda en todo su entorno, por lo que desde marzo cuando se declaró la pandemia a nivel mundial, muchos negocios cerraron y otros decidieron trabajar pero con el método home office, trabajar desde casa, una manera muy activa y moderna, pero a muchos les afecta, en especial aquellos negocios en el que se necesitaba la presencia física del personal en los centros de trabajo.

Las PYMES tienen un aliado clave, estamos hablando de la tecnología, poniendo a su alcance soluciones que pueden marcar la diferencia y brindarles la capacidad de poder trabajar desde cualquier lugar, establecer esquemas de colaboración y ofrecer una respuesta ágil hacia el mercado, garantizando la salud y el bienestar de las personas hoy en día.

La tecnología se ha desarrollado de manera radical, en especial por lo que hoy está sucediendo, se han estado creando mejores sistemas para el desarrollo del trabajo el cual se ha integrado a su versión estándar, algunas funciones que pueden ayudar a enfrentar este desafío; uno de ellos es MyAnalytics, que utiliza datos diarios para proporcionar análisis sobre cómo invierte su economía cada usuario, y también consejos que ayudan a todos a trabajar de manera más inteligente; durante la pandemia de COVID-19, MyAnalytics ha demostrado ser una herramienta clave, ya que permite a los usuarios y equipos lograr excelentes resultados.

De acuerdo con D'Alessio IROL, consultoría de tecnología, demostró que entre lo poco afortunado de la crisis global está en el aprendizaje de muchas empresas PYMES en el país, ya que tienen una ventaja y potencialidad de estos recursos y la decisión de avanzar por este camino para posicionarse en el mundo como una de las mejores.

Remarcó Nora D'Alessio, vicepresidente de la consultora, en el 79% de las PYMES la tecnología fue clave para atravesar la pandemia y la mayor parte de ellas están dispuestas a invertir en ese rubro en el futuro inmediato si la economía lo permite. Aunque el 66% tiene expectativas de hacerlo, el 38% tiene claro que es una necesidad irreversible y que lo harán sin duda.

Las PYMES son el motor de la economía y el entramado social de nuestro país y la tecnología es fundamental para que puedan seguir operando. La pandemia aceleró todo, el trabajo remoto y el comercio electrónico fueron las estrellas de la hora, aunque muchas empresas reconocieron que no estaban preparadas para afrontar el desafío al inicio de las restricciones impuestas por la cuarentena.

En la actualidad, el comercio electrónico es clave para la mitad de las PYMES (53%). Una vez que finalice la cuarentena, una cuarta parte (25%) considera que seguirá teniendo alto impacto para su actividad y un 44% espera que se mantenga pasado el efecto del COVID-19. En cuanto al trabajo remoto, el 68% de las PYMES supone que es y será una herramienta fundamental para su empresa, una vez superada la pandemia. En relación con esto, las empresas piensan que se podría mantener una vez por semana el teletrabajo, y por lo tanto las herramientas de hardware y software necesarias para ejercerlo.

Como vemos hoy en día, ha sido un tiempo muy difícil para muchas personas; es por ello, que tenemos que considerar, que también afecta en la parte administrativa, la cual debe ser flexible y adaptable para encaminar una buena administración y gestión operativa del negocio, para mantener una buena rentabilidad y la competitividad.

El éxito de las PYMES hoy, depende de un manejo mucho más eficiente de sus áreas críticas, y actualmente una ecuación estratégica entre buenas prácticas y herramientas altamente eficientes, combinan ese potencial de continuidad y desarrollo en medio de momentos difíciles.

En la actualidad, las buenas prácticas y mejores recomendaciones han perfilado cuatro acciones vitales para encaminar de mejor manera las PYMES hacia el éxito:

- **Controla tus actividades diariamente.** Esto ha llevado a tener un buen control sobre las ventas que ha realizado a diario, aunque en el último semestre ha disminuido porque lo que está sucediendo.
- **Establecer objetivos.** Ayuda a todas aquellas pequeñas empresas a tener sus objetivos claros y de esta manera generar mejores ingresos a beneficio de ellos.

- **Su inventario.** Esto ha tenido tanto grandes beneficios como pérdidas, ya que al principio muchos negocios tuvieron grandes pérdidas y de esta manera ellos pudieron observar el movimiento de sus ventas y así tener una buena estrategia de venta.
- **Sus Gastos.** En el cual se pudieron observar que se gastaba de más, sin embargo a lo que está atravesando el mundo, muchos productos tuvieron grandes alzas en sus precios, en especial los que se exportan de otros países.

Una de las principales problemáticas de las PYMES, se enfoca en encontrar el balance entre esa disminución de ingresos por la contingencia y la continuación de los gastos fijos y eventuales. Es por ello por lo que el control de egresos es un aspecto fundamental para la rentabilidad de una empresa.

En este sentido, la recomendación primordial es clasificar los gastos por jerarquía, identificarlos correctamente para gestionarlos de la mejor manera posible y así optimizarlos de forma eficiente. Asimismo, la comparativa de resultados nos ayudará a analizar con mayor perspectiva los objetivos.

Incorporar un sistema de administración y facturación electrónica en este rubro es de suma importancia, ya que un software contable ayuda a concentrar mejor la información financiera del negocio, volviéndola visible, útil y estratégica.

Estos son momentos de adaptación e innovación, de oportunidades y reformulación de todo aquello que nos asiste en el camino de la rentabilidad, la competencia y el éxito del negocio. Las posibilidades de soluciones puntuales, nos abre la posibilidad de operar, planear y crecer de una forma mucho más eficaz.

La inequidad está presente, pero depende de la PYMES, el aceptar este reto y enfrentarlo exitosamente, para acabar de tajo, con la desigualdad en tiempos de pandemia.

## CONCLUSIONES

Si bien hemos podido observar que el sector PYMES requiere un mayor apoyo por parte de las autoridades en cuanto a implementar recursos en el sector, es bien sabido que, como residentes del sureste, debemos apoyar a nuestros productores internos, dado que es indispensable para la generación de trabajos en nuestro país.

La pandemia por la que estamos pasando nos demostró que para sobrevivir en un mercado, es indispensable invertir en recursos tecnológicos, ya que sin ellos, hoy en día la economía seguiría detenida, mas empresas estarían cerrando sus puertas y con ello el desempleo de aún más mexicanos.

De acuerdo con los datos proporcionados por la Secretaria del Trabajo, más del 60% de las Pymes en México requerirán laborar mediante casa, aun después de haberse cubierto el periodo de contingencia, por ello señalan la importancia de cubrir las necesidades con herramientas tecnológicas que brindan un procedimiento inmediato y transacciones más seguras e indispensables.

Si bien el COVID-19 represento un nuevo reto para el sector PYMES, podemos señalar que también creó una oportunidad para nuevos emprendedores, así como posicionarse mejor como empresa, si bien algunas empresas tuvieron que cerrar definitivamente, esto permite que nuevas pymes surjan o tengan un nuevo enfoque en el mercado, por ello es indispensable adaptarse a las circunstancias a las que estamos viviendo.

Al día de hoy podemos ver que muchas empresas que contaban con recursos anticuados se están sumando a las iniciativas de actualización, eso representa una nueva oportunidad para todos los que estén dispuestos a reconocer que las necesidades por la que los consumidores están pasando requieren nuevas medidas para ofrecer los servicios que los propios clientes necesitan, esto permite tener aun un mayor número de alcance, ya sea por ofrecer servicios en línea, desde la venta de plataformas digitales, hasta ofrecer servicios a domicilio, de igual manera podría representar una nueva manera de trabajar, ya que en la modalidad a distancia hemos podido notar como se ha desarrollado aquellos trabajos convencionales de oficina, pudiendo representar un nuevo cambio en la manera de trabajar para las futuras generaciones.

La pandemia a debilitado a las PYMES y el gobierno de la cuarta transformación en México, en lugar de incentivarlas, les genera mayor carga impositiva, generando nuevos impuestos a las plataformas digitales.

En el sureste mexicano, uno de los sectores que genera ingresos importantes es sus arcas, es el sector turismo; el cual ante el cierre de actividades derivado de la contingencia sanitaria, aunado a la temporada de huracanes que ha estado activa en la península de Yucatán, ha generado el cierre de empresas, que de por sí ya estaban dañadas y que no pueden seguir prestando servicios por no tener la liquidez necesaria por la paralización de la economía y ante la preocupación de los nuevos impuestos que se avecinan.

México tiene que actuar, ante una situación que todavía no ha sido resuelta y que es de larga duración, generando esquemas tributarios y de financiamiento al alcance de la empresas, lo que permitirá a las PYMES continuar operando dentro del marco de la legalidad.



Hay mucho por hacer, pero está en manos de nuestras autoridades el implementar la política económica adecuada, para enfrentar todos estos problemas y la crisis sanitaria que se avecina ante la apertura y el rebrote, somos un país unido ante la tragedia, lo hemos demostrado en reiteradas ocasiones y esta no va ser la excepción.

## RECOMENDACIONES

En primera instancia, es necesario establecer para las PYMES, reformas fiscales, que permitan una recuperación rápida e inmediata de este sector; ya que si no, las mismas están destinadas a perecer.

Proporcionarles asesorías personalizadas, para el correcto uso de las tecnologías de la información, lo que les va permitir fortalecerse ante sus competidores, dándoles ventajas competitivas ante esta nueva normalidad, que tendrían con empresas de su mismo ramo, así como el uso de programas y herramientas de colaboración que les permitan seguir llegando al consumidor final, aminorando riesgos de contagio para su personal y para su clientela.

Darles facilidades, para que se alleguen de líneas de crédito o financiamientos gubernamentales a fondo perdido, que les permitan tener liquidez inmediata, para enfrentar esta crisis económica por la que están atravesando.

Eficientar sus políticas de gastos, para generar ahorros de recursos, que les permita hacer frente a esta pandemia.

Mantener sin recortes y bajas, a su plantilla laboral, diversificando sus servicios y productos, escuchando y prestando atención a las necesidades actuales del consumidor ante estos tiempos de pandemia, para hacer frente a la crisis y sin despedir a sus trabajadores.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Gutiérrez, J. (2020). Pequeñas y medianas empresas, las más afectadas por la pandemia. , de La Jornada. Consultado el 30 de octubre de 2020. URL: <https://www.jornada.com.mx/ultimas/economia/2020/05/12/pequenas-y-medianas-empresas-las-mas-afectadas-por-la-pandemia-6730.html>

Reyes, D. (2020). Las PYMES ante la llegada ante la epidemia de COVID-19 a México. , de Tecnológico de Monterrey. Consultado el 30 de octubre de 2020. URL: <https://tec.mx/es/noticias/estado-de-mexico/emprendedores/las-pymes-ante-la-llegada-de-la-epidemia-de-covid-19-mexico>

Ramos, M. (2020). ¿CÓMO SOBREVIVEN LAS PYMES EN MÉXICO?., de Bancompara. Consultado el 30 de octubre de 2020. URL: <https://blog.bancompara.mx/bc/c/%C3%B3mo-sobreviven-las-pymes-en-m%C3%A9xico>

Santos, C. (Octubre 2020). Falta de inversión hunde economía en Campeche. Excelsior, p. 5.

Castro, F. (2020). Estrategias y consejos para Pymes en tiempos de pandemia. , de Tecnológico de Monterrey. Consultado el 30 de octubre de 2020. URL: <https://tec.mx/es/noticias/sonora-norte/institucion/estrategias-y-consejos-para-pymes-en-tiempos-de-pandemia>

Lanzafame, S. (2020). La pandemia puso a la tecnología en la mira de las pymes. , de El Cronista. Consultado el 30 de octubre de 2020. URL: <https://www.cronista.com/pyme/negocios/La-pandemia-puso-a-la-tecnologia-en-la-mira-de-las-pymes-20200901-0002.html>

Forbes Advertorial. (2020). Administración, clave en el crecimiento de las pymes. , de Formes México. Consultado el 30 de octubre de 2020. URL: <https://www.forbes.com.mx/ad-administracion-clave-en-el-crecimiento-de-las-pymes/>

Castañares, G. (2020). México es el penúltimo lugar en apoyos fiscales dentro del G20 para enfrentar pandemia por COVID-19, el Financiero. Consultado el 31 de octubre de 2020. URL: <https://www.elfinanciero.com.mx/economia/mexico-penultimo-lugar-en-apoyos-fiscales-dentro-del-g20-para-enfrentar-pandemia-por-covid-19>

## NOTAS BIOGRÁFICAS

La **Mtra. Corazón Antonia de Jesús Ramírez Flores** es Doctora en Educación por la Universidad Guadalupe Victoria, Maestra en impuestos por el Instituto de Especialización para Ejecutivos, S. C., cuenta con la Especialidad en Comercio Exterior, Certificada en la disciplina de Fiscal por el Instituto Mexicano de Contadores Públicos, A. C., profesora investigadora de tiempo completo con perfil PRODEP por la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Campeche, es Directora General de la firma contable Ramírez y Asociados Contadores Públicos, es Coordinadora General de la Comisión de Selección del Comité de Participación Ciudadana del Sistema Anticorrupción del Estado de Campeche. Sus líneas de investigación se encuentran enfocadas en impuestos, administración y educación. Asimismo, es expositora y conferencista en diversos organismos e instituciones públicas y privadas.

El **Mtro. Rafael Cú Chin** es Doctor en Educación por la Universidad Guadalupe Victoria, Maestro en Impuestos por el Instituto de Educación Superior Guadalupe Victoria, fue profesor de la Universidad Guadalupe Victoria y de la Universidad Autónoma de Campeche, es Subdirector Administrativo del Sistema Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Campeche. Sus líneas de investigación se encuentran enfocadas en impuestos,



administración y educación. Asimismo, es expositor y conferencista en diversos organismos e instituciones públicas y privadas.

La **Br. Karen Janina Guadalupe Cú Ramírez** es alumna de la Licenciatura en Contaduría en la Facultad de Contaduría y Administración de la Universidad Autónoma de Campeche, México; Asimismo cursa la Licenciatura en línea de Diseño Digital y Animación en la Universidad Tecnológica de México, es administradora general de la firma contable Ramírez y Asociados Contadores Públicos.

# DISEÑO DE UN MODELO DE IMPLEMENTACIÓN DE 5`S EN UNA MIPyME DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJES

Ing. Francisco Javier Ramírez Hernández<sup>1</sup>, MCTC. Claudia Teresa González Ramírez<sup>2</sup>,  
Ing. Elisa Serrano González<sup>3</sup>, Abiram González Ramírez<sup>4</sup> e Iris Anahí Morales Castillo<sup>5</sup>

**Resumen**—Actualmente las empresas se encuentran en un mundo globalizado, por lo tanto, surge la necesidad en las organizaciones que se implementen metodologías de mejora continua al menor costo posible en el desarrollo de sus procesos, por lo tanto, es de vital importancia que estas metodologías puedan aportar equilibrio al desarrollo de una organización de una forma integral, 5`s es una metodología ad hoc para este tipo de casos, ya que siendo reflexivos de la gran importancia de utilizar metodologías para la mejora de procesos con el enfoque de acrecentar su productividad, el diseñar un modelo hecho a la medida a una MIPyME que le permita identificar sus áreas de oportunidad para mejorar significativamente, en su competitividad y generar cultura de calidad a lo largo y ancho de la misma organización, sirviendo de guía para la aplicación en distintos entornos (Toluca, Estado de México- Pinotepa Nacional, Oaxaca).

**Palabras clave**—Modelo, MIPyME, Mejora Continua, Desarrollo.

## Introducción

Cuando se planifica una mejora en las organizaciones, la mayoría de las veces se opta por implementar soluciones complejas y costosas. Al pensar en organizar, se puede pensar que es algo trivial o sencillo, ya que es un término que por lo general se asocia con la cotidianidad de los hogares y no con el ámbito empresarial, debido a que no se posee el conocimiento de su aplicación en el campo laboral en donde se hace indispensable su utilización. Sin embargo, algunas de las Pymes no poseen los recursos suficientes para planear e implementar metodologías de mejora con costos altamente elevados, es en esa situación donde entra en juego la implementación de un programa de 5s en las organizaciones, con el cual se puede lograr el aumento de la productividad a un bajo costo, y haciendo partícipes a todos y cada uno de los empleados de la organización. Es una empresa que desea ser competitiva y que pretende corregir las falencias que se presentan a nivel operativo, teniendo como evidencia los acontecimientos que han surgido en sus instalaciones debido a la falta de cultura de orden y limpieza, se reconoce la necesidad de aplicar la estrategia de las 5S en el área de producción de esta organización. Simplemente, es un principio básico de mejora integral que permite hacer del lugar de trabajo un lugar donde vale la pena trabajar plenamente. Y si con todo esto, además, se obtiene mejoras de productividad en las empresas, no hay razón para no aplicarla,

## Descripción del Método

Este proyecto tiene como finalidad proporcionar bases prácticas y sencillas para la implementación de un modelo de 5`s, en una organización, generando una herramienta fundamental para aplicarse a lo largo y ancho de una organización. En el diseño del modelo se identificaron aspectos esenciales que llegaron a ser estratégicos para su sistematización, dando oportunidad de implementarse en cualquier lugar.

Construcciones y Montajes Industriales Torres S.A. de C.V. Siendo reflexivos de la gran importancia de utilizar metodologías para la mejora de sus procesos con el enfoque de acrecentar su productividad, se identificó que dentro de sus instalaciones existen muchas variables por mejorar, algunas no han permitido que las actividades se desarrollen en perfecto orden y con un clima laboral confiable. Los aspectos son: el no aprovechamiento del espacio, lo cual genera una pérdida de tiempo al momento de llevar a cabo las actividades, así mismo, las herramientas no se

<sup>1</sup> Ing. Francisco Javier Ramírez Hernández es Profesor de Ingeniería Industrial en Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico de Pinotepa, Oaxaca., México. [francisco.rh@pinotepa.tecnm.mx](mailto:francisco.rh@pinotepa.tecnm.mx)

<sup>2</sup> La MCTC. Claudia Teresa González Ramírez es Profesora de Ingeniería en Sistemas Computacionales en Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico de Zitácuaro, Michoacán, México. [claudia\\_gr@zitacuaro.tecnm.mx](mailto:claudia_gr@zitacuaro.tecnm.mx), [claudia.lic@gmail.com](mailto:claudia.lic@gmail.com) (autor correspondiente)

<sup>3</sup> La Ing. Elisa Serrano González, Jefa de Mantenimiento y Producción en COMIT en Toluca, Estado de México, México. [elisa\\_serr\\_08@hotmail.com](mailto:elisa_serr_08@hotmail.com)

<sup>4</sup> Abiram González Ramírez es Estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico de Zitácuaro, Michoacán, México. [L17650605@zitacuaro.tecnm.mx](mailto:L17650605@zitacuaro.tecnm.mx)

<sup>5</sup> Iris Anahí Morales Castillo es Estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial en Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico de Pinotepa, Oaxaca., México. [L17730085@pinotepa.tecnm.mx](mailto:L17730085@pinotepa.tecnm.mx)

encuentran con rapidez ni en su lugar asignado y los operarios tienen que desplazarse de un puesto de trabajo a otro para encontrarlas, por lo que el ambiente visual se vuelve molesto, un punto a resaltar es que la empresa es consciente que su cultura de no utilizar los elementos de seguridad y la falta de higiene en el taller ha generado accidentes que influyen negativamente en la calidad de vida de los trabajadores y en la evolución de la empresa.

Ante esta situación se aprecia la necesidad de implementar un programa de 5s que dé respuesta a las carencias existentes dentro de la organización, realizando un diagnóstico de la situación inicial y de esa forma tener parámetros de referencia que permitan representar un antes y un después luego de implementar cada uno de los componentes de esta metodología en la organización, el orden, la limpieza, el control visual, la disciplina y hábito, dando una respuesta integral a los errores existentes en la empresa. Sin dejar a un lado la implicación de los trabajadores en la nueva cultura que se adquiere, ya que éstos son los principales participantes al momento de implementar una mejora.

5S es una herramienta que desarrolla una nueva manera de realizar las tareas en una organización, se denominan 5s porque representan acciones que son principios expresados con cinco palabras japonesas que comienzan por S. Cada palabra tiene un significado importante para la creación de un lugar limpio y seguro donde trabajar. Estos nombres son SEIRI (Clasificación), SEITON (Organizar), SEISO (Limpieza), SEIKETSU (Estandarizar) y SHITSUKE (Disciplina), las primeras cuatro s se pueden implantar sin dificultad si en los lugares de trabajo se mantiene la disciplina, su aplicación nos garantiza que la seguridad será permanente, la productividad se mejora progresivamente y la calidad de los productos sea excelente. A diferencia de la clasificación, organización, limpieza y estandarización, la disciplina no es visible y no puede medirse por aisladamente.

Para la implementación de la metodología de las 5s en la organización que fue en Toluca, primero se realizó el diagnóstico de la situación actual de la empresa junto con implicados previamente identificados en donde se analiza el estado de la misma con respecto a la metodología de las 5s y se identifican las áreas de oportunidad para incrementar la eficiencia en el trabajo de producción. La descripción de cada una de las actividades de cada etapa que se establecieron en el diseño del programa de 5s y la evaluación de las mismas, así mismo, la evidencia de la implementación en la empresa.

Observación del área. Gracias al diagnóstico de la situación actual de la organización, se procede a establecer los indicadores que se medirán una vez implementada la metodología, los cuales se basaran en los aspectos que se desean mejorar dentro del área de producción de la empresa. Identificación de elementos innecesarios. Lo importante de ésta etapa es revisar minuciosamente cada uno de los puestos de trabajo e identificar los elementos que son necesarios y los que no, es básico que esta actividad se realice de la mano de los operarios para que sea lo más real posible y la determinación de la frecuencia de uso de las herramientas de trabajo es importante para la posterior ubicación y/o eliminación de aquellos cuyo uso es esporádico.

El plan de acción retiro de elementos. Una vez identificado los elementos se llevó a cabo el método de eliminación por parte de los trabajadores; éste plan de acción estuvo enfocado a dejar en el puesto de trabajo solo los elementos estrictamente útiles y necesarios, lo cual generó un entorno de trabajo con mucho más espacio que el disponible inicialmente. Elaborando un formato para hacer un listado de los elementos por áreas en el primer paso, y tomar las acciones pertinentes como por ejemplo: conservar su lugar, organización, reubicación, eliminación, como podemos observar en el ejemplo siguiente de la Tabla 1. Haciendo la observación que la actividad se realizó en equipo con los trabajadores para que las decisiones tomadas fueron objetivas y real. En el desarrollo de la actividad se mostró interés por parte del personal, tanto en la identificación de los artículos y en la ejecución de ésta etapa en el tiempo y forma.

DESCRIPCIÓN DEL ARTÍCULO	UBICACIÓN	ACCIONES
Cortadora	CORTADORA	Conservar su lugar
Taladro		Conservar su lugar
Ceillo		Conservar su lugar
Llaves de tubo		Organizar
Moldes		Organizar
Valdes		Reubicar
Mesa		Conservar su lugar
Caja de herramientas		Conservar su lugar
Desechos		Eliminar

Tabla 1. Ejemplo de listado para retiro de artículos

Haciendo la observación que la actividad se realizó en equipo con los trabajadores para que las decisiones tomadas fueran objetivas y veraces.

Una vez implementada la primera S (SEIRI), el paso siguiente es Organizar. Esta etapa de la implementación, al igual que las demás, es muy importante; debido a que con ella se organiza el espacio dentro del área de producción y permite que todos los elementos necesarios sean fáciles de encontrar, ubicar y utilizar. Para obtener el mayor beneficio en esta etapa se trabajó de manera conjunta con la clasificación de los elementos necesarios del área, que fue paso anterior en la metodología 5S, debido a que si se ejecuta la organización de todos los instrumentos y a su vez la mayoría de estos no son necesarios en la producción esto hará que los elementos que realmente sean necesarios no sean tan asequibles como se desea. Continuando con el plan de trabajo, se realizó la capacitación con respecto a la organización del ambiente de trabajo, comenzando con la explicación de lo que se quería realizar y cuál era el alcance del mismo.

Orden- estandarización. En este paso para lograr la organización de los elementos de acuerdo a su frecuencia de uso, se utilizó un formato de implementación de orden como se muestra en la tabla 2, el cual fue facilitado a los trabajadores de cada una de las áreas para determinar los elementos que realmente se necesitan en el puesto de trabajo, su ubicación correspondiente y la cantidad necesaria del mismo. Una vez diligenciado el formato, se procedió a ordenar los elementos y para que todos los trabajadores identifiquen los sitios en donde deben ubicarse los mismos. Señalar. El desarrollo de esta etapa de la implementación, se llevó a cabo de manera exitosa debido a que la dirección estaba realmente comprometida con la metodología.

LISTADO DE ARTICULOS POR ÁREAS							
DESCRIPCION DEL ARTICULO	UBICACION	CANTIDAD ACTUAL	SITUACION				OBSERVACION
			Uso Frecuente	Uso Ocasional	Uso Rara	No se Uso	

Tabla 2. Documento para enlistar artículos para organizar.

La siguiente S (Seiso) consiste en realizar la limpieza general del lugar, hay que promocionar mucho esta actividad debido a que la mayoría la toma como una simple limpieza del polvo sobre los equipos y pisos, pero este paso va mucho más allá que una simple jornada de limpieza. Esta S se debe asociar a la inspección, ya que se trata de revisar cómo se encuentra toda el área, para poder evitar daños de los equipos manteniéndolos en excelente estado, evitar problemas en la producción, y en general mejorar el bienestar físico y mental del trabajador. Partiendo de esta idea, se llevó a cabo la capacitación del personal con respecto a esta S, trasmitiéndoles la necesidad de reforzar en esta etapa el compromiso tanto de la gerencia como por parte de los operarios para continuar con la implementación de la metodología 5S y mantenerla. Planificar la limpieza. Para dar inicio a la implementación de Seiso, se definieron los días de menor trabajo para poder realizar la limpieza y no se empalme con los trabajos a realizar, se definieron tres días lunes, miércoles y viernes, cada uno de ellos se le asignara un día y el tiempo en que lo deben ejecutar la actividad es antes de que termine la jornada de trabajo. Utilizaran escoba, pala, bote con agua, guantes. Preparación de utensilios para la limpieza. Una vez elaborado el plan de limpieza, se adquirieron los utensilios mencionados en el plan, estableciendo un sitio específico en donde deben ser ubicados los elementos para que una vez utilizados sean devueltos a su lugar de almacenamiento. Implementar el plan de limpieza. En esta fase se inicia con identificar las fuentes comunes de suciedad en el área de trabajo, como son los residuos generados durante todo el proceso en corte y soldadura.

Continuando con la implementación de la filosofía 5s entramos a las acciones de estandarización y disciplina, las que permiten que la clasificación, orden y limpieza se mantenga en el tiempo dentro del lugar de trabajo y continúen hasta que formen parte del diario vivir en el área de producción y en un futuro pronto de toda la empresa.

En primera instancia se realizó la capacitación correspondiente, la cual comenzó con la revisión por parte del personal involucrado, en donde algunos de los asistentes dieron su punto de vista de la evolución de la implementación y comentaron como había sido esta experiencia; luego se explicaron las actividades a realizar en esta etapa, dentro de la cual se contempla:

- Establecimiento de Políticas de orden y limpieza.
- Asignación de trabajo y responsables.
- Integrar las acciones de Clasificar, Organizar y Limpiar.

**- Seguimiento y Control**

En esta parte se hizo énfasis en la importancia de asimilar y cumplir con los estándares que se establezcan para el sostenimiento de la metodología, lo cual solo es posible con el compromiso de todos. Finalmente, se agradeció la participación y el empeño de todos por el desarrollo del proyecto, y la gerencia expresó su satisfacción con lo alcanzado.

**Establecimiento de Políticas de Orden y Limpieza.** Una de las formas de mantener lo alcanzado en las etapas anteriores es por medio de la definición de estándares de orden y limpieza, para lo cual se establecieron políticas de trabajo que ayudaran al sostenimiento de la metodología implementada. Cada una de las políticas fue establecida por el Gerente con la colaboración del personal de la empresa para facilitar su comprensión y aprobación, con la finalidad de concientizar al trabajador de que existe una mejor forma de hacer sus tareas dentro de un ambiente de trabajo limpio, ordenado y por ende seguro. **Asignación de trabajos y responsables.** El delegar responsabilidades de trabajo son herramientas que facilitan el cumplimiento de tareas e incrementan el compromiso y la participación de cada uno de los miembros. Para la implementación de este punto se retomaron los trabajos establecidos en la etapa de limpieza, es decir, en donde cada uno supervisa el cumplimiento de las funciones por parte de los demás participantes. Integrar acciones de clasificar, organizar y limpiar en los trabajos de rutina. Para el seguimiento de las actividades implementadas se deben realizar continuamente listas de chequeo, lo ideal es conservar todo lo alcanzado en óptimas condiciones.

**Seguimiento y Control.** El hecho de convertir en hábito la utilización de los métodos que se han estandarizado es fundamental para que los beneficios de las etapas implementadas perduren por mucho más tiempo.

La implementación de 5`s en Pinotepa Nacional, con los pasos mencionados anteriormente en una organización con características parecidas a la de Toluca, fue con éxito, agregando más sesiones de sensibilización y capacitación en cada fase.

**Comentarios Finales**

*Resumen de resultados*

A continuación se procedió a tabular los datos, con lo que se observó un incremento considerable de cómo se encuentra la metodología implantada, podemos analizar que la S que tiene mayor aplicación en el área es: la Clasificación, porque se realizó un buen trabajo con la eliminación de artículos innecesarios lo que da la perspectiva de más orden y limpieza y con respecto a las restantes S, se observa que obtuvieron igual valoración, es decir que en condiciones generales la empresa se encuentra en equilibrio en la aplicación de las 5S.

**Medición de Indicadores .**Al finalizar el plan de trabajo de las 5`s, se requiere saber sobre la evolución que ha tenido al aplicar la metodología ya mencionada, de acuerdo a los indicadores de medición que se establecieron podemos identificar cada una de los avances que se van obteniendo. Como podemos observar en la tabla 3, en el área de producción, se tiene un nivel de las 5S del 39%.

PILAR	CLASIFICACIÓN	MÁXIMO	%
Clasificación	7	20	35%
Orden	2	20	10%
Limpieza	14	20	70%
Estandarización	9	20	45%
Disciplina	7	20	35%
Total	39	100	39%

Tabla 3. Medición de indicadores

**Espacio Libre Disponible:** Se mejoraron las áreas de producción y almacenamiento para eficientar el trabajo, de acuerdo a la reubicación de anaqueles y herramienta podemos decir: que el 20 % del espacio que se modificó para eficientar otras áreas de oportunidad

Ambiente laboral .Para el siguiente punto observe la siguiente tabla 4

ACTIVIDAD	ANTES	DESPUÉS	OBSERVACIONES
Cambios de herramienta	6 trabajadores de 6	0 trabajadores de 6	Encuentran la herramienta en su lugar, y limpia
Falta de involucrarse en acto. de la organización	4 trabajadores de 6	2 trabajadores de 6	No se sienten comprometidos por que son nuevos
Falta de especificar responsabilidades	6 trabajadores de 6	2 trabajadores de 6	No respetan las especificaciones del cliente.

Tabla 4.Situación de Ambiente laboral.

### Tiempo de ciclo

En las organizaciones de construcciones y montajes, se obtuvo una mejora en los tiempos de ciclo del proceso de fabricación, EL tiempo se redujo porque las máquinas y herramientas utilizadas están ubicadas al alcance y de manera ordenada.

Modelo de implementación de 5`s en una MIPyME. Considerando los resultados obtenidos, se definió el siguiente modelo, como herramienta en la aplicación de las 5`s en una organización, ya que no necesariamente deben tener las mismas características las organizaciones para llevarlo a cabo, ver figura 1.



Figura 1. Modelo de implementación de 5`s.

En este trabajo de investigación se estudió una herramienta de mejora continua que es 5`s. Los resultados de la investigación incluyen el análisis estadístico de las evaluaciones realizadas en cada fase de la herramienta así como de su impacto en la organización, denotando que con un modelo de implementación se puede tener esos resultados en cualquier lugar.



### Conclusiones

Los resultados demostraron la necesidad de diseñar un modelo de implementación de 5S, que facilite ésta misma, con la característica que sea ad hoc a la empresa objeto. Es indispensable que siempre se implique a los trabajadores ya que el talento humano es un factor primordial en el éxito de adquirir una nueva forma de trabajar en una organización y si se obtiene la colaboración de ellos junto con el convenio y compromiso de la alta dirección, el impacto es contundente y permanente.

### Recomendaciones

Los investigadores interesados en continuar nuestra investigación podrían concentrarse en la cultura organizacional a través del factor integral y colaborativo, herramientas y enfoques que dan la oportunidad de dotar a la empresa en su propia capacidad de cambio.

### Referencias

- Barcia Villacreses, K. F., & Hidalgo Castro, D. S. (2013). Implementación de una Metodología con la Técnica 5S para Mejorar el Área de Matricería de una Empresa Extrusora de Aluminio. *Revista Tecnológica - ESPOL*, 18(1). Recuperado a partir de <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/226>
- Barcia Villacreses, K. F. (2013). Metodología para identificar y eliminar desperdicio en ambientes de oficina. *Revista Tecnológica - ESPOL*, 18(1). Recuperado a partir de <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/219>
- González Ramírez, C. (2019). Application of a change model, in the Industrializer de la Madera Colibrí, S. de R. L, in order to redesign the production line" with keywords "Model, Quality, and Tool". Has been published on pages 14-27 in "RINOE Journal-Industrial Organization", V-3 N-4 with ISSN: 2524-2105. Journal edited by RINOE. Holding Republic of Peru. (2019). DOI: 10.35429/JIO.2019.4.3.14.27
- Enrique Flores, Willy (2017). ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE PROCESOS APLICANDO MEJORA CONTINUA, TÉCNICA SMED, Y 5S, EN UNA EMPRESA DE CONFECCIONES. Tesis para optar el Título de Ingeniero Industrial. Recuperado a partir: [//tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/9706/FLORES\\_WLLY\\_PROCESOS\\_MEJORA\\_SMED\\_5S\\_CONFECCIONES.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/9706/FLORES_WLLY_PROCESOS_MEJORA_SMED_5S_CONFECCIONES.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gapp, R., Fisher, R. y Kobayashi, K. (2008). "Implementación de las 5S en un contexto japonés: un sistema de gestión integrado", *Decisión de gestión*, vol. 46, núm. 4, págs. 565-579. <https://doi.org/10.1108/00251740810865067>
- Manzano Ramírez, M. y Gisbert Soler, V. (2016). Lean Manufacturing: implantación 5S. *3C Tecnología: glosas de innovación aplicadas a la pyme*, 5(4), 16-26. DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2016.v5n4e20.16-26>. Recuperado a partir de: <http://hdl.handle.net/10251/80761>
- Rodríguez Medero, Juan Manuel (2015). Aplicación del método de las 5S al taller. Capítulo 8. Universidad de Sevilla. Mejora en la distribución en planta con técnicas, Lean Manufacturing. Universidad de Sevilla. Recuperado a partir de: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5055/fichero/8.+APLICACI%D3N+DEL+M%C9TODO+DE+LAS+5S+AL+TALLER%252F8.-+APLICACI%D3N+DEL+M%C9TODO+DE+LAS+5S+AL+TALLER.pdf>

### Notas Biográficas

El **Ing. Francisco Javier Ramírez Hernández** Este autor es profesor de la carrera de Ingeniería Industrial del tecnológico Nacional de México/ Instituto tecnológico de Pinotepa, Oaxaca, México. Terminó sus estudios de ingeniería industrial mecánica en el Instituto Tecnológico de Orizaba, Veracruz. Es jefe del departamento de Ciencias Básicas. Ha publicado artículos en *Jornal Celaya*.

La **MCTC. Claudia Teresa González Ramírez** es profesora de Ingeniería en Sistemas Computacionales en Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico de Zitácuaro, Michoacán, México, Sus artículos aparecen en ECORFAN Perú, ECORFAN España. Sus servicios de consultoría primordialmente han sido en asociaciones civiles y dependencias de gobierno en Desarrollo de software y mejora de procesos organizacionales.

La **Ing. Elisa Serrano González**, jefa de mantenimiento y producción en COMIT en Toluca, Estado de México, México., Certificada en seguridad.

**Abiram González Ramírez** estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico de Zitácuaro, Michoacán, México, caracterizándose como un estudiante que le gusta innovar y proactivo.

**Iris Anahí Morales Castillo** estudiante de la carrera de Ingeniería Industrial en Tecnológico Nacional de México /Instituto Tecnológico de Pinotepa, Oaxaca., México, joven que su principal característica es su inquietud en innovar en las organizaciones y mantenerse en constante actualización.

# IMPLEMENTACIÓN DEL PASO 1 DEL TPM EN UNA CELULA DE MANUFACTURA

Leticia Ramírez Ramírez MC<sup>1</sup>, Ing. Jessica Cerca Vázquez<sup>2</sup>,  
MGA María Aurelia Lugo Cázares<sup>3</sup>, MC Raúl Castillo Mexicano<sup>4</sup>, Juan Luis García Paramo<sup>5</sup>

**Resumen**—El Mantenimiento Productivo Total es un sistema que busca la máxima eficiencia en un equipo mediante la identificación y eliminación de anomalías a través del trabajo en equipo de operadores de producción, el departamento de mantenimiento y los ingenieros de mejora continua para realizar tareas de mantenimiento y de producción, desarrollando así el sentido de pertenencia de los operadores con su equipo ya que son quienes más lo conocen y puede determinar si su funcionamiento es correcto o existe alguna avería.

En esta investigación se realizó la implementó el Paso 1 del TPM en la empresa de la región de Celaya. Se realizó un trabajo práctico sobre una célula de trabajo de la empresa, se obtuvieron resultados que hacen visible el mejoramiento de la célula tras reducir sus principales paros menores y mejorar su funcionamiento e imagen.

**Palabras clave**—Mantenimiento Productivo Total, Auditoria BIQ,

## Introducción

En este documento le proporcionamos un patrón para el formato de su manuscrito. Por favor sea consistente y observe los tamaños de letra y de estilo. Continúa aquí la introducción.

La presente investigación se realizó en la empresa del ramo automotriz que produce pistones en la ciudad de Celaya, Guanajuato, dónde debido a requisitos de la auditoria BIQ, certificación requerida por el actual cliente potencial de la empresa, debe implementarse el Mantenimiento Productivo Total.

En la empresa se desarrolla todo el proceso para la elaboración del pistón, desde la fundición del aluminio hasta la entrega de un pistón maquinado listo para su ensamble.

La empresa ha trabajado con el Mantenimiento Productivo Total desde el año 2012 y actualmente cuenta con varias líneas y células de trabajo en diferentes pasos de la metodología que han mejorado significativamente sus procesos y eficiencia, lo cual pone al TPM en un nivel de confianza alto para generar buenos resultados y la idea de implementarlo en más lugares como en esta investigación, en la Célula 5A.

En esta investigación se implementó del paso 1 del TPM, limpieza e inspección inicial, en la célula 5A de fundición mediante se realizó actividades que mejoraron la célula. Se creó la documentación electrónica y física necesaria en la estación de trabajo para las auditorías internas de aprobación de paso de TPM.

Se redujeron los principales paros menores, se logró el cumplimiento del registro de Check LIL del robot y moldeadora por parte de los operadores, con ello la inspección total del equipo y el sentido de pertenencia por parte del operador. Se detectaron fuentes de suciedad y lugares de difícil acceso. Se cerraron tarjetas levantadas durante las sesiones de TPM y se entregaron lecciones de un punto.

## Descripción del Método

### *Problema a resolver*

El problema que se presenta es la baja eficiencia mensual de la célula 5A que es el resultado de una serie de acontecimientos que van desde paros con duraciones desde 5 minutos hasta de 2 horas en el peor de los casos debido

<sup>1</sup> Leticia Ramírez Ramírez MC. es Profesora del Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato  
[leticia.ramirez@itcelaya.edu.mx](mailto:leticia.ramirez@itcelaya.edu.mx)

<sup>2</sup> La Ing. Jessica Cerca Vazquez es Egresada de Ingeniería Industrial del TecNM en Celaya, Guanajuato, [scerca19@gmail.com](mailto:scerca19@gmail.com)

<sup>3</sup> La MGA. María Aurelia Lugo Cázares es Profesora del Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato  
[mara.lugo@itcelaya.edu.mx](mailto:mara.lugo@itcelaya.edu.mx)

<sup>4</sup> El MC Raúl Castillo Mexicano es Profesor del Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato,  
[raul.castillo@itcelaya.edu.mx](mailto:raul.castillo@itcelaya.edu.mx)

<sup>5</sup> Juan Luis García Paramo es estudiante del Tecnológico Nacional de México en Celaya, Guanajuato,  
[16030165@itcelaya.edu.mx](mailto:16030165@itcelaya.edu.mx)

a diferentes situaciones en la célula como mantenimiento y pintado de moldes, ajustes de máquina y de robot, defectos en los pistones por incrustaciones de materiales ajenos, defectos por falta de material y averías que llegan a sufrir los componentes de la célula como las moldeadoras o el robot.

La baja eficiencia es un problema que no solo afecta a la célula, es un problema que afecta a la eficiencia global de fundición, por ende, a la producción de la empresa y que pone en riesgo el compromiso que se tiene con el cliente potencial General Motors.

La empresa está en un proceso de certificación BIQ y requisito fundamental es la implementación del TPM para la aprobación.

#### *Plan de limpieza*

Se elaboró un plan de limpieza en el cual se hizo uso de las 5's para elaborarlo mediante un análisis de la célula para detectar principales componentes que requerían limpieza e inspección durante las actividades de TPM, se separó el área de trabajo por máquinas o zonas y posteriormente de cada una listaban elementos principales para realizar la limpieza, se determinaron las áreas críticas de suciedad o con necesidad de lubricación y se programaron de acuerdo a un calendario de actividades.

#### *Diagrama de sarampión*

Se realizó un formato en el cual los operadores registraron los paros menores a 10 minutos que se presentaron en la célula todos los días en los 3 turnos en las 2 moldeadoras basándose en una lista de 11 Paros Menores los cuales fueron los más presentados por la célula.

Se llevó un registro semanal de la cantidad de paros menores por célula y se sacó el total por mes, con el fin de, diagnosticar las principales fallas y se propusieron correcciones para disminuir la cantidad de paros, posteriormente se hizo un análisis de los tres primeros meses contra los últimos tres de registro para ver la reducción de paros menores en la célula y la mejoría.

#### *Mapa de Fuentes de Suciedad (FS) y Lugares de Difícil Acceso (LDA)*

Se realizó un mapa de la célula con evidencia fotográfica como se muestra en la Figura 1, de los diferentes lugares donde se encuentra acumulación de suciedad provocada por rebaba, polvo y aceite o agua debido a fugas, son áreas en las que muy frecuentemente se llena de desperdicio debido a las condiciones de la célula.

En el mapa se indicaron también áreas llamadas de difícil acceso por lo complicado que es llegar a ellas debido a la distribución y arquitectura de la célula, ubicaciones muy rebuscadas, muy altas y/o tapadas por guardas, protecciones o tuberías permanentes.



Figura 1 Mapa de Fuentes de Suciedad y Lugares de Difícil Acceso de la célula.

#### *Mapa de Seguridad.*

Se realizó un mapa de seguridad de la célula para identificar los sistemas de seguridad que existen como paros de emergencia y cortinas de seguridad en las moldeadoras para accionar en caso de emergencia y hacer un paro total en la célula.

La célula consta de un total de 5 paros de emergencia, uno en cada moldeadora, dos en el robot y uno en el horno de inserto, cuenta con 8 cortinas de seguridad en las moldeadoras las cuales mediante sensores detectan movimiento humano y paran el proceso para evitar accidentes.

El mapa de seguridad (figura 2) funcionó también para detectar las áreas a candadear o bloquear con la metodología LOTO antes de las actividades TPM o mantenimientos preventivos para garantizar el paro total de las máquinas mientras eran intervenidas por mantenimiento, el operador o los ingenieros de mejora continua.

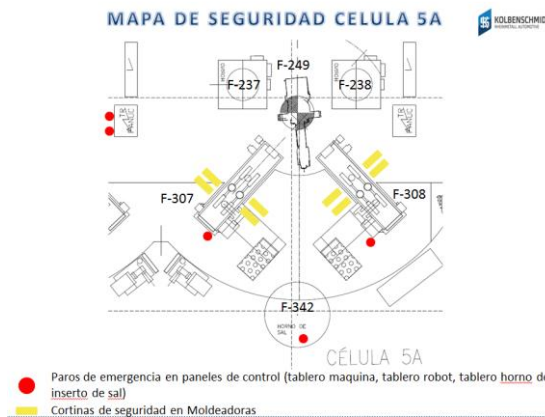


Figura 2 Mapa de Seguridad de la célula.

### Mapa de riesgos

Se hizo un análisis de la célula con el departamento de ecología y seguridad para determinar las partes de la célula que son riesgosas para el trabajador y tomar los cuidados pertinentes. Se determinaron cinco posibles riesgos de accidentes en la célula: Incendio, Caída, Atrapamiento, eléctrico y quemaduras. (Figura 3)



Figura 3 Mapa de riesgos

### Actividades de TPM (Mantenimiento Total Productivo).

Las actividades de TPM constaron en la programación de paro de célula una hora cada martes de 2:00 pm a 3:00 pm para que el equipo de TPM interviniera las máquinas para su limpieza.

En base a la programación registrada en el Plan de Limpieza, fue como se desarrollaron las actividades, ya que en ese documento se establecía los componentes a limpiar cada semana, el equipo TPM verificaba la información ahí descrita para comenzar con la limpieza y enfocarse con las partes principales de la máquina ahí establecidas.

*Tarjetas rojas y azules.*

Las tarjetas rojas y azules levantadas en las actividades de TPM fueron con el fin de documentar las anomalías detectadas y darles un correcto seguimiento para su solución.

Las tarjetas rojas fueron anomalías que el departamento de mantenimiento tenía que solucionar reparándolas y las azules se encontraron a cargo de los operadores de célula y los trabajadores de pailería quienes tenían que demostrar su autonomía y sentido de pertenencia resolviendo los hallazgos detectados.

Todas las tarjetas que se levantaron eran registradas en la documentación electrónica de la célula cada semana al finalizar el TPM.

*Lecciones de Un Punto.*

Se capacitó a los 3 operadores de la célula en la elaboración de Lecciones de un Punto (LUP's) para que entendieran el concepto y tuvieran el conocimiento de desarrollarlas a partir de la identificación, en la célula 5A, de situaciones consideradas buenas o malas que podían ser ilustradas con dibujos hechos por ellos en un formato proporcionado por el departamento de Mejora Continua y transmitirles el conocimiento a 3 compañeros de otras células para que lo conocieran.

*Documentación del Tablero de TPM de la Célula.*

Se instaló un tablero de indicadores de TPM (en la parte frontal de la célula, dónde semanalmente después de cada TPM se actualizaba con información importante acerca del mantenimiento autónomo.

**Comentarios Finales**

Después de 6 meses de implementación del Paso 1 del TPM en la célula 5A se tienen resultados palpables y visibles en la célula que se muestran como un adelanto ya que, el tiempo aproximado de duración en Paso 1 es de 1 año, sin embargo, tras el trabajo logrado se tiene un gran avance y buenos resultados.

*Resumen de resultados*

Gracias a los paros menores que los operadores registraban en el Diagrama de Sarampión de manera semanal se obtuvieron gráficas y operaciones en las cuales se tiene como resultado una reducción de 18% en la Máquina F-307 y de 21% en la F-308 en los paros registrados al inicio del proyecto contra los datos del último mes. Como puede apreciarse en la figura 4.

PAROS MENORES CELULA 5A MAQ. F-307					
Paros Menores	2018				
	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Pintado de Blocks	21	12	19	18	14
Pintado de Cabeza	34	32	35	36	30
Pintado de Corazón	32	15	30	30	22
Mantenimiento de Molde	13	1	7	5	1
Pintado de Cucharones	4	1	4	5	1
Ajuste de Robot	1	1		1	1
Ajuste de Máquina	11	7	9	3	3
Mechero			1		
Tibor	5	1	2	2	3
Normalizado	31	24	38	43	50
# paros	152	94	145	143	125
HORAS	25.3	15.7	24.2	23.8	20.8

Figura 4 Tabla de registro de paros menores en F-307

La principal reducción de paros en la F-307 se ve reflejada en “Ajustes de máquina” dónde hay una disminución significativa de 11 a 3 paros con un tiempo de aproximadamente hora y media al mes si se contempla cada paro de máximo 10 minutos, esto es posible debido a que en las actividades de TPM se inspecciona la máquina para detectar alguna falla y prevenir paros durante el proceso.

La reducción total de 18% con 27 paros menos lo cual representa un ahorro de tiempo de 4.5 horas al mes aproximadamente.

Gracias a la elaboración de un mapa de FS y LDA se logró analizar la célula y con ello detectar 10 fuentes de suciedad y 4 lugares de difícil acceso en la célula debido a su alto índice de continua suciedad o a la dificultad para acceder a ellas y limpiarlas o inspeccionarlas, dicha información es importante ya que sirve de base para el inicio del Paso 2 que se centra en eliminar esas fuentes que fueron detectadas en el Paso 1 y simplificar la célula.

Se cerró el proyecto con un 94.2% de tarjetas en total cerradas, es decir, de 35 tarjetas rojas y azules que se levantaron se cerraron 33, de las cuales 16 fueron azules y 19 rojas (Figura 5). Se cumplió el objetivo de acuerdo a la metodología TPM que requiere un 70% de tarjetas cerradas y por otra parte se cumplió con el nivel de autonomía, el cual se pide el 10% y se cierra el proyecto con un 62% (Figura 6).

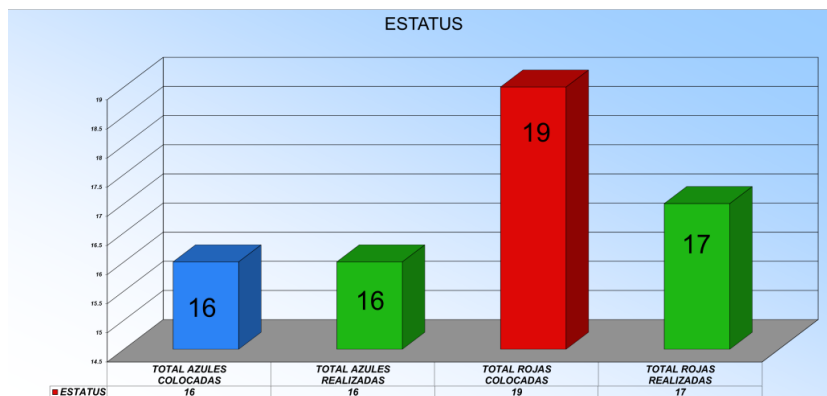


Figura 5 Gráfica de totales de tarjetas abiertas y cerradas, rojas y azules.

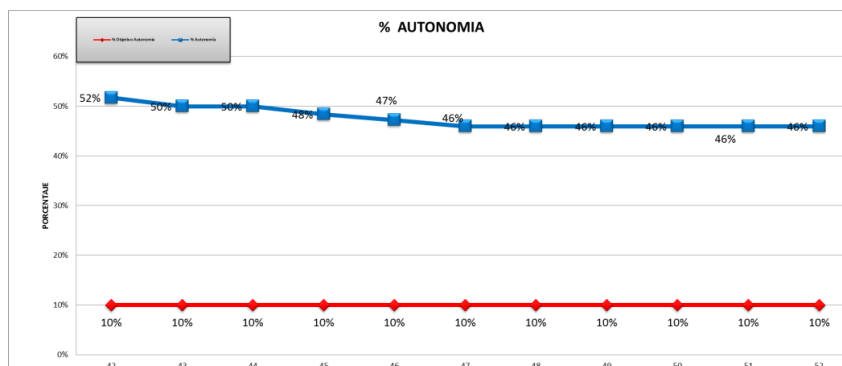


Figura 6 Gráfica de autonomía de la célula

Se entregaron 8 LUP's de conocimiento básico, entregando 2 al mes por los operadores de la célula, las cuales fueron difundidas entre los operadores, firmadas por los líderes de producción y registradas y validadas por la encargada de Recursos Humanos. Se realizó un registro de LUP's por empleado para contabilizar las entregas de cada uno y así tener un mejor orden y evidencia.

*Conclusiones*

La filosofía TPM tiene un amplio campo de aplicación y como se vio en esta investigación atrae diversos beneficios adaptables de acuerdo a las necesidades de la empresa cuando se aplica en un sistema organizado y con las herramientas necesarias para su evolución. Se implementó el Paso 1 del TPM en la célula 5A, de acuerdo a los lineamientos establecidos por la empresa y los pilares de mejora enfocada y mantenimiento autónomo, se inspeccionó y analizó la célula para determinar puntos críticos y situaciones a mejorar, se trabajó de la mano con operadores para hacerlos partícipes del cambio y mejorar su sentido de pertenencia con su equipo, se lideraron y gestionaron todas las actividades necesarias para la limpieza y mantenimiento del equipo para reducir paros menores. Se capacitó a los operadores y personal involucrado en temas de mantenimiento autónomo para tener los conocimientos requeridos para la implementación.



### *Recomendaciones*

EL TPM es una buena herramienta, sin embargo, no es solo tarea del operador o de los ingenieros de Mejora Continua. Llevar a cabo una buena implementación requiere de equipos de trabajo con personas de diferentes áreas como: Recursos Humanos, Calidad, Mantenimiento, Mejora Continua y Producción, dónde se logre contagiar la motivación de transformación de la empresa en las áreas de la organización. La buena evolución del TPM depende de un correcto seguimiento de cada una de sus actividades, el continuo mejoramiento de las instalaciones y las capacitaciones necesarias para el personal que colabora. Datos e historias de éxito de algunas empresas demuestran que el TPM es una gran inversión para una organización.

### **Referencias**

- Cuatrecasas, A. L., Torrel, M. F. (2010) TPM en un entorno Lean Management. PROFIT.  
Tokutaro, Suzuki. (1996) TPM en industrias de proceso. TGP - HOSHIN, S. L. Copyrighted Material. [Japan Institute of Plant Maintenance].  
Sacristán, F.R. (2008). Mantenimiento Total de la producción TPM proceso de implantación y desarrollo. Fundación Confemetal.  
Adalvert, J., Vidal, E., Lorente, J. Jordi, Adalvert, J. (2016) 5S Para la mejora continua hacer más con menos. Cims Midac Editorial.

# APLICACIÓN DEL ANÁLISIS FUNCIONAL COMO HERRAMIENTA DE DISEÑO DE PRODUCTOS: SISTEMA DE INSPECCIÓN DE PIÑA MD2

Dra. Sorelly Ramírez Romero<sup>1</sup>, Miguel Ángel Emilio Jerónimo<sup>2</sup>,  
Mauricio Bortolotti Hernández<sup>3</sup>

**Resumen**—El campo mexicano está en una etapa de crecimiento, y como tal, se deben solucionar los problemas tecnológicos que le aquejan. En este trabajo se aplicó el análisis funcional para el diseño de una herramienta tecnológica que brinde a los productores de piña en fresco del sur del estado de Veracruz, una alternativa que les permita cumplir con los estándares que establecen sus clientes extranjeros. Se utilizó una metodología documental y experimental, para establecer los requerimientos básicos del sistema, generando así las funciones esenciales y secundarias, además de su relación. Se aplicó la herramienta QFD con la que se corroboró la identificación de funciones esenciales del sistema. Se acortó el tiempo de desarrollo del producto en un 50% sobre el estimado (prototipo inicial). Se concluye que el uso de herramientas de diseño permite promover la creatividad en los diseñadores, así como generar una ventaja competitiva de productos nuevos o mejorados.

**Palabras clave**— Análisis funcional, diseño, piña, función de calidad.

## Introducción

A lo largo de la historia el hombre siempre ha diseñado, de una forma u otra se ha visto en la necesidad de brindar soluciones a problemas específicos o cotidianos, lo cual muestra que el diseño es “todo esfuerzo consiente para establecer un orden significativo” (Vilchis, 2002). Ahora bien, el diseño también implica creatividad y esta se muestra al adaptar las soluciones a las circunstancias que se van presentando (Boccardo, 2006), lo que permite la evolución de las sociedades. Si bien, se cree que la creatividad no puede seguir un patrón de desarrollo, ya que se lleva a cabo a través de procesos intuitivos, es de considerar que el desarrollar las ideas a través de estructuras metodológicas, facilita la organización del proceso de diseño, ya que las metodologías de diseño no son restrictivas, sino deben tener la capacidad de poder adaptarse a cada situación planteada, siguiendo un esquema que muestre las posibles soluciones que se puede dar a un problema. Los pasos que brinda la metodología de diseño son: la estrategia, el proceso y el método (¿Cuándo?, ¿qué? y ¿cómo?) (Nacif, 2015).

El diseño de un producto basado en el concepto de competitividad, evoca que la innovación es la capacidad de poder adaptarse a los cambios diarios, prosperando en los mercados, e inclusive tener la oportunidad de cambiar a otros (Band, 1994). La innovación debe desarrollarse para proporcionar oportunidades a quienes tienen un problema (debe ser proactiva), esto se convertirá en una palanca de crecimiento sostenible para cualquier empresa.

El análisis funcional de un producto, fue desarrollado para la ingeniería de valor, y permite precisar las funciones del producto / servicio y con ello lograr el cumplimiento del objetivo para el que fue creado (Tanaka, Yoshikawa, Innes, & Mitchell, 1997). Dentro de los trabajos que se pueden citar en la aplicación del análisis funcional de productos, destaca el realizado por Cara (Cara Gamero, 2014), quien resalta la forma de emplear el método a través de la creatividad, racionalidad y control del proceso de diseño, mostrando que la aplicación del método permite validar y generar ideas de forma estructurada, sin limitar la creatividad de los diseñadores.

### *Análisis funcional de productos*

El análisis funcional de productos se concentra en la función que cumple el producto, y esta se define por la forma en que el producto cumple con el propósito para el cual fue diseñado y construido. Esta técnica presenta de forma gráfica las funciones de un producto, permitiendo con ello identificar las necesidades que deben ser satisfechas en el cliente (Tanaka *et al.*, 1997). El análisis funcional no solo incrementa el valor del producto, sino que además reduce costos y puede añadir características al mismo.

<sup>1</sup> Dra. Sorelly Ramírez Romero es docente investigador del Instituto Tecnológico Superior de Cosamaloapan. Cosamaloapan de Carpio, Veracruz, México. [solr11@hotmail.com](mailto:solr11@hotmail.com) (autor correspondiente).

<sup>2</sup> Miguel Ángel Emilio Jerónimo, es alumno de la carrera de Ingeniería en Sistemas Computacionales en el Instituto Tecnológico Superior de Cosamaloapan.

<sup>3</sup> Mauricio Bortolotti Hernández, es alumno de la carrera de Ingeniería Industrial en el Instituto Tecnológico Superior de Cosamaloapan.

Los pasos que conlleva la aplicación de esta técnica son: escoger el objeto de estudio, selección de los miembros del equipo, reunir información, definir funciones del objeto, dibujar un árbol de familia de funciones, evaluar las funciones, sugerir alternativas y comparar éstas con los costos del objetivo, escoger alternativas para la fabricación y revisar los resultados actuales (Tanaka *et al.*, 1997).

#### *Contextualización de la problemática a resolver*

México ocupa el noveno lugar en producción de piña tropical, tan solo en el 2016 produjo 875, 839 ton, de las cuales Veracruz generó un volumen de producción de 817, 463 ton, siendo el primer productor a nivel nacional de este fruto (SIAP, 2019). Del total de la producción nacional, México solo logró exportar, 86 mil toneladas de piña (10%), lo cual es un indicador muy bajo. Esto como resultado del rechazo de la fruta evaluada bajo las condiciones de calidad que establecen los países a los cuales se realizan las exportaciones (Martner, 2006). En la actualidad Estados Unidos es el principal comprador de México (Martínez *et al.* 2018), aunque los productores pretenden expandir el mercado hacia Alemania, España, Japón e Italia.

La NMX-FF-028-SCFI-2008 indica qué factores externos e internos deben tomarse en cuenta para evaluar una piña como de “Calidad Superior”, entre los externos se encuentran grado de maduración, calibre, tamaño de corona y defectos físicos, estos últimos deben mantener a la fruta libre de podredumbre o deterioro, materia extraña visible, plagas, daños, etc. Mientras que los internos se refieren a la traslucidez.

Los factores exigidos por la norma aunados a los requerimientos que solicitan los compradores extranjeros dan como resultado que el proceso de clasificación y selección de la piña sea muy exigente. Dicha selección la realizan personas capacitadas y con experiencia en selección y clasificación de piña, mismos llevan a cabo este control de una manera minuciosa.

En el estado de Veracruz existen gran número de centros de empaque de piña en fresco, donde esta selección de una forma manual y semi automatizada, sin embargo, también hay centros de empaque (aunque un número reducido) que cuentan con tecnología capaz de clasificar por color y calibre, pero dejando de inspeccionar otros factores importantes para la evaluación (Ramírez y Figueroa, 2015). Tecnología extranjera que se importa para aplicar a estos procesos, lo cual también aumenta su costo de inversión.

Esto hace necesario bajar los costos de inversión y la dependencia de la tecnología extranjera, por lo que el presente trabajo presenta el análisis funcional que se realizó para el diseño de una herramienta tecnológica que brinde a los productores de piña en fresco del sur del estado de Veracruz, con la finalidad de cumplir con los estándares que establecen sus clientes.

### **Descripción del Método**

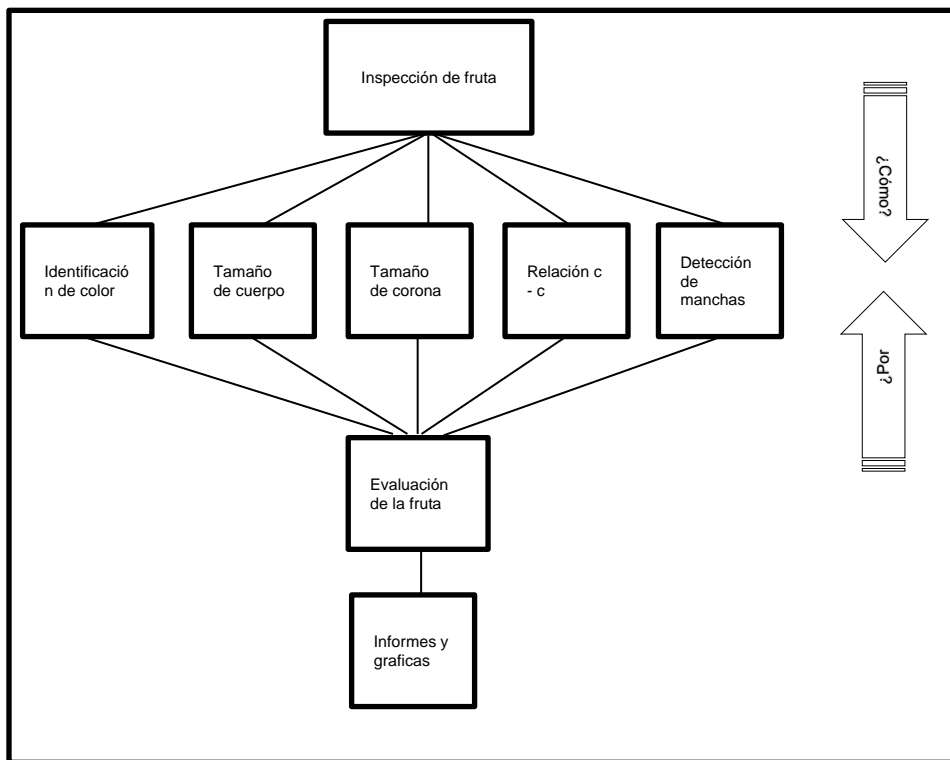
El desarrollo de este trabajo se llevó a cabo en el segundo semestre el 2019 en el Instituto Tecnológico Superior de Cosamaloapan. El tipo de investigación realizado fue documental, ya que se analizó información escrita sobre el tema de investigación, y experimental, pues a través de él se analiza el efecto producido por la implementación del sistema como herramienta de automatización del proceso. El equipo que se conformó para su tratamiento es multidisciplinario, y todos conocedores de las características que debe poseer el sistema en desarrollo (ingenieros en sistemas computacionales, ingenieros industriales, ingenieros químicos, contadores).

En la zona de influencia del Instituto existen siete plantas de empaque de piña en fresco, ubicados en los municipios de Juan Rodríguez Clara e Isla, Ver., a los cuales se les realizaron entrevistas para poder reunir los requerimientos, que se usaron para iniciar el desarrollo tecnológico. Posteriormente se procedió a plantear ideas, a través de la técnica de lluvia de ideas, a fin de propiciar que el equipo presentara ideas de forma rápida (Cross, 2002) y con ello definir las funciones necesarias del sistema.

### **Aplicación de la técnica**

#### *1. Árbol de objetivos*

Con la finalidad de clarificar los requerimientos del cliente (también llamados objetivos de diseño), se realizó el diagrama de *árbol de objetivos*, el cual tiene como finalidad “mostrar los objetivos y los medios generales para alcanzarlos” (Cross, 2002). Este diagrama se observa en la Ilustración 1.



**Ilustración 1. Diagrama de árbol de objetivos.**

*2. Análisis de funciones*

*Definición de funciones esenciales*

Las funciones esenciales de un producto se definen como “aquellas que debe satisfacer el producto...independientemente de los componentes físicos que pudieran utilizarse” (Cross, 2002). Con la finalidad de mostrar la función general del diseño, es decir, lo que debe lograr, se utilizó el modelo de la caja negra (ver Tabla 1). Esta técnica permite observar las entradas y salidas del sistema, sin tomar en cuenta su funcionamiento completo (Krajewsky y Ritzman, 2000). También se desarrolló la denominada caja transparente o de cristal. Este diagrama se presenta en bloques y está comprendido por todas las funciones secundarias, de tal forma que satisfagan la función general del producto (Cross, 2002).

Tabla 1. Caja negra del sistema.

<b>FUNCIONES PRINCIPALES:</b>	
<b>INSPECCIÓN DE CARACTERÍSTICAS EXTERNAS</b>	
<b>Entradas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Energía</li> <li>- Piña a analizar</li> </ul>	<b>Agentes Reguladores</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Manual de operaciones</li> <li>- Temporizador</li> <li>- Consola de control</li> </ul>
<b>Agentes facilitadores</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Usuarios</li> <li>- Dueños o encargados de empaques de piña en fresco</li> <li>- Botones/ palancas de control</li> </ul>	<b>Salidas</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Piña analizada</li> </ul>

Posterior a la realización del diagrama funcional, se realizó el diseño exterior del sistema a través de diseño asistido por computadora, el cual consta de una recámara opaca de 36 h x 60 b x 30 a, dos focos tipos led que sirven para brindar iluminación y dos cámaras fotográficas que captan las imágenes para posteriormente transmitir las vía bluetooth o Wi-Fi al ordenador y poder ser procesadas.

*Interior*

Al interior el sistema consta de una base que brinda el soporte a la fruta para que al momento el análisis, permanezca de manera vertical, dos lámparas tipo LED que proporcionen la luminosidad adecuada para que la captura de imágenes se la correcta.

*Determinación de características del sistema*

Para este paso se aplicó el método de diseño de productos “función de despliegue de la calidad” QFD (Quality Function Deployment), con el que se buscó establecer un proceso estructurado, para interpretar la “voz del cliente” y con ello definir la relación entre las solicitudes y las características que debe de contener el sistema (Juran, 1996; Zaïdi, 1993) (Ilustración 2).

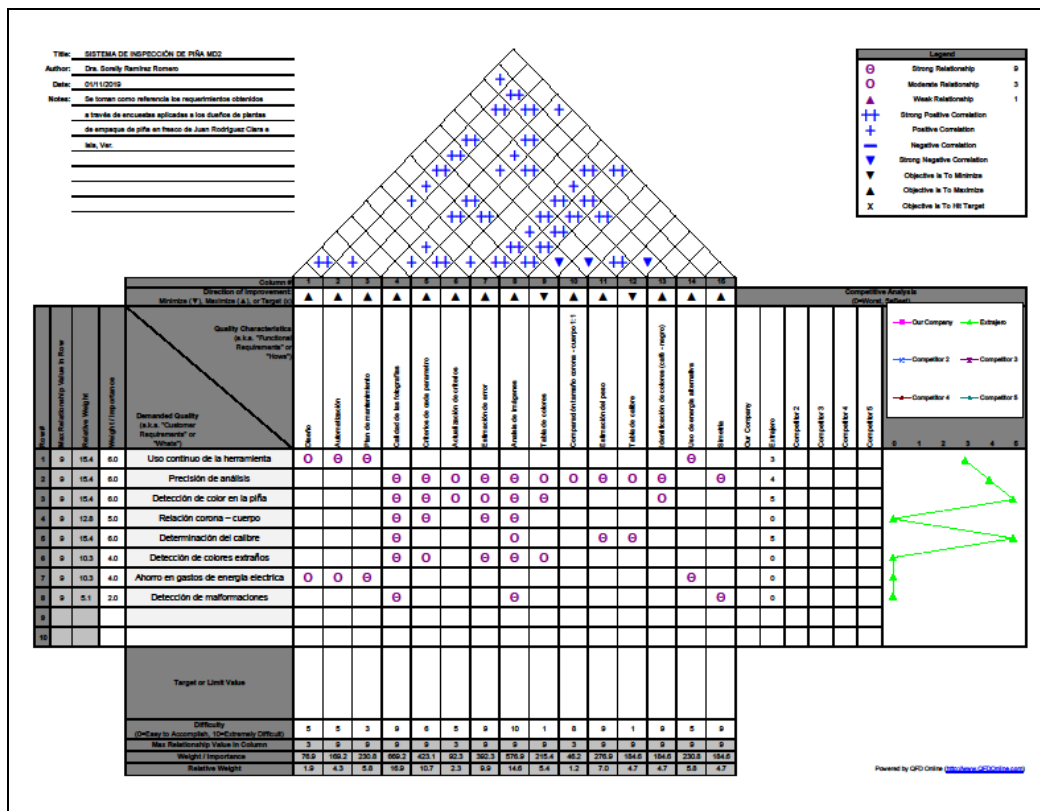


Ilustración 2. Aplicación de la "Casa de la calidad" para la determinación de requerimientos del sistema.

De entre los datos que se incluyeron en el QFD, únicamente a un fabricante como competencia, ya que en la región se detectó que solo una empresa cuenta con un proceso semi – automatizado. Se colocaron en el diagrama los requerimientos que fueron mencionados por los clientes con mayor frecuencia (¿qué?) y el ¿cómo? habrían de solucionarse. De los datos que resultaron con un mayor peso relativo se observa “calidad de imagen” y “análisis de imagen”, lo que corrobora que son las funciones principales del sistema. Las demás características de calidad muestran un peso promedio, y también fueron consideradas por lo integrantes del equipo, como importantes.

3. *Generación de alternativas*

A partir de los diagramas realizados se propusieron por parte del equipo de trabajo alternativas de diseño que fueron tomadas en cuenta para diseñar un prototipo a futuro. Estas alternativas son:

1. Instalar un temporizador para la obtención de imágenes.
2. Adecuar las cámaras de acuerdo a las necesidades del sistema.
3. Instalar un tablero de control, que permita regular la velocidad a las que entraran las piñas al sistema.
4. Adecuar la recámara de adquisición de imágenes, para que la piña entre de forma horizontal.
5. Realizar la adquisición de imágenes con la fruta en horizontal.
6. Elementos integrados al sistema

### *Resultados y discusión*

De acuerdo a la metodología de diseño aplicada para el desarrollo del sistema de inspección de piñas MD2, tomando en cuentas las necesidades del cliente y las capacidades del equipo de trabajo, se desarrolló un prototipo inicial, que consta de materiales básicos para su operación, pero que permiten la ejecución y el análisis del sistema realizado (Ilustración 3).



Ilustración 3. Prototipo inicial desarrollado para la realización de pruebas y obtención de datos.

En la fase de prueba del sistema, se obtuvieron diversos resultados, que a continuación se describen:

El análisis de las frutas a través del sistema de inspección, inicia a partir de la obtención de una previa de la piña, a través de las dos cámaras, y que muestren las características físicas a inspeccionar (Estado de piña, Tamaño cuerpo, Tamaño corona y Calibre).

El proceso de visión artificial ejecuta una serie de algoritmos los cuales muestran de fondo las imágenes que identifican (ya calibradas previamente por el sistema) el cuerpo de la piña, su longitud de cuerpo, corona y longitud, así como el espectro del color establecido, lo que servirá de base para detectar defectos físicos, a su vez estos datos son almacenados para mostrar en un concentrado al operador, cuantas frutas tuvieron cada una de las características analizadas y detectadas (Ilustración 4).

El análisis que realiza la ejecución del sistema, identifica la categoría específica de la piña de acuerdo a su color, mientras que el análisis de visión artificial, identifica el tamaño del cuerpo de la piña y el tamaño de la corona, así como sus defectos, así mismo, toma el peso de la fruta para identificar el calibre correspondiente, concluyendo con ello la totalidad de los requerimientos solicitados.

Después de las pruebas realizadas *in situ* con diferentes tipos de piñas (colores, tamaños, defectos) en la planta de empaque de piña en fresco, el sistema muestra la recolección de los datos obtenidos, así como las gráficas que reúnen los datos tomados para facilitar su interpretación.

Los resultados que se obtuvieron de la prueba en campo siguen contrastándose con los datos históricos que tiene la planta de empaque sobre los lotes que han sido embarcados para exportación. Sin embargo, se debe comentar que el diseño que originalmente se tenía proyectado para un año, se acorto a un tiempo de seis meses, esto debido al uso de las metodologías de diseño.





Ilustración 4. Pantallas de resultado del análisis de la visión artificial.

### Conclusiones

Comúnmente en el desarrollo de proyectos, los miembros que conforman el equipo de trabajo desconocen las de técnicas disponibles de diseño, lo cual provoca que los productos terminados presenten fallas, incluso desde el inicio de la idea a desarrollar.

El análisis funcional, como herramienta de diseño muestra los pasos para llevar, de forma organizada y estructurada el desarrollo de productos o servicios. Así mismo proporciona la pauta para el desarrollo formal de las ideas y el fomento de la creatividad en los diseñadores. La implementación de la técnica de función de despliegue de la calidad, también fue de importancia, ya que corroboro las funciones principales del sistema que se habrían que desarrollar.

En este trabajo se dispuso de los requerimientos básicos de información para desarrollar una idea y brindar una solución a una problemática que afecta a muchos productores del país, lograr que sus productos sean exportados y aceptados por mercados internacionales.

Los tiempos estimados de desarrollo se acortaron en gran medida por la aplicación del análisis funcional, ya que desde el inicio se diseñó un producto robusto y a la medida que el cliente solicito.

La ingeniería industrial abarca múltiples conceptos que al ser aplicados facilitan la creación de productos o la aplicación de reingeniería para su mejora.

El campo mexicano necesita que los ingenieros apliquen estos conocimientos, para mejorar las condiciones en que viven millones de personas.

### Referencias

- Band, W. (1994). *Creación del valor: La clave de la gestión competitiva. Diseño e implementación de una estrategia global*. Diaz de Santos, S. A.
- Boccardo, R. (2006). *Creatividad en la ingeniería del diseño*. Caracas, Venezuela: Equinoccio.
- Cara Gamero, O. (2014). AV37-Diagrama funcional de un producto del ámbito industrial: el microondas.
- Cross, N. (2002). *Metodos de diseño: Estrategias para el diseño de productos*. México: Limusa Wiley.
- Juran, J. M. (1996). *Juran y la calidad por el diseño*. Madrid, España: Diaz de Santos S.A.
- Krajewsky, L., & Ritzman, L. P. (2000). *Administración de operaciones: estrategia y análisis*. México: Prentice - Hall.
- Martínez Prats, G., Morales Hernández, Y., & Tosca Vidal, C. (2018). *Análisis del mercado de Estados Unidos de América para exportación de piña producida en el estado de Tabasco*. Recuperado el 25 de enero de 2019, de [http://www.web.facpya.uanl.mx/vinculategica/Vinculategica\\_4\\_2/4%20MARTINEZ-MORALES-TOSCA.pdf](http://www.web.facpya.uanl.mx/vinculategica/Vinculategica_4_2/4%20MARTINEZ-MORALES-TOSCA.pdf)
- Martner Peyrelongue, C. (2006). Cadenas logísticas de exportación de frutas y desarrollo local en el sureste de México. *EURE (Santiago)*, 32, 63-80.
- Nacif, N. (2015). Métodos del diseño. Universidad nacional de San Juan: Facultad de arquitectura, urbanismo y diseño.
- Ramírez Romero, S., & Figueroa Rodríguez, K. (2015). EVALUACION CARACTERIZACION DE PRODUCTORES DE PIÑA (Ananas comosus) DE LA ZONA DEL PAPALOAPAN DE VERACRUZ, MÉXICO. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 37, 71-84.
- SIAP. (2019). *Producción Agrícola*. (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.) Obtenido de Obtenido de <https://www.gob.mx/siap/acciones-y-programas/produccion-agricola-33119>
- Tanaka, M., Yoshikawa, T., Innes, J., & Mitchell, F. (1997). *Gestión moderna de costes*. España: Diaz de Santos.
- Vilchis, L. (2002). *Metodología del diseño: Fundamentos teóricos*. México: Claves Latinoamericana.
- Zaïdi, A. (1993). *QFD: Despliegue dela función de calidad*. Madrid, España: Díaz de los Santos, S.A.

# SEGUIMIENTO DE UN PROGRAMA DE TUTORIAS UNIVERSITARIO

Dra. Karem Guadalupe Ramirez Vera DE<sup>1</sup> y Dra. Alma Luz San Martín López DIE<sup>2</sup>

**Resumen**—Uno de los principales objetivos de las universidades en México es brindar a sus estudiantes servicios eficientes y eficaces que puedan responder a sus necesidades académicas, favoreciendo su desarrollo integral, así como la adquisición de competencias profesionales que faciliten su inserción en el campo laboral. Para conseguir este objetivo se crearon las tutorías en las universidades en virtud de la necesidad de disponer de la información relacionada con todas las incidencias de los estudiantes, desde que ingresan hasta que concluyen su programa educativo, la función tutorial en las universidades juega un papel importante en este proceso, ya que es a través del contacto y comunicación con los estudiantes como se logra integrar y dar seguimiento para consolidar la trayectoria escolar

**Palabras clave**— Docencia, Tutoría, Educación.

## Introducción

La Educación Superior en México requiere un nuevo paradigma educativo, donde la atención personalizada en la formación de los estudiantes, ayude a disminuir los índices de reprobación, rezago escolar y tasas de abandono escolar en las escuelas con la tendencia a mejorar la eficiencia terminal; por lo cual surgen diversos enfoques constructivistas interesados en desarrollar una educación que promueva el aprendizaje en forma más significativa y adaptar al estudiante más efectivamente al medio en el que se desenvuelva (Rodríguez, 2017). Siendo el constructivismo una de estas opciones, donde el profesor es un facilitador, un guía del aprendizaje y el alumno un sujeto capaz de construir sus aprendizajes a partir de su interrelación con ambientes de escolares participativos-colaborativos. Donde el aprendizaje se concibe como una construcción del conocimiento a partir de la propia dinámica humana. (Tünnermann, 2011).

Este paradigma, ha provocado que las universidades generen estrategias para dar apoyo a los estudiantes, y de esa manera, alcanzar el objetivo de responder a las demandas sociales, formando egresados que puedan incorporarse con éxito al mercado de trabajo. Esto a partir de la orientación de un tutor que lo guíe con éxito en su trayectoria profesional que en muchas ocasiones se ha visto afectada por la falta de conocimiento sobre el programa de estudios, temáticas y metodologías diversas e interrelación con sus propios profesores. (Covarrubias y Piña, 2004).

A pesar de que la tutoría pueda adoptar en la universidad diferentes formas, su objetivo se dirige a la promoción del desarrollo integral del alumnado y es considerada un componente intrínseco de la enseñanza (Herrera, 2011).

Como propósito general analizar la forma en que opera el programa de tutoría universitario y los resultados académicos que genera en la trayectoria académica de los estudiantes universitarios.

El ensayo se ha estructurado, luego de una breve introducción, en cinco puntos: 1) Instituciones de Educación Superior; 2) Conceptualización de la tutoría académica; 3) La tutoría en el contexto global y nacional; 4) La tutoría en la Universidad Veracruzana y, 5) Conclusiones

## Desarrollo

### *Instituciones de Educación Superior*

La Subsecretaría de Educación Superior (SES), define a las Instituciones de Educación Superior (IES) como: un organismo o estructura que desempeña labores de docencia, investigación y difusión con el fin de formar profesionistas en las diferentes ramas del conocimiento y preservar, crear y transmitir los bienes de la cultura en relación con el interés social. Las instituciones se rigen por un conjunto de normas, leyes nacionales y reglamentos propios y cuentan, para llevar a cabo su labor, con recursos humanos, materiales, tecnológicos y financieros. Las

<sup>1</sup> Karem Guadalupe Ramirez Vera DE. es Docente de la Facultad de Odontología en la Universidad Veracruzana. [kramirez@uv.mx](mailto:kramirez@uv.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> Alma Luz San Martín López DIE. es Docente de la Facultad de Odontología en la Universidad Veracruzana

instituciones pueden ser públicas o privadas, autónomas, federales o estatales, según el tipo de ingresos de que dispongan (SES, 2015).

En tal contexto, las Instituciones Públicas de Educación Superior en México son financiadas por el gobierno, a diferencia de las universidades privadas, las cuales obtienen su capital de instituciones privadas. Las instituciones públicas son autónomas; es decir que la universidad tiene el derecho de designar a sus autoridades, y a organizarse como mejor lo considere para expedir sus normas y reglamentos dentro de lo establecido por la Ley Orgánica respectiva. (Cossio 2006).

#### *Conceptualización de la tutoría académica*

Los antecedentes históricos de la tutoría se encuentran en las formas de transmisión de los conocimientos a lo largo de generaciones en diferentes ámbitos, que incluyen el de la producción en pequeños talleres (enseñanza de un oficio a un aprendiz) hasta los más institucionalizados, como el caso de la enseñanza personalizada en la escuela (Gonzalez, 2015).

La tutoría académica consiste en el seguimiento que le da un tutor académico a la trayectoria escolar de los estudiantes durante su permanencia en el programa educativo, con el fin de orientarlos en las decisiones relacionadas con la construcción de su perfil profesional, tomando como base el plan de estudios; la tutoría académica se caracteriza por desarrollarse con un carácter personal (Tejeda, 2016).

Por último, la tutoría en la universidad tiene efectos positivos para la propia institución dado que permite detectar necesidades que permanecen ocultas, así como abrir diferentes canales de comunicación entre los distintos miembros de la comunidad universitaria, tanto hacia el interior de esta, como hacia el exterior (Calvo, Haya y Rodríguez-Hoyos, 2012).

#### *La tutoría en el contexto global y nacional*

En las Instituciones de Educación Superior europeas y estadounidenses las tutorías tienen una larga tradición. En Alemania, Francia, Inglaterra, Japón y Estados Unidos, sostiene que es en los estudios de posgrado donde puede conjugarse de manera más natural y efectiva la investigación y la docencia. En esa perspectiva, parece lógico y explicable que en ese tipo de estudios se hayan desarrollado más los sistemas tutoriales. (Clark, 1997).

A nivel nacional, la Asociación de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) ha tenido también un destacado papel en la promoción e implantación de innovaciones. Con relación a la tutoría hay algunos antecedentes en el Programa Integral de Desarrollo de la Educación Superior (PROIDES), formulado a mediados de los años ochenta de manera conjunta entre la ANUIES y la Secretaría de Educación Pública (SEP), con la participación de las instituciones de educación superior. (ANUIES, 2000).

En nuestro país la Universidad Nacional Autónoma de México UNAM, los pilares fundamentales se han conformado con las tutorías, ya que el profesor desempeña una parte importante de su carga en la atención individualizada de los estudiantes, quienes, además, avanzan a su propio ritmo. La Universidad Veracruzana UV, a partir del período escolar 1999 inició una etapa de transformación en la organización curricular con el Modelo Educativo Integral y Flexible (MEIF), esto originó el tránsito de una estructura rígida a una flexible en sus planes de estudio, la cual pretende desarrollar una formación integral en los alumnos a partir de cuatro fines educativos: la formación intelectual, la formación humana, la formación social y la formación profesional. (Beltrán, 2005) Así mismo la flexibilidad otorga al alumno un margen de autonomía en cuanto a la toma de decisiones relacionadas con la construcción de su carga en créditos académicos, en este contexto, el trabajo tutorial constituye una herramienta fundamental para contribuir en el logro de tales fines y brindar la información y el apoyo necesario a los alumnos en la toma de decisiones académicas. (Beltrán, y Suárez 2003).

#### *La Tutoría en la Universidad Veracruzana*

En dicho contexto educativo, la educación superior se inicia en el estado de Veracruz en la primera mitad del siglo XIX. A sus 68 años de creación se ha convertido en la principal institución de educación superior pública con mayor impacto en el sureste de la república mexicana y una de las cinco más importantes del país. También es considerada como la institución de educación superior más prestigiada en el Estado de Veracruz (UV, 2009).

Dentro del MEIF la Universidad Veracruzana la tutoría deriva de los principios de flexibilidad del Modelo y la concibe como una estrategia académica que consiste en un servicio de apoyo académico sistemático que ofrece la institución al estudiante, ocupándose de los múltiples problemas académicos que suelen presentarse al estudiante durante su permanencia escolar; en donde el tutor académico es responsable del seguimiento del estudiante desde el ingreso hasta el egreso, orientándolo en las decisiones relacionadas con la construcción de su perfil profesional de acuerdo con sus expectativas, capacidades e intereses (Beltrán y Suárez, 2003). La normatividad del Reglamento del

Sistema Institucional de Tutorías, el Estatuto de los alumnos 2008 y los Lineamientos de control escolar definen la tutoría académica, los requisitos, atribuciones y funciones de los tutores académicos, así como los derechos y obligaciones de los tutorados. La enseñanza tutorial es la atención personalizada que realiza un académico denominado Profesor tutor, dirigida a apoyar a los estudiantes que así lo requieran, en fortalecer sus procesos de aprendizaje relacionados con los saberes teóricos y heurísticos de las experiencias educativas (EE), o bien que tengan interés en una formación disciplinar más amplia, a través del desarrollo de Programas de Apoyo a la Formación Integral (PAFI). (UV, 2009)

### Comentarios finales

#### Conclusiones

La formación integral de los alumnos a la que se enfoca el programa de tutorías debe coincidir con los diferentes factores que atraviesa el proceso de enseñanza-aprendizaje: factores ambientales, emocionales, cognitivos y socioculturales. Poder ofrecer una formación integral implica atender al estudiantado en toda su complejidad, inmerso en un contexto determinado, en un proceso de autorreflexión sobre la trayectoria académica universitaria que él mismo está recorriendo con la finalidad de promover un crecimiento personal y profesional continuo.

### Referencias

- ANUIES (2000), La educación superior en el siglo XXI. Líneas estratégicas de desarrollo. Una propuesta de la ANUIES, México, ANUIES
- Beltrán, J. (2005). El Modelo Educativo Integral y Flexible de la Universidad Veracruzana. CPU-e, Revista de Investigación Educativa. 2005; (1):1-10.[fecha de Consulta 1 de Noviembre de 2020]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=2831/283121715005>
- Beltrán, J. y Suárez, J. (2003) El quehacer tutorial. Guía de trabajo. Xalapa: Universidad Veracruzana <https://www.uv.mx/dgdaie/files/2012/11/zElquehacertutorial.pdf>
- Clark, B (1997), Las universidades modernas. Espacios de investigación y docencia, México, Miguel Ángel Porrúa/UNAM-Coordinación de Humanidades
- Cossío R. (2006). Instituciones de educación superior desde el artículo 3° constitucional: El problema de la autonomía universitaria. Perfiles educativos, 28(112), 131-143. Recuperado en 01 de noviembre de 2020, de [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0185-26982006000200006&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982006000200006&lng=es&tlng=es).
- Calvo, A.; Haya, I. y Rodríguez-Hoyos, C. (2012). La universidad a la luz de las opiniones del alumnado. Un estudio dirigido a mejorar la acción tutorial. Actas del XII Congreso de Instituciones y Organizaciones Educativas. Celebrado en Granada, diciembre de 2012. Universidad de Granada.
- Covarrubias P. y Piña Robledo, M. (2004) La interacción maestro-alumno y su relación con el aprendizaje. Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México). 2004; XXXIV (1):47-84. [fecha de Consulta 1 de Noviembre de 2020]. ISSN: 0185-1284. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=270/27034103>
- González, A. (2015). Antecedentes Y Evolución Histórica De La Acción Tutorial: Apuesta Por Una Educación Integral Y De Calidad [http://amieedu.org/actascimie14/wp-content/uploads/2015/02/gonzalez\\_ana.pdf](http://amieedu.org/actascimie14/wp-content/uploads/2015/02/gonzalez_ana.pdf)
- HERRERA, L. (2011). Orientación, tutoría y mentorización en Educación Superior: Una labor destinada tanto al alumnado como al profesorado universitario. Dedicar. Revista de Educação e Humanidades, 1, 425-452.
- Rodríguez P. I. (2017) La calidad de la educación superior y la reestructuración del programa de tutoría. Revista iberoamericana para la investigación y el desarrollo educativo. Vol. 8, Núm. 15 Julio -diciembre 2017 DOI: 10.23913/ridev8i15.294
- Subsecretaría de Educación Superior (SES) (2015) <https://www.gob.mx/sep/acciones-y-programas/subsecretaria-de-educacion-superior-16655>
- Tejeda, M. (2016). La tutoría académica en el proceso de formación docente. Opción. 2016;32(13):879-899. [fecha de Consulta 1 de Noviembre de 2020]. ISSN: 1012-1587. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=310/31048483042>
- Tünnermann, C. (2011). El constructivismo y el aprendizaje de los estudiantes. Universidades, núm. 48, enero-marzo, pp. 21-32 Unión de Universidades de América Latina y el Caribe. Distrito Federal, Organismo Internacional. <https://www.redalyc.org/pdf/373/37319199005.pdf>
- Universidad Veracruzana (2009) Nuevo Modelo Educativo, en la página: <http://www.uv.mx/Universidad/doctosofi/nme/ind.htm> consultada el 15 Febrero 2015.

# Los impuestos y el desarrollo económico en las MIPYMES del Municipio de Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México

MF Abel Ramos Flores<sup>1</sup>, Dra. Rosa María Velázquez Sánchez<sup>2</sup>

**Resumen:** El desarrollo económico de México, los Estados y Municipios, ha sido en función de la recaudación de los impuestos, buscando la forma más fácil de captarlos a menores costos, utilizando más la tecnología, sin considerar si los micro, pequeños y medianos empresarios cuentan con el capital para adquirirlos y menos el personal capacitado para operarlo; sólo por conseguir el posicionamiento de la nación en los índices de competitividad económica mundial. La complejidad legal y de cumplimiento de las leyes fiscales, de forma recurrente, en vez de mejorar y consolidar el desarrollo económico de los negocios, los descapitaliza, causando mayor impacto negativo en las zonas rurales, donde tienen limitaciones de servicios públicos; y las Mipymes del Municipio de Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México, no se excluyen de ser afectados por los múltiples impuestos que día a día tienen que pagar; frenando el desarrollo económico de las empresas y del país.

**Palabras clave:** Impuestos; Desarrollo Económico; Empresas.

## INTRODUCCIÓN

En México, como en todo país, las Mipymes juegan un papel muy importante en el desarrollo económico, son las que realmente balancean el equilibrio de una nación económicamente activa y competitiva. En nuestro país, según la información estadística que proporciona la Secretaría de Economía, de los 4 millones de empresas que existen, el 99 % son las Mipymes; es decir, las micro, pequeñas y medianas empresas que generan una fuente laboral muy interesante, a saber, del 72 %; y también, contribuyen con la producción de aproximadamente del 52 % del Producto Interno Bruto (PIB). Por el grado de complejidad que tiene la autoridad en el control de estas empresas y por la dispersión, creación y crecimiento de las mismas, la Secretaría de Economía augura pocas posibilidades de éxito en el mercado local, y el promedio está entre el 25 % y 30 % por debajo de la media mundial que se sostiene alrededor del 40 %, como empresas estables., por tales motivos, es muy difícil para la autoridad, encontrar y aplicar mecanismos que crean, alienten el ambiente propicio para su desarrollo.

A partir del 2002, en México, fue cuando se empezó a trazar con más atención los lineamientos para el control y vigilancia de las Mipymes, es por eso que el gobierno federal con los gobiernos estatales, empezaron a firmar Convenios de Colaboración Fiscal, en la vida de estas empresas, dependiendo del monto de sus ingresos, estableciendo cuotas fijas; y poco a poco fueron teniendo medidas más drásticas que ya les representaban fuertes erogaciones que cambiaban los movimientos financieros y así cubrir las necesidades de crecimiento. Posteriormente en el caso de Oaxaca, las micro y pequeñas empresas tenían que pagar bimestralmente, según el monto de ingresos anuales del año anterior. Pero, a través del tiempo, cuando surgieron las grandes Reformas Estructurales que según iban a beneficiar al país, por el contrario, están perjudicando el poder adquisitivo de toda economía empresarial; en el caso que nos ocupa, las Mipymes, han sido afectadas drásticamente en sus finanzas, dado que tienen que contratar a personal especializado, contable y fiscalmente para que cumplan sus diferentes obligaciones.

Esta investigación, titulada “Los impuestos y el desarrollo económico en las MIPYMES del Municipio de Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México”, tiene como finalidad demostrar cómo los impuestos, en vez de beneficiar en el desarrollo de las micros, pequeñas y medianas empresas, a cada día disminuye su potencialidad de crecimiento.

## MARCO TEÓRICO

Así, a través de la historia se han utilizado los impuestos para los fines de cada grupo que ha estado en el poder, por ejemplo, en el periodo de Santa Anna sus impuestos fueron excesivos, decretó una contribución real por cada puerta y cuatro centavos por cada ventana de las casas; fijó un impuesto de dos pesos mensuales por cada caballo robusto y un peso por cada caballo flaco, un peso al mes por cada perro gordo o flaco.

---

<sup>1</sup> Abel Ramos Flores, Profesor de Tiempo Completo, de la Facultad de Contaduría y Administración, de la Universidad Autónoma “Benito Juárez” de Oaxaca, integrante del Cuerpo Académico en Formación: “Negocios y Desarrollo”. raffaellomexico@gmail.com.mx

<sup>2</sup> Rosa María Velázquez Sánchez, Profesor de Tiempo Completo, de la Facultad de Contaduría y Administración, de la Universidad Autónoma “Benito Juárez” de Oaxaca, integrante del Cuerpo Académico en Formación: “Negocios y Desarrollo”. romaves205@yahoo.com.mx



En el periodo de Porfirio Díaz se cobró impuesto a las medicinas, durante su dictadura se duplicó el impuesto del timbre y gravó las medicinas y cien artículos más, y cobraba impuestos por adelantado.

El alcohol y el tabaco fueron productos que empezaron a pagar impuestos durante la revolución, en 1913, en el gobierno de Victoriano Huerta se impusieron nuevos pagos para las arcas del país, gravó los licores, vinos, cervezas, alcohol, tabaco y el petróleo, todos estos impuestos fueron elevados, ya que se necesitaba dinero para financiar la guerra que enfrentaba por su gobierno ilegítimo, en esa guerra se gastó 36 millones de pesos, en 1917 la recaudación de impuestos ascendían a 75 millones de oro y 236 en papel. De igual modo se hicieron gastos de 96 millones en oro y 855 en papel, por lo que, para obtener recursos, aumentaron los impuestos, duplicándose el cobro al tabaco, se gravaron: la publicidad, el teléfono y la luz.

Es así como se observa con los datos antes descritos, que se cobraban impuestos para cubrir o solventar algunos gastos, por lo que en México para poder solventar los gastos de las olimpiadas en “México 1968” la tenencia surgió, empezando a cobrarse seis años antes de las olimpiadas en 1962 y el cual hasta sus días se sigue cobrando.

En México, a partir del 2002, con la creación de la Subsecretaría de la Pequeña y Mediana Empresa (DiarioPyme 2008), dependiente de la Secretaría de Economía y que tiene como tarea principal diseñar, fomentar y promover herramientas y programas para el desarrollo, consolidación y creación de las micro, pequeñas y medianas empresas Al mismo tiempo de la creación de esta subsecretaría, nacieron otros organismos tanto privados como públicos y de orden local y regional. Todo esto propiciado por una estrategia de gobierno que a palabras del presidente en turno Vicente Fox Quesada, debía estar enfocada a la “changarrización” de la economía; es decir, al desarrollo y consolidación del sector formado por las Pymes, todo esto ratificado en el Plan de Desarrollo Nacional que actualmente y con variantes se continúa llevando a cabo por el gobierno vigente. Dicho Plan fue elaborado en base a cinco pilares y objetivos básicos, que a saber son: a). - Manejar la economía de forma transparente; b). - Mejorar la competitividad global del país; c). - Promover una forma de desarrollo participativo; d). - Asegurar un desarrollo armonioso; e). - Crear las condiciones propias para un desarrollo sustentable del país.

#### *Impuestos Federales*

*Concepto de impuestos:* El Código Fiscal de la Federación se refiere a los ingresos del Estado que son impuestos; de acuerdo a este Código, los impuestos comprendidos dentro del concepto general de contribuciones, son aquellos que recibe el Estado como resultado de un acto jurídico unilateral. (Escobar Ramírez; 1997).

En el artículo 2º del Código Fiscal de la Federación forman cuatro grupos de ingresos que integran las llamados contribuciones, que a saber son: Los impuestos; las aportaciones de Seguridad Social, la contribución de Mejoras y los derechos.

Para Gabino Fraga “El impuesto se establece por el poder público ejercitando una prerrogativa inherente a la soberanía; de tal manera que la obligación de cubrirlo no constituye una obligación contractual, ni regida por las leyes civiles, sino una carga establecida por decisión unilateral del Estado, sometida exclusivamente a las normas del Derecho Público”.

Otros autores mencionan que los impuestos son una parte superficial de los ingresos públicos. Sin embargo, antes de dar una definición sobre los impuestos hay que aclarar la diferencia entre los conceptos de ingreso público, contribución e impuesto. Cuando nos referimos a ingresos públicos estamos haciendo referencia a todas las percepciones del Estado, pudiendo ser éstas tanto en efectivo como en especie o servicio. En segundo lugar, una contribución es una parte integrante de los ingresos públicos e incluye aportaciones de particulares como, por ejemplo, pagos por servicios públicos, de donaciones, multas, etc. En tercer lugar, los impuestos forman parte de las contribuciones y estas a su vez forman parte de los ingresos públicos. (Rosas Aniceto, 1962).

La definición de impuesto contiene muchos elementos, y por lo tanto pueden exigir diversas definiciones sobre el mismo. Para Eherberg: “Los impuestos son prestaciones en dinero, al Estado y demás entidades de Derecho Público, que las mismas reclaman en virtud de su poder coactivo, en forma y cuantía determinadas unilateralmente y sin contraprestación especial con el fin de satisfacer las necesidades colectivas” (Flores, Zavala; 1946:33).



*Clasificación de los impuestos:* En materia de impuestos existen múltiples clasificaciones teóricas (Uresti, 1995), según el concepto o manifestación específica que se le considere; en algunas ocasiones se atienden a sus efectos, el objeto que se grava y otros elementos, Uresti menciona que entre las más importantes clasificaciones destacan: la que las ordena en directos e indirectos atendiendo el criterio de la repercusión o sea los efectos, los directos no se repercuten, mientras que los indirectos sí. En cambio, atendiendo un criterio administrativo, los directos gravan rendimiento mientras que los indirectos atienden consumos.

#### *Sujetos de los impuestos*

Intervienen en la relación impositiva un sujeto activo y un pasivo, el sujeto activo, beneficiario o acreedor del impuesto es el Estado. Los ingresos provienen de las economías particulares para sufragar los gastos públicos señalados en el presupuesto de egresos, y que pueden ser tanto los de administración activa como la delegada. En términos específicos y de acuerdo al artículo 31, Fracción IV, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, son sujetos activos: de la Federación, la Ciudad de México, los Estados y los Municipios; y sujetos pasivos, en sentido “*latu sensu*”, los mexicanos, aunque en las leyes impositivas se grava también a los extranjeros. (Uresti, 1995:73)

##### *a). - Sujetos activos*

El Artículo 31 Constitucional en su Fracción IV, cita de la siguiente manera: “Son obligaciones de los mexicanos... IV. Contribuir para los gastos públicos, así de la Federación, como de los Estados, de la Ciudad de México y del Municipio en que residan, de la manera proporcional y equitativa que dispongan las leyes”.

Doctrinalmente se distingue entre el poder fiscal, tributario o impositivo, y la competencia fiscal, tributaria o impositiva. El poder fiscal, tributario o de imposición, es según Garza (1990) “La facultad del estado por virtud de la cual puede imponer a los particulares la obligación de aportarle a una parte de su riqueza para el ejercicio de las atribuciones que le están encomendadas” p.207.

El poder impositivo corresponde al ente que posea un órgano dotado de facultades legislativas, que en el sistema de México es el Congreso de la Unión.

El Artículo 73, fracción VII constitucional establece que es la facultad del Congreso imponer las contribuciones que basten satisfacer el presupuesto. La fracción XXIX del mismo precepto y el artículo 131, primer párrafo establece facultades para gravar en forma exclusiva determinadas fuentes.

El titular del Poder Ejecutivo también puede ejercer el poder impositivo, pues conforme al segundo párrafo el Artículo 131 Constitucional, tiene facultades para aumentar, disminuir o suprimir las cuotas de las tarifas de importación o exportación expedidas por el Congreso de la Unión, cuando lo estime urgente, a fin de regular el comercio exterior, la economía del país, la estabilidad de la producción nacional o realizar cualquier otro propósito en beneficio del país.

La Federación y los Estados poseen la potestad o poder impositivo y la competencia impositiva, pues pueden aprobar impuestos y recaudarlos para destinarlos al gasto público. En cambio, los municipios que carecen de Poder Legislativo, solamente poseen competencia impositiva, concretándose a cobrar los aprobados por los Congresos Locales entre los que se encuentran los expresamente señalados como exclusivos en el artículo 115 Constitucional.

##### *b). - Sujetos pasivos*

Autores (Margain; De la Garza) han abordado el estudio de la relación tributaria o impositiva, formulando diversas clasificaciones de los responsables del pago. El sujeto pasivo o deudor generalmente es la persona física o moral que realice las situaciones jurídicas o de hecho que la Ley señala como gravadas. Incluso, sucede que el deudor de una obligación impositiva puede ser el Estado mismo, que en esencia es el acreedor, cosa que sucede en algunos impuestos indirectos como el establecido en la Ley del Impuesto al Valor Agregado (LIVA) que dispone que los organismos públicos deben aceptar la traslación del impuesto.

#### *Las Mipymes*

*Concepto de Mipymes:* Mipyme, es el acrónimo de micro, pequeña y mediana empresa. Y se trata de la empresa mercantil, de servicios, industrial o de cualquier otro tipo que tiene un número reducido de trabajadores y que registra ingresos reducidos o moderados.

*Clasificación de las Mipymes:* En México, es la Secretaría de Economía a través de la Subsecretaría PYME, la encargada de realizar y administrar todos los apoyos dirigidos a las pequeñas y medianas empresas, para eso, la Secretaría estableció por medio de la Ley sobre el Desarrollo y Competitividad de la PYME, la clasificación para estas empresas, en base a los siguientes parámetros: a su sector de actividad y en base al número de empleados, para las empresas dedicadas al Comercio, la Microempresa debe tener entre 0 y 10 trabajadores, la Pequeña entre 11 y 30 y la Mediana empresa entre 31 y 100; para las Empresas dedicadas al sector industrial, la micro empresa debe contar con 10 o menos trabajadores, la pequeña entre 11 y 50, la mediana entre 51 y 250. Finalmente, para el sector Servicios la

regla es parecida, las micro empresas deben tener entre 1 y 10 trabajadores, la pequeña entre 10 y 50 trabajadores y la Mediana entre 51 y 100 trabajadores (Morales, 2002).

### *Desarrollo económico*

*Concepto de desarrollo:* Cuando el concepto de desarrollo se aplica a una comunidad de seres humanos, se refiere al progreso en el sentido social, económico, político o cultural. El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, cuya sigla es PNUD, es el organismo que se dedica a elaborar la medición conocida como Índice de Desarrollo Humano (IDH). Esta estadística que sirve como indicador del estado de una sociedad tiene en cuenta factores como la expectativa de vida saludable desde el momento del nacimiento, el nivel de alfabetización de la población adulta y de matriculación en las escuelas y la riqueza económica que se refleja en el Producto Bruto Interno (PBI).

*El desarrollo económico* es entendido como un proceso donde las condiciones de bienes y servicios se encuentran en estado creciente y al alcance de todos los grupos sociales que conforman la comunidad. Una sociedad donde existe un buen desarrollo económico presenta características de integración económica y social y tendría menos personas viviendo en la marginalidad. Para conseguir el desarrollo económico los países se guían por los principios pautados por la ONU, donde se reafirman las medidas macroeconómicas siempre y cuando estén desarrolladas en pos de una mejor producción que mejore las condiciones de vida de las sociedades. Dentro de esas medidas se brinda especial atención al desarrollo humano, que no solamente engloba las necesidades económicas, sino también las intelectuales y culturales. Por eso, un país en desarrollo debería ofrecer una mejor formación a sus ciudadanos y una guía para que las capacidades adquiridas de dicha formación pueden ser llevadas a la experiencia laboral, ejerciendo una actividad eficiente en lo económico, social, cultural y político. Los conceptos que están íntimamente relacionados con el desarrollo económico son: aumento del ingreso real per cápita y aumento de la productividad per cápita real en todas las ramas económicas que se encuentren afectadas.

### Objetivos

#### *General*

Analizar que los impuestos son un factor primordial en el desarrollo de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas del Municipio de Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México.

#### *Específicos*

Analizar los antecedentes de los Impuestos en México.

Comprobar el impacto que tienen los impuestos en el desarrollo económico de las MIPYMES.

### Hipótesis

La carga tributaria de los impuestos aplicada a las Micro, Pequeñas y Medianas Empresa (MIPYMES), es un factor que frena el desarrollo económico y duradero de los negocios en el Municipio de Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México.

#### *Variables:*

Impuestos (I)

Desarrollo Económico de las Mipymes (D)

## DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO

El estudio de los impuestos como factor que interviene en el desarrollo económico de las Mipymes del Municipio de Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México, precisa de un conocimiento de las variables que son relevantes para el logro de los objetivos, en este apartado se presenta la metodología que seguirá la investigación tanto para recolectar la información como para la utilización de la técnica para dar respuesta a la hipótesis de investigación.

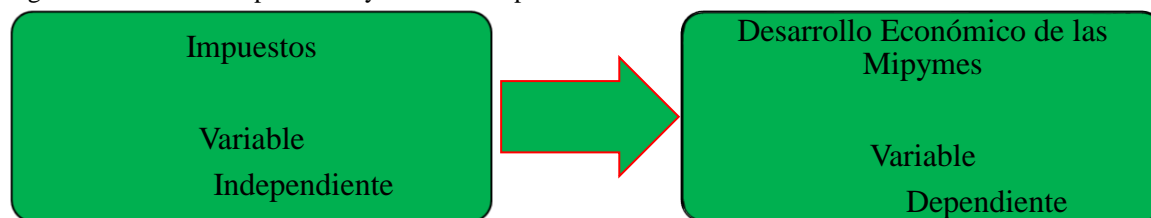
*Tipos de investigación:* Al tomar en cuenta la clasificación de los tipos de investigación y después de analizar cada una de ellas, se determina que la presente investigación es descriptiva.

*Diseño de la investigación:* La investigación tiene un diseño mixto, conformado por un estudio cuantitativo y cualitativo no experimental de tipo longitudinal de tendencia, el cual se realiza sin manipular deliberadamente variables mediante la recolección de datos a través del tiempo. (Hernández, 2006).

#### *Variables de la investigación*

La hipótesis de investigación, es una hipótesis correlacional bivariada parcialmente explicativa, el desarrollo económico de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MIPYMES), depende de la carga tributaria de los impuestos (como una condición necesaria pero no suficiente).

Figura 1. Variable Independiente y Variable Dependiente



Fuente: Elaborado por el investigador, 2020.

*Operacionalización de las variables:* Para operacionalizar las variables se diseñó un cuestionario que abarcó cuarenta y cinco preguntas, en donde se incluyeron preguntas para medir la afectación de los impuestos en el desarrollo económico de las Mipymes, así como del conocimiento que tiene la población sobre los impuestos.

*Logística de campo:* En este apartado se consideran los siguientes aspectos, tamaño de la muestra, cuestionario, recolección de información y el análisis de la información.

*Unidad de análisis:* La unidad de análisis es el Centro Histórico del Municipio de Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México y los actores principales son las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MIPYMES).

*Trabajo de campo:* La investigación de campo se realiza con la finalidad de recopilar información de los propietarios de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MIPYMES) del Centro Histórico del Municipio de Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México.

*Tamaño de la muestra:* Para la presente investigación, el tamaño de la muestra se calculó con base en la muestra probabilística, ya que es esencial en los diseños de investigación transaccionales, tanto descriptivas como correlacionales-causales. Es probabilística porque todos los elementos de la población tienen una probabilidad de ser elegidos. Las unidades o elementos muestrales tendrán valores muy parecidos a los de la población, de manera que las mediciones en el subconjunto darán estimados precisos del conjunto mayor. (Hernández, 2006).

*Cuestionario:* Para la recolección de datos se implementó un cuestionario el cual consiste en un conjunto de preguntas respecto a una variable a medir, el contenido de las preguntas se elaboró con base a saber si los impuestos que aplica el gobierno, les está trayendo un beneficio o perjuicio a las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MIPYMES), afectando su desarrollo económico.

El cuestionario abarca 45 preguntas, donde se incluyen varias alternativas de respuestas, preguntas abiertas y cerradas, las cerradas nos permitieron codificar las respuestas, se realizó una prueba piloto al azar para determinar el grado de entendimiento a las preguntas por parte de los encuestados, para posteriormente hacer las modificaciones pertinentes.

*Análisis de datos:* Una vez realizado el trabajo de campo, se concentró la información en una base de datos, el siguiente paso fue analizar los datos, posteriormente la base de datos se manejó el programa SPSS (Statistical Package for the Social o Paquete Estadística para las Ciencias Sociales).

*Comprobación de la hipótesis*

Con la finalidad de comprobar la hipótesis de que: La carga tributaria de los impuestos aplicada a las Micro, Pequeñas y Medianas Empresa (MIPYMES), es un factor que frena el desarrollo económico y duradero de los negocios en el Municipio de Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México, determinándose como variable independiente a los Impuestos (I) y la variable dependiente Desarrollo Económico de las Mipymes (D).

## ANÁLISIS Y RESULTADOS

*Resultados del trabajo de campo:* Resultados de la encuesta aplicada a los comerciantes del Centro Histórico de la Ciudad de Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México.

Una vez operacionalizadas las variables, los resultados se trabajaron con el programa SPSS20, dándole un valor a cada respuesta, haciéndose la matriz de resultados. De una muestra de 98 cuestionarios con 45 preguntas cada uno se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 1. Conocimiento de los impuestos

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
0	33	33.7	33.7	33.7
Válidos 1	65	66.3	66.3	100.0
Total	98	100.0	100.0	

Fuente: Elaborado por el investigador con datos obtenidos de la encuesta, 2020.

Relacionado al si el encuestado sabe qué impuestos paga de su negocio, el 33.7% contestó que no sabe y el 66.3% contestó que sí sabe qué impuestos tiene que pagar por su negocio.

Referente a quién debe contribuir con los impuestos, se observa en la tabla dos que hubo diversas respuestas:

Tabla 2. Quien Contribuye con los impuestos

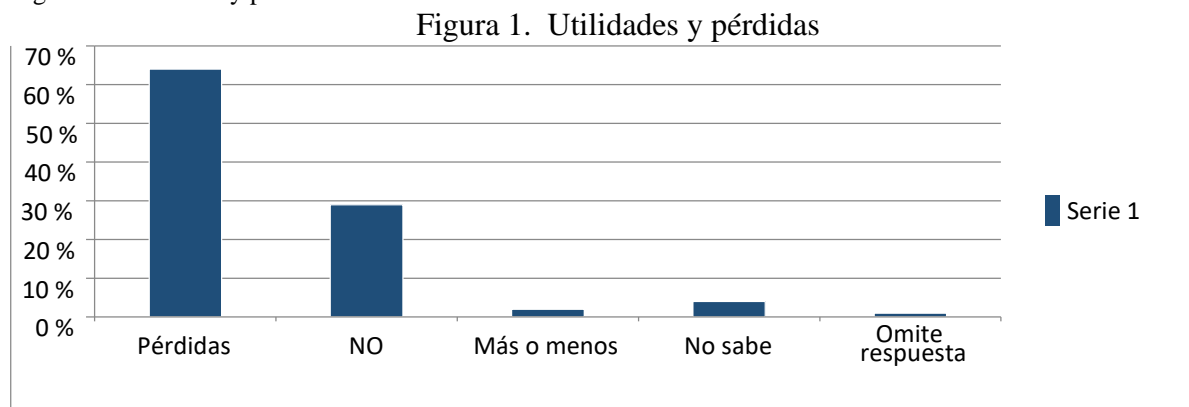
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
1	10	10.2	10.2	10.2
2	23	23.5	23.5	33.7
Válidos 3	58	59.2	59.2	92.9
4	2	2.0	2.0	94.9
20	5	5.1	5.1	100.0
Total	98	100.0	100.0	

Fuente: Elaborado por el investigador con datos obtenidos de la encuesta, 2020.

El 10.2 % contestó que las pequeñas empresas; el 23.5% que las medianas empresas; el 59.2% que todos deben de contribuir; el 2% contestó que no sabe y el 5.1% omitió la respuesta.

*Utilidades y pérdidas:* En la figura 1, se observan los resultados de la contestación a la pregunta: si el pago de los impuestos les genera más pérdidas que utilidades, por lo que el 64.3 % contestó que sí les genera más pérdidas; el 29.6 % contestó que no les genera pérdidas; el 2 % contestó que más o menos, el 3.1 % contestó no saber; y el 1 % omite respuesta.

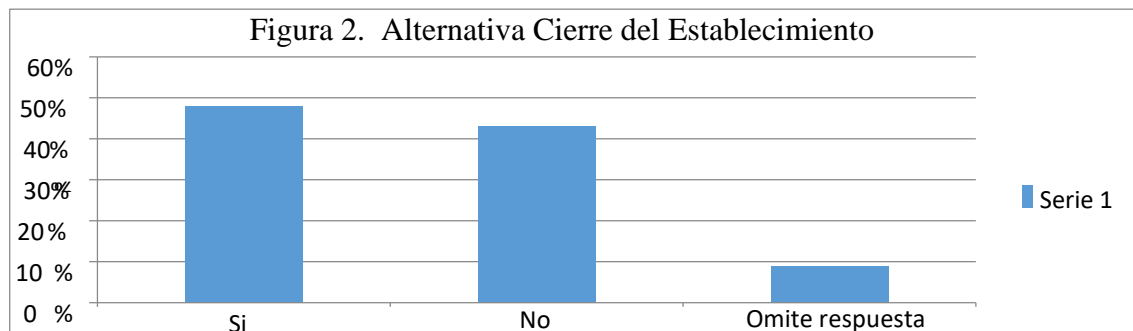
Figura 1. Utilidades y pérdidas



Fuente: Elaborado por el investigador con datos obtenidos de la encuesta, 2020.

*Cierre del establecimiento, porque el pago de los impuestos frena el desarrollo económico de su empresa.*  
Desde la alternativa del empresario se le preguntó, que, si cerraría su establecimiento porque el pago de los impuestos frena el desarrollo económico de su empresa, por lo que el 48 % contestó que sí iba a cerrar su establecimiento, el 43 % que no; el 9 % omite respuesta.

Figura 2. Alternativa Cierre del Establecimiento



Fuente: Elaborado por el investigador con datos obtenidos de la encuesta, 2020.

### CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación lo realizamos con la finalidad de que cualquier persona microempresaria se dé cuenta de que el desconocimiento de la carga tributaria, por pequeña que aparentemente sea, es en perjuicio de su negocio; y que al final de cuentas a las MIPYMES se les transforma en molestias económicas e incómodas las actitudes que aplica la autoridad hacendaria. Convirtiéndose así los impuestos, como gravámenes que frenan el desarrollo económico de las MIPYMES, manteniéndolos sin crecimiento o al poco tiempo tienden a desaparecer.

También, se analizó el marco teórico, en donde de acuerdo a los resultados de esta investigación en las MIPYMES, no se aplicaron los principios constitucionales de Proporcionalidad y Equidad, que marca el Artículo 31, Fracción IV, puesto que la proporción significa que: las contribuciones deben estar en proporción con la capacidad contributiva de los sujetos pasivos y la equidad, consiste en que los sujetos pasivos reciban un trato igual, lo que se traduce en que las leyes tributarias deben tratar igual a los iguales y desigual a los desiguales. Comprobándose con estos términos constitucionales, que les han dado el mismo tratamiento a los grandes contribuyentes o a los que tienen capacidad contributiva, con la gran mayoría de los microempresarios que es en donde reside la gran carga tributaria. En la práctica, los grandes contribuyentes sólo representan el 5% del padrón fiscal que contribuye al presupuesto de ingresos con un 6 % de impuestos, y el resto lo conforman los demás contribuyentes que en su gran mayoría son las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MIPYMES) y que no cuentan con grandes firmas de asesores para planear y tener estrategias fiscales y no pagar, no es así con las grandes empresas que sí cuentan con estos recursos y capacidad económica para solventarlos.

En los aspectos metodológicos de la investigación, referente a la hipótesis, concluimos que la carga tributaria de los impuestos aplicada a las Micro, Pequeñas y Medianas Empresa (MIPYMES), sí es un factor que frena el desarrollo económico y duradero de los negocios en el Municipio de Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México, incrementando el desembolso de los contribuyentes y por consecuencia el aumento en su deterioro económico.

En los resultados de la investigación, nos encontramos con que la gran mayoría de los contribuyentes conocidos como MIPYMES, se dedican a trabajar en su empresa, y el tema de los impuestos le dan poca importancia del: conocimiento de qué conceptos incluye, quiénes lo deben pagar, cuándo lo deben pagar, cuáles son los procedimientos de cálculo y medios de pago, tal vez porque están inmiscuidos en las operaciones de sus empresas, cuando que es de suma importancia tener una cultura de estar informándose constantemente sobre las imposiciones que pretende o establece el Estado hacia los sectores económicos de los cuales depende la economía del país. Sólo resienten las consecuencias de tales impuestos, cuando sus ganancias son disminuidas, como es el caso de los microempresarios del Centro Histórico del Municipio de Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México. Además, muchos han cerrado sus establecimientos

porque ya no pueden más soportar la carga impositiva de los múltiples impuestos, entre otros factores; y al no aplicar el Estado, con justicia la distribución de los ingresos para solventar las necesidades de los que menos tienen y mucho menos fomentar el desarrollo en general de nuestro querido México.

### RECOMENDACIONES

Después de haber realizado esta investigación, proponemos las siguientes recomendaciones:

- a). - Que los tres niveles de gobierno: federal, estatal y municipal, deben darle un trato especial a todo el sector de las MIPYMES, puesto que es en donde recae el mayor monto de recaudación de impuestos, y son los que mayor número de empleos formales ofrecen para el bienestar de los oaxaqueños y de los mexicanos.
- b). - Los propietarios de las MIPYMES, en estos tiempos, además de las múltiples ocupaciones que tienen en su negocio, deben desarrollar una cultura tributaria en donde también, se mantendrán informados sobre todas las modificaciones fiscales, para cumplir con sus obligaciones en tiempo y forma; fomentando un mejor desarrollo económico para sus negocios y sus familias en una mejor calidad de vida.

### BIBLIOGRAFÍA

Archundia Fernández Emigdio. Tesis Doctoral de Ciencias Sociales. El impacto tributario de la economía informal en México. En busca de una propuesta estructural.

Código Fiscal de la Federación 2019.

Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos 2019.

De la Garza, Sergio F. (1990) Derecho Financiero Mexicano, 16a. Edición, Editorial Porrúa S.A. México.

Enciclopedia Jurídica Omeba, T. XV, (1961) Editorial Bibliográfica Argentina, Buenos Aires.

Escobar Ramírez Germán. (1997) Principios de Derecho Fiscal, ed. OGS

Editores, S.A. de C.V. 2da Edición. Puebla. Flores Zavala Ernesto. "Elementos de Finanzas Públicas Mexicanas", Ed. México D.F. 1946.

Gabino Fraga, Derecho Administrativo, (1986) Editorial Porrúa, 5a. Edición, México.

Hernández, R., Fernández, C, y Baptista L. (2008) Metodología de la Investigación, 4ª. Edición, Mc Graw Hill, México, D.F.

<http://www.cpware.com/web/info/navegador/dictamenescamaradediputados2007/noticias/20070925conseler.htm>

<http://www.eumed.net/tesis/2010/eaf/porque%20del%20nacimiento%20del%20IETU%20y%20del%20IDE%20y%20su%20posible%20derogacion.htm>.

INEGI. (Instituto Nacional de Estadística y Geografía).

Ley de Impuesto al Valor Agregado 2019.

Ley del Impuesto Sobre la Renta, 2019.

López Méndez, Ricardo. (2003) Estampas de Historia de México, Comisión Nacional de Libros de Texto Gratuitos.

Margasin Manautou, Emilio. (1997) Introducción al Estudio del Derecho Tributario Mexicano, Décimo Tercera Edición, Editorial Porrúa, S.A. México.

Rosas Aniceto, Roberto Santillán. (1962) "Teoría General de las Finanzas Públicas y el

Caso de México". Escuela Nacional de Economía, México D.F.

Uresti Robledo, Horacio (1995) Los Impuestos en México, Tax Editores Unidos, S.A. de C.V. Monterrey, Nuevo León.

Velasco, Jesús. (1978) Historia de México, Volumen 2 y 3 Salvat Editores, México.



# NIF –A 2 POSTULADOS BÁSICOS, CAMBIOS EN LA NUEVA NORMALIDAD PARA LA ESTRUCTURA DEL SISTEMA CONTABLE

Ma. Beatriz Rangel Terán, Verónica Sánchez Arellano, Hugo Gilberto Carrillo Pérez

**Resumen** - Las entidades tienen como finalidad desarrollar entornos sociales, económicos, financieros y ahora ambientales y de salud. Como parte de los cambios, las entidades ahora deberán encargarse de eliminar impactos ambientales que respondan a las demandas tanto sociales económicas y de salud del entorno al que correspondan. En lo que respecta a la aplicación de la NIF A-2 que tiene como finalidad definir los postulados básicos sobre los cuales debe operar el sistema de información contable de las entidades se deberá de adaptar los postulados a un nuevo entorno económico que contempla nuevas modalidades de aplicación, derivado de la pandemia y que han contribuido a concientizar las medidas y formas de adaptar las entidades al nuevo entorno, que implicarán cambios y aplicaciones para una nueva modalidad, que procure cuidar la aplicación contable con nuevas adaptaciones para la salud.

**Palabras clave**— entornos, económicos, financieros ambiente y salud.

## Introducción

En lo que corresponde a la nueva normalidad de las personas, como de supervivencia de las empresas, y procurando cuidar y mejorar los impactos ambientales que respondan a la salud del sector humano a fin de procurar la vida, es de suma importancia encausar a un fin común el tratamiento con las empresas, que requerirán entornos adecuados para eliminar impactos ambientales, económicos y de salud. Los postulados básicos tienen como objetivo definir los fundamentos que rigen el ambiente en que opera el sistema de información contable.

Aunado a las expectativas de vida de las personas como de las empresas o instituciones y como parte del compromiso con la vida en nuestra sociedad realizaremos un estudio breve de los fundamentos en el marco conceptual e incluso sobre las necesidades de los mismos usuarios de la información financiera

Las Normas de Información Financiera servirán de fuente, para sustentar la investigación que a continuación se presenta.

## Objetivo:

Analizar los postulados Básicos y su aplicación en el entorno de la Nueva Normalidad en algunas pequeñas empresas para determinar la adaptación y los cambios a aplicar para permitir sin dificultad a las personas, integrarse bajo una nueva cultura de vida más ordenada, que responda a las demandas y necesidades económicas, financieras y de salud.

## Metodología

En un proceso de investigación, la metodología es una de las etapas en que se divide la realización de un trabajo, en ella, el investigador o los investigadores deciden el conjunto de técnicas y métodos que emplearán para llevar a cabo las tareas vinculadas a la investigación.

La metodología de investigación elegida es la que va a determinar la manera en que el investigador recaba, ordena y analiza los datos obtenidos.

Dentro del proceso de investigación se realizará una investigación exploratoria, cualitativa permitiendo conocer las características de los posibles cambios de aplicación en las empresas, derivados de la aplicación de la nueva normalidad en las empresas, procurando y respetando la vida, en un nuevo entorno de convivencia humana.

Utilizaremos la investigación cualitativa para verificar la implementación e integración de los postulados en la empresa como parte de las nuevas indicaciones que promueven la salud, como una nueva forma de cuidado de las personas de forma interna, como externa, procurando el bienestar común social y empresarialmente.

Así mismo se utilizará la observación y la experiencia de los docentes en la aplicación de los postulados en los nuevos entornos que requerirán de pequeños y grandes cambios, para procurar la vida de los usuarios de la información, que permita estructurar y sustentar el resultado de la investigación.

Se recaba información a través de la investigación, encuestas y por la práctica profesional.

**Reseña de las dificultades de la búsqueda**

La principal dificultad es precisamente la salida a la nueva normalidad, sobre todo considerando los riesgos de contagio al recopilar la información de forma presencial.

**Marco teórico**

**REFERENCIAS**

El gobierno de México (2020) en la encuesta nacional sobre productividad y competitividad de las micro, pequeñas y medianas empresas (ENAPROCE) 2018, informa que existen mas de 4.1 millones de empresas clasificadas en los sectores productivos, comercio y servicios privados no financieros distribuidos de la siguiente manera:

Tipo de empresa	No. de empresas
Microempresas	4,057,719
Pequeñas y medianas empresas	113,036
Total	4,170,755

Tabla INEGI septiembre de 2019

**1.1 Covid -19**

La Organización mundial de la salud define el Covid- 19 “Es una enfermedad infecciosa causada por el coronavirus que se ha descubierto mas recientemente. Tanto este nuevo virus como la enfermedad que provoca eran desconocidos antes de que estallara el brote en Wuhan, China em diciembre de 2019. Actualmente la covid-19 es una pandemia que afecta a muchos países de todo el mundo”

El Coronavirus son una extensa familia de virus que pueden causar enfermedades tanto en animales como en humanos, se sabe que varios coronavirus causan infecciones respiratorias que pueden ir desde el resfriado común hasta enfermedades mas graves como el síndrome respiratorio de oriente medio (NERS) y el síndrome respiratorio agudo severo (SRAS).

¿Cómo se propaga el COVID-19?

Una persona puede contraer la Covid-19 por contacto con otra que este infectada por el virus. La enfermedad se propaga principalmente de persona a persona a través de las goticulas que salen despedidas de la nariz o la boca de una persona infectada al toser, estornudar o hablar. Estas goticulas son relativamente pesadas, no llegan muy lejos y caen rápidamente al suelo. Una persona puede contraer la covid-19 si inhala las goticulas procedentes de una persona infectada por el virus. Por eso es importante mantenerse al menos a un metro de distancia de los demás. Estas goticulas pueden caer sobre los objetos y superficies que rodean a las personas como mesas, pomos y barandillas, de modo que otras personas pueden infectarse si tocan esos objetos o superficies y luego se tocan los ojos, la nariz o la boca. Por ello es importante lavarse las manos frecuentemente con agua y jabón o con un desinfectante a base de alcohol.

**1.2 Postulados básicos NIF A-2**

La base para la información financiera lo establecemos de la siguiente manera, postulados básicos aplicadas para 2020, establecidas por la CINIF.

**SUSTANCIA ECONÓMICA**

La sustancia económica debe prevalecer en la delimitación y operación del sistema de información contable, así como en el reconocimiento contable de las transacciones, transformaciones internas y otros eventos, que afectan económicamente a una entidad.

#### ENTIDAD ECONÓMICA

La entidad económica es aquella unidad identificable que realiza actividades económicas, constituida por combinaciones de recursos humanos, materiales y financieros, conducidos y administrados por un único centro de control que toma decisiones encaminadas al cumplimiento de los fines específicos para los que fue creada; la personalidad de la entidad económica es independiente de la de sus accionistas propietarios o patrocinadores.

#### NEGOCIO EN MARCHA

La entidad económica se presume en existencia permanente, dentro de un horizonte de tiempo ilimitado salvo prueba en contrario, por lo que las cifras en el sistema de información contable representan valores sistemáticamente obtenidos, con base en las NIF. En tanto prevalezcan dichas condiciones, no debe determinarse valores estimados provenientes de posición o liquidación de conjuntos de los activos netos de la entidad.

#### DEVENGACIÓN CONTABLE

Los efectos derivados de las transacciones que lleva a cabo una entidad económica con otras entidades, de las transformaciones internas y de otros eventos, la han afectado económicamente deben reconocerse contablemente en su totalidad, en el momento en el que ocurren, independientemente de la fecha en que se consideren realizados para fines contables.

#### ASOCIACIÓN DE GASTOS Y COSTOS CON LOS INGRESOS

En términos generales, los costos y gastos deben identificarse con el ingreso que originaron independientemente de la fecha en que se paguen.

#### VALUACIÓN

Los efectos financieros derivados de las transacciones transformaciones internas y otros eventos que afecta económicamente a la entidad, deben cuantificarse en términos monetarios, atendiendo a los atributos del elemento a ser valuados, con el fin de captar el valor económico mas objetivo de los activos netos.

#### DUALIDAD ECONÓMICA

La estructura financiera de una entidad económica esta constituida por los recursos de los que dispone para la consecución de sus fines y por las fuentes para obtener dichos recursos, ya sean propias o ajenas.

#### CONSISTENCIA

Ante la existencia de operaciones similares de una entidad, debe corresponder un mismo tratamiento contable, el cual debe permanecer a través del tiempo, en tanto no cambie la esencia económica de las operaciones.

### 1.3 ISO 26000

La norma ISO 26000 ofrece una guía en responsabilidad social corporativa (RSC o RSE), esta diseñada para hacer utilizada por organizaciones de todo tipo, tanto en los sectores público como privado, en los países desarrollados y en desarrollo, así como en las económicas en transición.

Para las organizaciones la sostenibilidad de los negocios significa no solo el suministro de productos y servicios que satisfagan al cliente haciéndolo sin poner en peligro el medio ambiente sino también operar de una manera socialmente responsable.

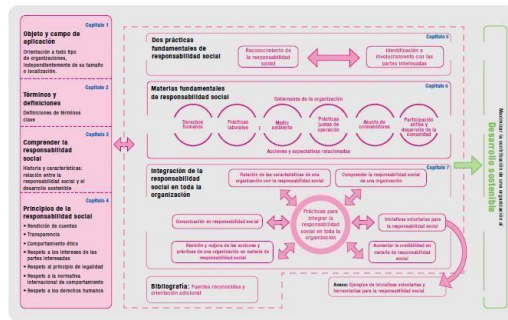
Los principios de la ISO 26000 son los siguientes:

- Rendición de cuentas
- Transparencia
- Comportamiento ético
- Respeto a los intereses de las partes interesadas
- Respeto al principio de legalidad
- Respeto a la normativa internacional de comportamiento
- Respeto a los derechos humanos.

ISO 26000, nos presenta siete materias fundamentales que forman siete ejes de actuación:

1. Gobernanza de la organización
2. Derechos humanos
3. Prácticas laborales
4. El medio ambiente
5. Prácticas justas de operación
6. Asuntos de consumidores
7. Participación y desarrollo de la comunidad

El siguiente gráfico presenta la estructura de la norma ISO 26000, para la aplicación de las entidades.



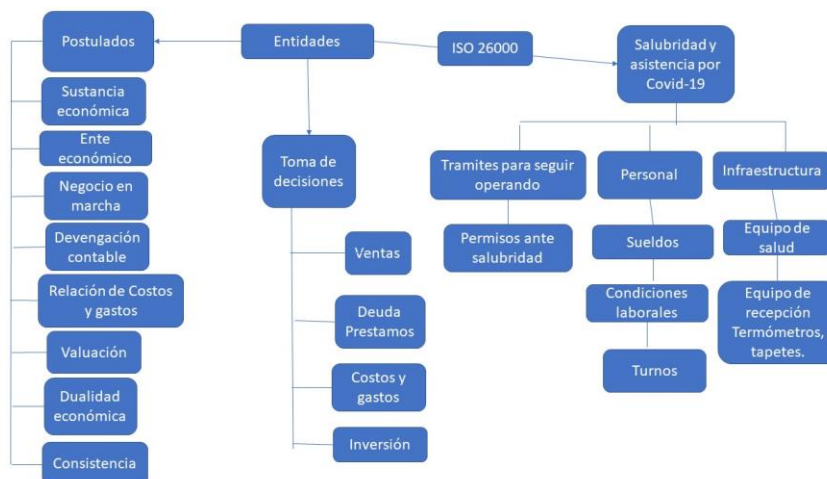
**Tabla 2 Responsabilidad social**

## RESULTADOS

Ante la contingencia COVID-19 las empresas se ven en la necesidad de buscar estrategias financieras, para su permanencia o crecimiento en su producción y sus ventas, las empresas deben hacer readaptaciones en la aplicación de los postulados básicos a fin de enlazar los cambios en el personal, la infraestructura y sobre todo la inversión que tendrán que hacer y como afecta la información financiera, estos cambios estructurales.

Una de las estrategias que establecemos en esta investigación es la implementación de la ISO 26000 como un punto de inserción a nueva normalidad, en donde el compromiso social sea considerado como un factor primordial, en su desempeño de sus actividades para el cuidado de las personas. Se presentan los factores que se deberán considerar para el trabajo del área contable y financiera en la nueva normalidad.

## PROPUESTA DEL SISTEMA CONTABLE ANTE LA NUEVA NORMALIDAD



## 2.1 ISO 26000 en las empresas

Como hemos dicho ISO 26000 pretende ayudar a todo tipo de organización a operar de una manera socialmente responsable al proporcionar orientación sobre:

- Conceptos, términos y definiciones relacionados con la responsabilidad social
- Antecedentes, tendencias y características de la responsabilidad social
- Principios y prácticas relativas a la responsabilidad social
- Materias fundamentales y asuntos de responsabilidad social
- Integración, implementación y promoción de un comportamiento socialmente responsable a través de toda la organización y a través de sus políticas y prácticas, dentro de su esfera de influencia
- Identificación y compromiso con las partes interesadas
- Comunicación de compromisos, desempeño y otra información relacionada con la responsabilidad social

ISO 26000 contiene guías voluntarias, pero ante la situación de pandemia en donde la responsabilidad social del cuidado de las personas debe ser prioritario. Comúnmente no es una norma de certificación, sin embargo es necesario procurar la vida y el cuidado de las personas.

Ante esta situación las empresas en el aspecto contable deberán considerar implementar las guías voluntarias ante la situación de la pandemia en donde el empresario a través de sus operaciones, como son las transacciones, transformaciones internas y otros eventos se ven afectados por las nuevas inversiones y gastos que debe realizar para la integración a la nueva normalidad en el desempeño de las funciones operativas.

## 2.2 Estructura contable

### 2.2.1 Sustancia económica

Es aquí en donde vemos aplicados los postulados básicos por una parte la sustancia económica, en donde prevalece la delimitación y operación de la información contable, al considerar el reconocimiento de las inversiones que afectan económicamente a una entidad.

Uno de los aspectos a considerar ante esta pandemia es el cuidado de las personas en donde se le procuren los implementos necesarios a los trabajadores a fin de desarrollar sus funciones específicas, por mencionar algunas, el proveer de uniformes especiales, caretas, cubrebocas, gel antibacterial, inclusive adecuar las instalaciones, para cuidar la sana distancia.

También es necesario establecer horarios de trabajo que sean accesibles, dando cumplimiento a la productividad, y satisfaciendo la necesidad de los clientes.

### 2.2.2 Entidad económica

La readaptación que debe realizar las entidades ahora es el registro ante el R.F.C., el registro ante el IMSS, y los permisos necesarios ante salubridad para operar atendiendo las medidas sanitarias establecidas. A fin de combinar los recursos humanos, materiales de salud y financieros, encaminados al cumplimiento de los fines específicos.

Cumplir con las medidas de salubridad entre ellos comprometerse en el cuidado del personal, es aquí en donde se da la importancia de incluir la ISO 26000, comprometerse en el ámbito social y sostenible, garantizando el equilibrio entre el crecimiento económico el cuidado del medio ambiente y el bienestar social.

### 2.2.3 Negocio en Marcha

La entidad económica debe considerar que prevalezca la información financiera, por lo que no debe incluir presupuestaciones, sino efectos reales, que permitan la continuidad del ente económico, es decir su existencia permanente, mientras realice las operaciones y la afecten en su información financiera.

### 2.2.4 Devengación contable

En cuanto a devengación contable se deberá reconocer en su totalidad las transacciones, transformaciones internas y otros eventos, que le afectarán económicamente en el momento en que ocurran, independientemente de la fecha en que se consideren realizados para fines contables, es decir debes de registrar en su contabilidad sus operaciones en el momento en que tu obtienes tu evidencia, es decir la factura electrónica que ahora el código fiscal establece en su artículo 29-A.

### **2.2.5 Relación de costos y gastos con los ingresos. Valuación**

Deberán identificarse directamente con las ventas que la empresa realiza, considerando también el postulado de valuación por los efectos financieros derivados de las transacciones, transformaciones internas y otros eventos, así como ahora los gastos necesarios e indispensables en esta nueva normalidad, es decir cuantificarlos en términos monetarios.

### **2.2.6 Dualidad económica**

Incluyendo los recursos de los que dispondrá para la consecución de sus fines, así como las fuentes para obtener dichos recursos correspondiendo al postulado de la dualidad económica.

Esta nueva normalidad incluye las deudas que por cierre las empresas tuvieron que recurrir, por la falta de las ventas, estos deben ser incluidos por los compromisos que como empresas deben enfrentar, afectando su liquidez y solvencia, que afectan la situación económica y financiera, incluyendo así el costo de financiamiento.

### **2.2.7 Consistencia**

La importancia de la contabilidad radica en identificar la aplicación del criterio prudencial, siendo ético en su actuar profesional con respecto a la contabilidad y la transparencia de la información, dentro de este postulado permite incluir el mismo trato contable a través del tiempo, de ser necesario se podrán realizar adecuaciones que en estos momentos pudieran justificarse ante la nueva normalidad.

## **Comentarios Finales**

### **Conclusiones**

Ha sido importante considerar integrar la norma ISO 26000, en los esfuerzos de normalización alrededor de la sostenibilidad en el ámbito de empresas y organizaciones pues ofrecen guía para abordar y poner en práctica la responsabilidad social y orientarlas a la meta de maximizar su contribución al desarrollo sostenible y la procuración de la vida.

El tema de salud en este SIGLO XXI, a sido determinante para las empresas sobre todo por que ha generado un desequilibrio económico, ambiental y social. Incluyendo mayores inversiones, menos ventas y mas costos y gastos, el reto es el permanecer ante esta crisis económica en la que se a afectado a las entidades a nivel nacional e internacional. Los postulados básicos, en el proceso contable permiten integrar información ordenada y sustentada en las transacciones, transformaciones internas y otros eventos en la que deben operar las empresas, integrando las adecuaciones con nuevas normativas a fin de equilibrar la productividad, sustentabilidad y salud, llegando a acuerdos con los empleados y requerimientos que establece el sector salud.

El ente económico por medio de esta información toma decisiones, que le permitirán generar acciones encaminadas al crecimiento y desarrollo, ante el covid, para la sustentabilidad del negocio.

## **Referencias bibliográficas**

Síntesis y comentarios de las NIF, IMCP, 2020

Organización mundial de la salud <https://www.who.int/es/emergencias/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/q-a-coronaviruses>

Hernandez, L (2016) Entorno y empresa, Revista de ciencias sociales (Ve) XXII (2), 6-7, ISSN: 1315-9518, disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=280/28049145001>

Cámara de Diputados (2020) Código fiscal de la federación <https://www.diputados.gob.mx>

<https://www.ecointeligencia.com/2015/07/iso-26000/>

<https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enaproce/2018/doc/ENAPROCE2018Pres.pdf>



# Sector artesanal con aspiraciones a la sustentabilidad económica tras el rescate, difusión y comercialización de la cerámica

MTRA. D.M. Nora Virginia Rayas Monjaraz<sup>1</sup>

**Resumen.** - El sector artesanal en México es clave en la cultura y las raíces expresan las características principales de cada estado o región, puesto que refleja la diversidad cultural y la riqueza creativa de sus pueblos y antepasados (Cortés, Luna, Medina, & Treviño, 2016). En ese sentido, la riqueza cultural podría perderse si no se fomenta la actividad entre la población más joven, así como a la falta de difusión, organización y apoyo al sector con ingresos dignos (Sales F. H., 2013), por lo que es importante, las actividades de los artesanos se profesionalicen a través de la innovación, modelación de producción artesanal y mejora de sus diseños. Por su parte, el presente artículo es un estudio exploratorio descriptivo, que se centra en mostrar la situación comercial, y económica que ostenta el mercado de artesanías de Dolores Hidalgo, Guanajuato. Para contextualizar el objeto de estudio, como marco de referencia, se realiza investigación documental que muestra la situación actual y retos de las artesanías en México, pues pretende poner de relieve las áreas de oportunidad que presenta la comercialización de cerámica Dolorense, a través de la identificación de las necesidades del sector.

**Palabras Clave:** sector artesanal, situación económica, comercialización de artesanías.

## Introducción

La industria cultural constituye uno de los sectores más importantes en los países Iberoamericanos (SEDECO, 2018), México es uno de ellos y tiene 62 etnias, cada una de ellas cuenta con sus características de arte popular, que representan a los diversos estados. De acuerdo con ProMéxico, el comercio de las artesanías mexicanas es privilegiado, debido a que cuenta con texturas y patrones tradicionales que han sido bien recibidos en zonas turísticas nacionales e internacionales, pues las artesanías expresan la riqueza cultural de México (FORBES, 2018). Por esta razón, las artesanías mexicanas son conocidas a nivel internacional, aunque aportan poco al PIB nacional el (0.11%), sin embargo, son el medio de sustento principal para el 0.78% de las familias mexicanas (Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI, 2016). De acuerdo con el Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública (CESOP, ver Sales, 2013), citado en (Cortés, Luna, Medina, & Treviño, 2016). Estas familias cuya principal fuente de ingresos la encuentran en el sector artesanal, viven en la vulnerabilidad social, pues familias completas viven directamente de este trabajo, generando además empleo a muchas otras personas que surten de materias primas a los talleres artesanales o a los comerciantes que venden las artesanías, pues según la encuesta nacional de empleo se tuvo ingresos menores a un salario mínimo en el primer trimestre del 2011 (Hernández D. , 2013), situación que no ha cambiado mucho, pues a la fecha se registra un promedio de 2 a 5 salarios mínimos (ENOE, 2020). Situación que pone de manifiesto la necesidad de dignificar la actividad artesanal, así como superar aspectos como la piratería y los problemas de comercialización, a fin de ofrecer productos auténticos y de verdadera tradición en los distintos mercados, lo que contribuirá al posicionamiento del sector.

## Antecedentes

La producción artesanal en México representa una pequeña porción de la economía global, esto se debe a la realidad que vive el sector artesanal, puesto que las posibilidades de acceso a la educación en este segmento es bajo, aunado a la falta de mecanismos de producción, así como de cultura y visión de vida de los artesanos, son factores que retrasan el crecimiento del sector (Colección de Tesis Digitales UDLAP, 2020). Por su parte, la directora del Centro Daniel de la Borbolla, institución privada que fomenta las artesanías, destacó la labor que realiza el sector civil y privado en el sector y consideró que debe ser impulsado (Ruiz, 2013). Por lo que una de las Instituciones que promueven las artesanías en México, es el FONART (Fondo Nacional para el Fomento de las Artesanías), sin embargo, la reglas internas del Fondo limitan su campo de acción al focalizar su actividad en aquellos artesanos en pobreza extrema e inhibe su apoyo a proyectos que requieran fortalecer sus técnicas y comercialización (Hernández D. , 2013). Por lo que debería verse como un programa que permita detonar un proyecto de desarrollo que se transforme en un modelo de industria, de empresa, de comercialización y de financiamiento (Verver & Vargas, 2013). En ese sentido la Ley revisada en CESOP pone a la microindustria y a las artesanías juntas, no obstante, el sector público se encuentra posicionado en la Secretaría de Desarrollo Social, es decir, el sector no es homogéneamente tratado; puesto que en algunos estados el sector se vincula a la Secretaría de Economía, en otros a la Secretaría de Desarrollo Social y en otros a la Secretaría de Turismo, hay incongruencia en

---

<sup>1</sup> Nora Virginia Rayas Monjaraz. MDM. Maestra en Dirección y Mercadotecnia, profesora de Desarrollo de Negocios área Mercadotecnia, en la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato, México. [norarayas@utng.edu.mx](mailto:norarayas@utng.edu.mx), consultora en el Centro de Innovación y Desarrollo de Empresas del Norte de Guanajuato, perfil deseable PRODEP.

la política pública que se aplica, lo que hace evidente un nuevo marco jurídico de las artesanías en México (Verver & Vargas, 2013).

Por otra parte, Dolores Hidalgo, Cuna de la Independencia Nacional, es uno de los 46 municipios del Estado Mexicano de Guanajuato. Se ubica en la región norte-centro de su territorio y tiene una extensión de 1656,18 km<sup>2</sup>. De acuerdo con el censo del año 2015, la población asciende a 152,113 a nivel municipal. En donde aproximadamente el 38 % de la población total está dentro del rango de económicamente activa, habiendo una tasa de ocupación cercana al 99,05 %. Con una participación masculina del 68,06 % y una femenina del 31,94 %. La principal actividad es el sector primario, siguiéndole en importancia los que trabajan en la industria y el comercio, lo cual implica en estos dos últimos casos, la actividad relacionada con la producción y venta de piezas de cerámica (SEDESHU, 2012). En el municipio de Dolores Hidalgo se tienen más de 1 mil 780 talleres de Mayólica y Alfarería, en donde laboran 35 mil 500 personas, el 70 por ciento de la producción de cerámica se comercializa en el mercado nacional y el 30 por ciento se exporta, principalmente a Estados Unidos y Canadá (Desarrollo económico incluyente, 2016). No obstante, una de las causas que están afectando al sector, es la producción de imitaciones en China, al tener abundancia de mano de obra y las artesanías ser intensivas en este mismo factor de producción, está arrebatándole mercado a los artesanos mexicanos (Ortiz, 2013). Esto es lo que provoca que cada vez menos gente esté interesada en dedicarse a ser artesano, poniéndolo en peligro de extinción, ya que el 80% del artesanado en México se encuentra en el grupo de 40 a 80 años de edad (Cisneros, 2013) citado en (Cortés, Luna, Medina, & Treviño, 2016).

### **Planteamiento del Problema**

La actividad artesanal tiene orígenes prehistóricos, pero con la llegada de la revolución industrial las actividades agrícolas y artesanales fueron relegadas por el nuevo sector industrial, marginando a los grupos vulnerables. Sin embargo, esta actividad sigue vigente, de modo que su producción, realizada en todo el mundo, representa principalmente a la cultura ancestral correspondiente de cada región (Hernández D. , 2013). Por lo que el sector artesanal se clasifica como micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyMEs), las cuales constituyen el 99.8% de las empresas en México y generan el 52% del PIB nacional y el 72% de los empleos formales (Hernández, Pineda y Andrade, 2011). No obstante, uno de los principales retos que enfrenta el sector artesanal mexicano Correa (sf) citada por Sales (2013) para su desarrollo son la dificultad para conservar elementos culturales ancestrales, la penetración de los denominados souvenirs y otros productos que se ofrecen bajo el título de artesanías, que son manufacturados con alta tecnología y de forma masiva, los altos costos de la materia prima y falta de capital por parte de artesanos para proveerse, la presencia de intermediarios, las exigencias del mercado por imponer ciertos diseños ajenos a toda tradición y contexto artesanal nacional.

Por su parte, los jóvenes no participan en la actividad artesanal, ya que el 80% del artesano en México se encuentra en el grupo de 40 a 80 años de edad, obteniendo un ingreso promedio de 1 a 3 salarios mínimo, de acuerdo a los datos de la encuesta ENOE citado en (Sales F. , 2013). Por lo que la reacción de los padres ha sido desalentar a los hijos a continuar la actividad artesanal y promover el estudio de alguna carrera técnica o universitaria que les ofrezca un reconocimiento social y mayores opciones económicas. Es decir, la planta productiva artesanal está envejeciendo y surgen brechas artesanales de una a tres generaciones (Cisneros, 2013). Aunado a que tampoco se cuenta con un censo de enseñanza artesanal ni una existencia que certifique sus saberes. En consecuencia, al no existir un certificador de procesos artesanales, no sólo la organización del sector, sino el propio saber, se difumina. En ese contexto el oficio artesanal no se valora, puesto que es común el regateo por parte de toda la cadena de compradores: el acaparador local, los mayoristas, el de la tienda, el propio turista, el coleccionista y demás consumidores. Problema que no es ajeno al que enfrenta el sector artesanal en la comercialización de Cerámica en Dolores Hidalgo, puesto que artesanos se enfrentan a la piratería o imitación de productos chinos, a la falta de profesionalización del personal que opera, falta de innovación, modelación de producción artesanal y mejora de sus diseños, así como las herramientas y materiales de trabajo.

Por lo que el sector artesanal en México aún debe aspirar a una sustentabilidad económica y a que exista una institución que, vierta sus políticas públicas, promueva legalmente el engarce de las instituciones promotoras de las artesanías con el resto de la economía, especialmente de las pequeñas empresas (Cisneros, 2013). Situación que demanda de la actividad artesanal supere aspectos como la piratería y los problemas de comercialización a fin de ofrecer productos auténticos y de verdadera tradición en los distintos mercados, lo que contribuirá al posicionamiento del sector.

### **Metodología de investigación**

Se lleva a cabo una investigación exploratoria, con la finalidad de contextualizar y delimitar el objeto de estudio mediante investigación documental en fuentes secundarias, con estudios e investigaciones realizadas por la Secretaría de Desarrollo Económico, FONART (Fondo Nacional para el Fomento de Artesanías), CESOP (Centro de Estudios Sociales y de Opinión Pública), SEDESHU (Secretaría de Desarrollo Social y Humano), colección de tesis de la UDLAP (Universidad de las Américas de Puebla) y la Revista de Economía del Tecnológico de Monterrey, con la finalidad de analizar la situación actual y retos de las artesanías en México como marco de referencia en el presente estudio.

Posteriormente, se realiza una investigación de corte cuantitativo, que suministra información sobre el sector artesanal en Dolores Hidalgo. Se diseña un instrumento de recopilación de información semiestructurado con 18 ítems, se aplican 300 encuestas, con un intervalo de confianza del 95% y un grado de error del  $\pm 5\%$ , con referencia a un universo de 1780 talleres de mayólica y cerámica. La técnica de levantamiento de la información es cara a cara, de forma administrada, mediante un muestreo probabilístico por conglomerado, puesto que existe un área natural de la población objeto de estudio, de acuerdo a ubicación del sector artesanal en Dolores Hidalgo, Guanajuato.

### Marco Teórico

La definición de un artesano se remonta a inicios del siglo XX, pues fue entonces cuando se empezó a definir quién es campesino, quién es indígena y quién es artesano, éstos eran considerados así, pues lo que ellos hacen tienen una impresión cultural en sus productos, Ramírez (2013) y Hernández (2013) citado en (Cortés, Luna, Medina, & Treviño, 2016). Por su parte, la palabra artesano según la definición de la REA es una persona que ejercita un arte u oficio meramente mecánico, modernamente para referirse a quien hace por su cuenta objetos de uso doméstico imprimiéndoles un sello personal, a diferencia del obrero fabril (Real Academia Española, 2016). En ese sentido, se deprenden dos tipos de artesanos, el artesano tradicional, como soporte para la conservación y transmisión de la memoria, es anónimo y trabaja comunalmente. Aquí, la enseñanza se transmite en forma oral, es intergeneracional y está determinada por el ambiente de cada región. La actividad artesanal es utilitaria y representa un modo de vida y de trabajo, con procesos productivos y con materiales de la región. El artesano formal urbano busca en la elaboración del objeto también una realización utilitaria. Pero la elaboración de ese objeto tiene aspiraciones y conceptos artísticos con la depuración de la técnica y la experimentación de nuevos materiales, y puede responder a una necesidad de consumo (Cisneros, 2013).

No obstante, la artesanía en México proviene principalmente de sectores marginados, y por lo mismo carecen de un buen censo y no permiten a las instituciones o al mismo gobierno conocer exactamente cuántos artesanos hay, su ingreso, ni las variables que se toman en cuenta en los censos económicos, pues la actividad artesanal ha sido excluida sistemáticamente por el bajo impacto que tiene en el PIB nacional (Cisneros, 2013). Así pues, en la medida en que se pierde la producción para el autoconsumo o para el consumo regional tradicional y surge el consumidor nacional e internacional con la globalización, lo que impacta en la dependencia del productor hacia consumidores que tienen múltiples opciones, no sólo dentro de México sino en el mundo. Por otro lado, también se pierde porque el artesano es un oficio donde no se valora el trabajo, es común el regateo por parte de toda la cadena de compradores, aunado a que no es la actividad preponderante de las familias productoras, sino un complemento, en donde cerca del 80% del artesano tiene de 40 a 80 años de edad; el 15% restante tiene de 25 a 40 y solo se da en 5% del grupo de cinco a 20 años de edad, situación que afecta a la transmisión de la artesanía, pues la planta productiva artesanal está envejeciendo y surgen brechas artesanales de una a tres generaciones; que de acuerdo a un sondeo se proyecta que de ocho a 10 millones de artesanos, ahora quedan sólo entre cuatro y cinco millones (Cisneros, 2013).

Por otro lado, Sol Rubín de la Borbolla directora del Centro Daniel Borbolla afirma que la falta de una legislación a nivel federal que reconozca el valor económico, social y cultural de los artesanos y las artesanías; la falta de articulación de la acción de fomento y promoción gubernamental a nivel federal, estatal y municipal; la piratería, la necesidad de revalorar el trabajo de los artesanos, y a los artesanos mismos, para que dejen de ser catalogados como parte de ese México subdesarrollado; la falta de interés en la investigación desde la academia; y por último, la falta de acceso del sector artesanal a las herramientas tecnológicas hoy disponibles en el mundo globalizado, son temas que deben estar presentes en los programas de rescate, difusión y comercialización de las artesanías en México (Rubín de la Borbolla, 2013). A lo que Cisneros (2013) afirma que se hace necesario un censo nacional de enseñanza artesanal del sector público y privado, que permita la certificación artesanal del sector público, que se promueva el proyecto de Ley de Fomento Artesanal y que se contemple la creación de un instituto mexicano de artesanías que sea un organismo descentralizado a nivel federal, que a su vez, cuente con el apoyo de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público para generar un régimen fiscal especial que pueda otorgar beneficios reales al artesano y permitir que éste transite a la economía formal (Cisneros, 2013).

### Resultados

Las artesanías que se comercializan en Dolores Hidalgo el 60% son de cerámica y alfarería, por su parte, la talabartería con un 18%, como sector alternativo a la actividad principal del municipio, como los más representativos. El 29% de los artesanos tienen de 5 a 10 años practicando el oficio, mientras que el 23% menos de 5 años y el 21% de 10 a 15 años, por lo que se asume que hay entrada de nuevos productores al mercado. De estos, el 43% de los empresarios que comercializan artesanías, refieren que tienen menos de 5 empleados actualmente, seguido del 37% de 5 a 10 y con un 16% de 11 a 20 empleados. Por lo que se visualiza que son micro, pequeñas y medianas empresas (MiPyme). Como parte de las características de la comercialización, refieren que el 79% de los artesanos Dolorenses fabrica y vende sus artesanías, mientras que el 14% solo fabrica y un 7% menciona que compra y revende. El 40% ofrecen venta al mayoreo y menudeo, mientras que el 33% manifiesta que solo al menudeo y un 27% al mayoreo. El 39% de los clientes suelen comprar cada 15 días, el 33% cada 8 días y un 22% una vez al mes. Por lo que se asume que en las ventas al mayoreo son cada 15 días y las de menudeo cada 8, reflejando el volumen de compra promedio. El 41% de los artesanos manifiestan que sus ingresos mensuales en promedio son de entre 10,000 a 20,000, el 37% menos de 10,000 y el 11% de 20,000 a

30,000, por mencionar los más representativos. Refieren que sus clientes provienen del interior de la República el 37%, el 29% del interior del Estado, mientras que el 22% de la localidad y solo un 12% del extranjero. Los artesanos dolorense emplean como medio de promoción y publicidad el asistir a ferias y exhibiciones con un 24%, seguido de ningún medio con el 22%, mientras que con un 21% lo hace por recomendación y un 20% en redes sociales y páginas web. Por su parte, el 61% de los artesanos en Dolores Hidalgo afirman no contar con una marca que les de identidad, puesto que no lo consideran necesario, piensan que es caro, no saben cómo hacerlo, falta de tiempo e interés y que son muchos requisitos. El 78% indica que no exportan sus mercancías fuera del país porque desconocen cómo hacerlo, les falta capital, son muchos requisitos, hay un mercado local amplio, falta de clientes y demanda, no cuentan con la capacidad de producción, exigen mayor calidad o simplemente no lo han intentado. No obstante, el 22% que, si exporta actualmente, indica que lo hace a Estados Unidos, Canadá, Europa, Japón, Chile, Austria, Polonia e Italia.

En cuanto a la producción, mencionan que el 76% de los artesanos cuenta con los materiales y herramientas para elaboración de sus artesanías con un 76%, sin embargo, perciben que no están en el mejor estado y cuentan con lo básico, adaptando maquinaria o herramientas según sus necesidades; por otra parte, el 24% indica no contar con todo lo que necesita por falta de dinero para invertir y que éstas suelen ser muy caras. Así mismo, han adaptado a sus artesanías el proceso de fabricación libre de plomo con el 71%, apeándose a la regulación, mientras que el 15% menciona que desconoce cómo hacerlo y el 13% no lo considera necesario. En cuanto al conocimiento de las propiedades de los materiales que se usan para la fabricación, como pieza clave para lograr la calidad deseada en determinada artesanía, el 75% afirma conocer las propiedades de los materiales que se usan en la fabricación, mientras que el 25% dice que no, pues mencionan que se debe a la falta de capacitación, no lo han investigado, porque no lo consideran relevante, no se involucran en la elaboración, ya vienen cerrados y empaquetados o simplemente por falta de interés.

Por otra parte, en el presente estudio exploratorio, se obtiene que el mayor problema al que se enfrentan artesanos dolorense es la rotación del personal con un 39%, seguido de la falta de una adecuada administración y organización con el 19%, el 14% por mermas y defectos de fabricación y el 13% por falta de capacitación. Mientras que, en el ámbito de la comercialización, el mayor reto que perciben es hacerle frente a la competencia de mercancía China con el 50%, pues indican que está afectando a la comercialización de sus productos, mientras que el 23% menciona que se debe a la falta de conocimiento en nuevas técnicas de fabricación y el 12% a innovación en diseños, como los más representativos.

### Comentarios Finales

*Resumen de resultados.* Las artesanías mexicanas cuentan con un gran reconocimiento y valoración, por ser productos que manifiestan la diversidad cultural de una sociedad, lo que ha permitido al sector convertirse en un atractivo mercado con potencial de crecimiento. Sin embargo, el mercado local de artesanos Dolorense debe mejorar la calidad de las artesanías a través de la innovación, modelación de producción artesanal y mejora de sus diseños, así como las herramientas y materiales de trabajo. Aunado al cambio de visión por una cultura empresarial, que implica la eficiencia de recursos organizacionales, administrativos, tecnológicos, económico y humano, puesto que la actividad artesanal debe superar aspectos como la piratería y los problemas de comercialización a fin de ofrecer productos auténticos y de verdadera tradición en los distintos mercados, lo que contribuirá al posicionamiento del sector a nivel nacional como internacional.

*Conclusiones.* La artesanía es una de las riquezas culturales de nuestro país, de ahí la importancia del reconocimiento, de la dignificación del sector, de la promoción y de la inversión de instituciones al sector, que propicien las condiciones socioeconómicas de quienes lo integran. Puesto que a la fecha no hay un censo nacional de artesanos tradicionales y urbanos con estadísticas específicas del sector. Por lo que es necesario una legislación a nivel Federal que reconozca el valor económico, social y cultural de los artesanos y las artesanías; la articulación de la acción de fomento y promoción gubernamental a nivel federal, estatal y municipal; así como revalorar su trabajo, impactando en una mayor difusión y comercialización de las artesanías. Por lo que se pueden diseñar programas de fidelización de clientes a través de un CRM, que permita dar seguimiento a sus clientes personalizando y diferenciando el producto, realizar publicidad a través de marketplace o plataformas digitales que permitan la eliminación de intermediarios, se establezca un servicio personalizado y se fije un precio más competitivo. Así como un cambio de visión por una cultura empresarial, que implica la eficiencia de recursos organizacionales. Dando mayor difusión a la participación en ferias y exhibiciones a nivel nacional como internacional, desarrollar una imagen corporativa a través de una identidad o marca, gestión y vinculación con ecosistemas de financiamiento que apoyen a este sector.

*Recomendaciones.* Capacitar a empresarios del sector artesanal sobre la importancia de generar una identidad e imagen corporativa y brindar el apoyo mediante instancias públicas y/o privadas para el desarrollo de marca/logo. Así como diseñar un programa de capacitación a empresarios y a empleados; sobre modelación artesanal de procesos, innovación de diseños, logística y distribución, administración de recursos organizacionales, aprovechar el nombramiento de Marca Colectiva por parte del IMPI (Instituto Mexicano de Propiedad Industrial), para integrar a los productores ceramistas y alfareros de Dolores Hidalgo a un nuevo modelo de negocio, que les permitirá mejorar su nivel de competitividad y hacer frente a la creciente competencia China, propiciando una identidad propia.

## Referencias

- Cisneros, R. (10 de 2013). *Las artesanías en México, situación actual y retos*. (CESOP, Editor, & D. d. Artes, Productor) Obtenido de Entre la Utilidad y la belleza: <http://www5.diputados.gob.mx/index.php/camara/Centros-de-Estudio/CESOP/Estudios-e-Investigaciones/Libros/Las-artesantias-en-Mexico.-Situacion-actual-y-retos>
- Colección de Tesis Digitales UDLAP. (01 de 10 de 2020). *Situación actual del sector de artesanías en México*. (U. d. Puebla, Ed.) Recuperado el 01 de 10 de 2020, de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lni/lopez\\_p\\_dm/capitulo4.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lni/lopez_p_dm/capitulo4.pdf)
- Cortés, F., Luna, M., Medina, A., & Treviño, S. (Octubre de 2016). *EL COMERCIO INTERNACIONAL DEL SECTOR ARTESANAL MEXICANO: UNA APLICACIÓN DEL MODELO DEL CICLO DE VIDA DE LOS*. Recuperado el 01 de octubre de 2020, de <http://ree.economiatec.com/A8N2/240478.pdf>
- Desarrollo económico incluyente. (02 de 08 de 2016). *Comunicación Social de Gobierno*. Recuperado el 07 de 2019, de <https://noticias.guanajuato.gob.mx/2016/08/reciben-dolores-hidalgo-y-guanajuato-las-marcas-colectivas-region-de-origen-en-alfareria-y-mayolica/>
- ENOE. (07 de 2020). *Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo*. Recuperado el 02 de 10 de 2020, de <https://www.inegi.org.mx/app/saladeprensa/noticia.html?id=5939>
- FORBES. (25 de 05 de 2018). *México y sus artesanías en el mundo*. Obtenido de <https://www.forbes.com.mx/mexico-y-sus-artesantias-en-el-mundo/>
- Hernández, D. (2013). *LAS ARTESANÍAS EN MÉXICO SITUACIÓN ACTUAL Y RETOS*. (C. d. Pública, Ed.) Recuperado el 02 de octubre de 2020, de Estadísticas laborales en materia artesanal: <http://www5.diputados.gob.mx/index.php/camara/Centros-de-Estudio/CESOP/Estudios-e-Investigaciones/Libros/Las-artesantias-en-Mexico.-Situacion-actual-y-retos>
- Real Academia Española . (2016). *Diccionario de Lengua Española*. Obtenido de <https://dle.rae.es/artesano>
- Rubín de la Borbolla, S. (2013). *Daniel de la Borbolla y el fomento artesanal*. (CESOP, Ed.) Recuperado el 28 de 09 de 2020, de <http://www5.diputados.gob.mx/index.php/camara/Centros-de-Estudio/CESOP/Estudios-e-Investigaciones/Libros/Las-artesantias-en-Mexico.-Situacion-actual-y-retos>
- Ruiz, R. A. (2013). *Las artesanías en México. Situación actual y retos*. (C. d. Pública, Ed.) Recuperado el 02 de 10 de 2020, de Presentación: <http://www5.diputados.gob.mx/index.php/camara/Centros-de-Estudio/CESOP/Estudios-e-Investigaciones/Libros/Las-artesantias-en-Mexico.-Situacion-actual-y-retos>
- Sales, F. (11 de 2013). *Las artesanías en México, situación actual y retos*. (CESOP, Editor) Recuperado el 25 de 09 de 2020, de <http://www5.diputados.gob.mx/index.php/camara/Centros-de-Estudio/CESOP/Estudios-e-Investigaciones/Libros/Las-artesantias-en-Mexico.-Situacion-actual-y-retos>
- SEDECO. (06 de 04 de 2018). *Secretaría de Desarrollo Económico*. Obtenido de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lni/lopez\\_p\\_dm/capitulo4.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lni/lopez_p_dm/capitulo4.pdf)
- SEDESHU. (25 de 02 de 2012). *Secretaría de Desarrollo Social y Humano*. Obtenido de [http://portalsocial.guanajuato.gob.mx/sites/default/files/documentos/2012\\_SEDESHU\\_Perfil%20Economico%20Dolores%20Hidalgo%20Cuna%20de%20la%20Independencia.pdf](http://portalsocial.guanajuato.gob.mx/sites/default/files/documentos/2012_SEDESHU_Perfil%20Economico%20Dolores%20Hidalgo%20Cuna%20de%20la%20Independencia.pdf)
- Verver, H. G., & Vargas, R. (11 de 2013). *CESOP*. Recuperado el 11 de 09 de 2020, de Las artesanías en México, situación actual y retos: <http://www5.diputados.gob.mx/index.php/camara/Centros-de-Estudio/CESOP/Estudios-e-Investigaciones/Libros/Las-artesantias-en-Mexico.-Situacion-actual-y-retos>

## Notas Biográficas

La MDM. LEM. Nora Virginia Rayas Monjaraz, es profesora de tiempo completo de la Universidad Tecnológica del Norte de Guanajuato. Su maestría en Dirección y Mercadotecnia es del Colegio Bicentenario, de la ciudad de Dolores Hidalgo, C.I.N, Guanajuato. Nora proporciona servicios de consultoría en el área de Mercadotecnia. Ha participado en publicaciones y congresos, así como ponente en diversas conferencias relacionadas a la mercadotecnia y ventas, ha desarrollado servicios tecnológicos en el área de estudios de mercado para el sector industrial y comercial.

## Colaboradores

Alumnos del grupo GDN1031 de la carrera de Desarrollo de Negocios Área Mercadotecnia de la UTNG, encargados del levantamiento de la información en campo.

## Apéndice

1. Tipo de artesanía que comercializa
2. ¿Cuánto tiempo tiene practicando este oficio?
3. Número de empleados que tiene actualmente
4. ¿Cuál es su situación comercial?
5. Tipo de venta que suele ser más frecuente en su negocio
6. ¿Con qué frecuencia suelen comprar sus clientes?
7. ¿En promedio a cuánto ascienden sus ventas mensuales?
8. ¿De dónde provienen la mayoría de sus clientes?
9. ¿Cuenta con algún punto de venta para ofrecer sus artesanías?
10. ¿Emplea Usted algún tipo de medio de comunicación para promoción y/o publicidad de sus artesanías?
11. ¿Cuenta con una marca, logo que le de identidad y posicionamiento en el mercado?
- 12.- ¿Actualmente Usted Exporta?
13. ¿Usted cuenta con herramientas, materiales y equipamiento para hacer más eficiente la producción de las artesanías?
14. ¿Sus artesanías están libres de plomo y/o se apegan a la regulación legal que aplique en el sector?
15. ¿Conoce Usted las propiedades de los materiales que está usando en la elaboración de sus artesanías?
16. ¿Cuáles problemas se le presentan con mayor regularidad en la producción?
17. De acuerdo con la situación comercial que presenta el mercado artesanal en Dolores Hidalgo, ¿Qué considera que lo está afectando?
18. Desde su perspectiva, ¿Qué debería hacerse para mejorar el crecimiento y venta de sus artesanías



# Acercamiento al Desarrollo y Evolución de los Cuerpos Académicos en la Universidad Autónoma de Zacatecas

Ma. Cristina Recéndez Guerrero<sup>1</sup>, Miguel Omar Muñoz Domínguez<sup>2</sup>, Miguel Esparza Flores<sup>3</sup>.

Desde 1996, el gobierno federal empezó atender la calidad de la educación a través del PROMEP, en 2002 fue puesto en marcha el Programa Integral de Fortalecimiento Institucional (PIFI hoy PROFOXIE), en éste, una de las estrategias de mejora de la calidad educativa en las universidades fue crear, apoyar e impulsar el desarrollo de Cuerpos Académicos (CA) en los cuales se integra el trabajo académico, de investigación y gestión en equipo. En el análisis presente, el objetivo es exponer la constitución y desarrollo de los CA en la UAZ, considerando las contribuciones teóricas de PRODEP, Santos (2010), el análisis es descriptivo, se consultaron diferentes bases de datos -Coordinación de Vinculación, informes, PRODEP-, metodológicamente se establece un comparativo de su evolución, los resultados son favorables a la institución y a la composición de los CA que han transitado de un 0 % de su existencia en 2002 a un 43.2%, de CA consolidados en 2020. Palabras clave: Cuerpos académicos, integración, generación de conocimientos.

## INTRODUCCION

A partir de la década de los noventa en el Plan Nacional de Desarrollo y el Programa de Modernización Educativa, se consideró pertinente realizar una evaluación/diagnóstica del sistema educativo en su conjunto, con la finalidad de incorporar políticas públicas que lo condujeran a la modernización, el campo de las instituciones de educación superior (IES) no quedo exento.

Con la participación de instancias externas FMI, B.M. y OCDE e internas SEP-SESIC, ANUIES, hasta 1994 se elaboraron diversos diagnósticos, para atender recomendaciones, partir de 1996 fue puesto en marcha el Programa de Mejoramiento del Personal Docente (PROMEP hoy PRODEP), entre sus objetivos está la promoción de la profesionalización de docentes de T.C. , siendo su meta que " alcancen las capacidades de investigación –docencia, desarrollo tecnológico e innovación y con responsabilidad social, se articulen y consoliden en cuerpos académicos y con ello generen una nueva comunidad académica capaz de transformar su entorno" (Portal PRODEP, 2018)

De lo anterior se deduce que en la política educativa el PRODEP ubico como motor del cambio en las universidades a los académicos, quienes realizan diversas actividades dispersas, docencia, investigación, gestión, tutorías, etc. Para integrar estas actividades e impulsar la calidad en torno al trabajo colectivo disciplinario e interdisciplinario (Díaz 2009), cobró relevancia la creación y fortalecimiento de cuerpos académicos (CA) en las facultades o unidades de las IES.

De acuerdo a los datos oficiales la UAZ cuenta con 2,814 personas laborando en el área educativa. Ejerciendo la docencia e investigación 2232 personas, lo que muestra el cuadro 1.

	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer	Total
Docente investigador	1344	888	2232	60.22%	39.78%	100.00%

Cuadro 1. Distribución de personal docente laborando en la UAZ.

Con la integración de los CA se buscaba terminar con el individualismo que ha caracterizado el proceso de investigación, lo que no supone anulación de la individualidad, sino, lograr el trabajo en equipo colaborativo con pleno respeto a la iniciativa y creatividad personal; el objetivo de la política incrementar las actividades colegiadas, y generar nuevas formas en el desarrollo de las IES, para dar respuesta a las demandas de conocimiento que la globalización plantea.

<sup>1</sup> Unidad Académica de Ciencia Política

<sup>2</sup> Unidad Académica de Psicología

<sup>3</sup> Unidad Académica de Economía

*Desarrollo, evolución e integración de los CA.*

El PRODEP define al CA como un grupo de docentes investigadores de tiempo completo que, comparten una o varias líneas de investigación y generación del conocimiento (LGAC), de una sola disciplina o de varias a la vez, realizan docencia, gestión académica, e investigación actual y de frontera de alta productividad todas las actividades enmarcadas en la visión de calidad. A su vez, una LGAC se define como “un conjunto de estudios o proyectos de investigación secuenciales o simultáneos, orientados a resolver una problemática específica de una o más áreas del conocimiento” (Lepe y Magaña 2004:59). Entre otros objetivos los CA impulsan la profesionalización de sus integrantes, y la difusión y divulgación del conocimiento conjunto.

Según la tipología del PRODEP, los CA se clasifican en:

Cuerpo Académico Consolidado (CAC), Cuerpo Académico en Consolidación (CAEC), Cuerpo Académico en Formación (CAEF). Los integrantes del CAC tienen la máxima habilitación académica: doctorado; generan y aplican innovadoramente el conocimiento, cuentan con experiencia en docencia, investigación y formación de capital humano –tutoría-, nombramiento de perfil deseable, definidas las líneas de investigación básica o de desarrollo tecnológico, producción y publicaciones indexadas colaborativas, realizan intensa actividad participando en seminarios, foros y congresos, donde difunden y discuten resultados de su trabajo. De manera regular participan con CA afines o en redes de intercambio académico con sus pares en el país y en el extranjero. Considerando estos indicadores, los CAEC y los CAEF, cuentan con menor número y de indicadores y su tarea es ir realizando y sumando actividades para llegar adquirir el siguiente nombramiento

Considerando lo anterior, la UAZ ha transitado de un gran número de CAEF a una reducción de los mismos, en la primera convocatoria de 2002 surgieron más de 200 CA un mayor número, en este caso, habla del desconocimiento de la normativa y las actividades que deben realizar los CA, como ocurrió al inicio de la primera invitación a su formación. La evolución de los CA se muestra en el cuadro 2, durante 4 años los CA integrados, aunque realizaban actividades no podían transitar al siguiente nivel.

La administración al frente de PROMEP promovió conferencias y cursos de asesoría, visitas informativas en las unidades académicas, crearon y distribuyeron manuales para la integración sin lograr grandes resultados. Lo que privaba eran desacuerdos, inexperiencia, escasa integración e involucramiento en el conjunto de actividades, esta situación se pudo normar cuando vía el PIFI anualmente se determinaban los apoyos económicos para su avance a la consolidación, recursos destinados a movilidad académica de docentes y estudiantes, estancias de investigación, publicación de libros, adscripción a revistas indexadas, asistencia a congresos y seminarios, otros.

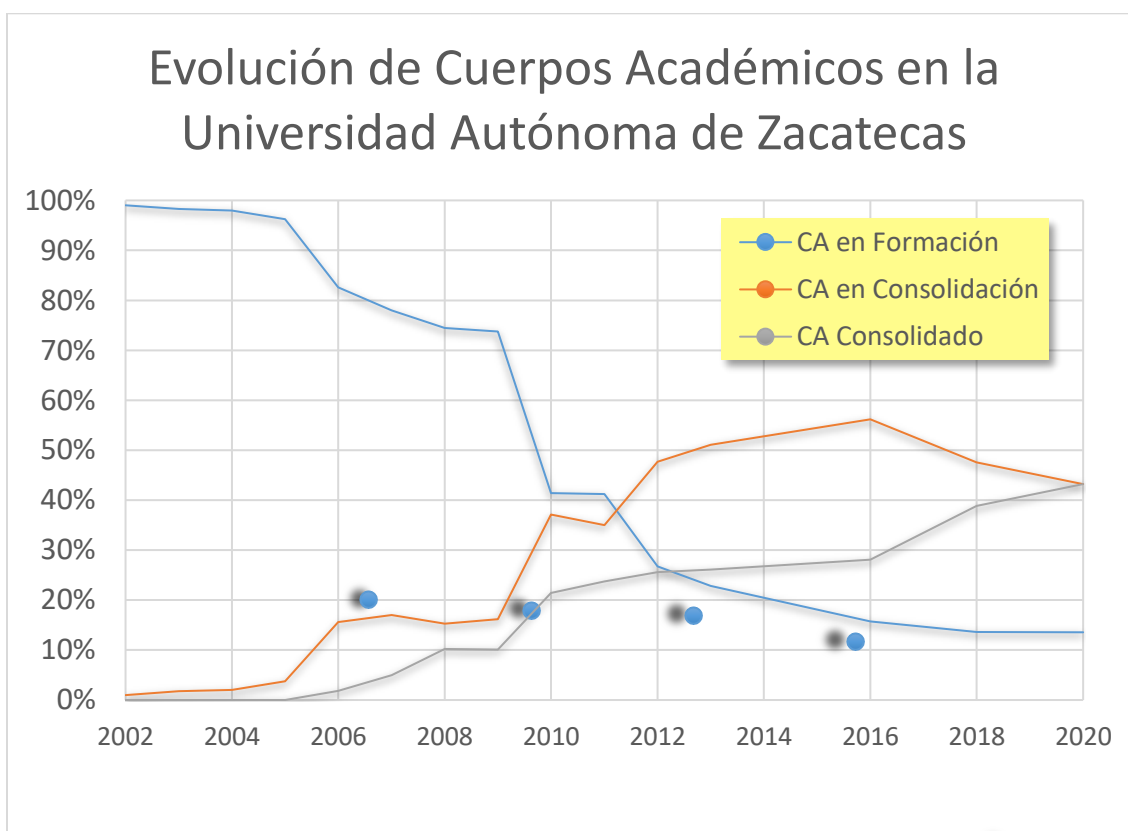
En el mismo cuadro 2, se puede observar como a partir de las acciones concertadas de política educativa impulsadas por SEP-SESI-PIFI, cumpliendo los diferentes indicadores de calidad los CA evolucionaron del 0% en 2002, a 1.8% en 2006 con sólo 2 CAC, los apoyos han sido determinantes para llegar al 45%, con 88 CAC en 2018, desde luego, ha sido de enorme valor la estrategia de intervención y el otorgamiento de recursos PIFI-PROFOXIE, ya que la planeación estratégica se orienta hacia la consecución de determinados indicadores y metas en el trabajo realizado por los CA.

Año	CA en Formación		CA en Consolidación		CA Consolidado	
	Abs	%	Abs	%	Abs	%
2002	101	99.0%	1	1.0%	0	0.0%
2003	113	98.3%	2	1.7%	0	0.0%
2004	96	98.0%	2	2.0%	0	0.0%
2005	102	96.2%	4	3.8%	0	0.0%
2006	90	82.6%	17	15.6%	2	1.8%
2007	78	78.0%	17	17.0%	5	5.0%
2008	73	74.5%	15	15.3%	10	10.2%
2009	73	73.7%	16	16.2%	10	10.1%
2010	29	41.4%	26	37.1%	15	21.4%

2011	33	41.3%	28	35.0%	19	23.8%
2012	23	26.7%	41	47.7%	22	25.6%
2013	21	22.8%	47	51.1%	24	26.1%
2016	14	15.7%	50	56.2%	25	28.1%
2018	14	13.6%	49	47.6%	40	38.8%
2020	16	13.6%	51	43.2%	51	43.2%

CUADRO 2. COMPARATIVO DE LA EVOLUCION DE CA 2002-2018.

Por lo anterior, cada año o dos, de acuerdo a la convocatoria los diversos programas de la universidad realizan su autoevaluación, para presentar sus demandas de financiamiento al PROFOXIE, en el diagnóstico se ubica la situación por la que atraviesan los CA y de acuerdo a las prioridades de su desarrollo la universidad solicita recursos, por ejemplo para el año 2002, se solicitaron 4'116,396.00 pesos para iniciar el fortalecimiento y consolidación de los CA, pero como puede observarse es una tarea de largo aliento, porque el buen uso de los recursos otorgados en 2004, se reflejan en 2006. Aún con todo, la gráfica 1 muestra una comparación de su tránsito a la consolidación.



Según los planteamientos de Fresan, Romo y Vera (2004:97), la noción CA implica el reconocimiento de tres atributos: i) Adscripción, ii) afiliación disciplinaria y iii) afiliación a redes académicas. La primera facilita la vinculación formal y la identidad con la institución actuando como fuerza centrípeta que favorece el compromiso con la misma. La segunda a partir del grado obtenido ubica en una disciplina o multidisciplinaria, el campo científico-técnico y pedagógico correspondiente al CA. La tercera facilita la interlocución entre académicos de las diversas áreas de la institución y con grupos de investigación de otras instituciones nacionales o extranjeras, apuntando a lo anterior el cuadro no. 2 muestra el área de desarrollo y consolidación de los CA en la UAZ,

Área	Consolidado	En consolidación	En formación	Total general
Arte y Cultura	4		1	5
Ciencias Agropecuarias	2	4	1	7
Ciencias Básicas	7	9	1	17
Ciencias de la Salud	6	10	2	18
Ciencias Sociales	4	6	4	14
Ciencias Socio-políticas, Económicas y Administrativas	6	3	1	10
Humanidades y Educación	15	4	5	24
Ingenierías	7	14	2	23
Total general	51	50	17	118

Cuadro no. 3 áreas de desarrollo de CAC, CAEC Y CAEF. Fuente: <https://promep.sep.gov.mx/ca1/>

Los datos estadísticos muestran que en la UAZ el incremento en el número de CAC ocurre como respuesta positiva a dicha política pública, donde el proceso de profesionalización y las estrategias institucionales del trabajo colegiado reafirman el desarrollo de cualidades específicas diferenciadas de los investigadores dentro de su disciplina o multidisciplinaria generando nuevo conocimiento, y avanzando en la formación de capital humano (PROMEP, 2010), así cada año sujetos a la evaluación los CA se constituyen en herramientas fundamentales para mantener procesos educativos de calidad, y la generación y aplicación de nuevos conocimientos dentro de la UAZ, y en el entorno regional.

### Bibliografía

- Díaz, B. Y. (2009). Algunas reflexiones sobre el discurso institucionalizado y cuerpos académicos en las instituciones de educación superior. En *Un acercamiento a la investigación de cuerpos académicos en ciencias sociales económico y administrativas*. México, UAA., pp. 127-141.
- Fresan, Romo y Vera (2000). Evaluación del desempeño del personal académico: análisis y propuesta de metodología básica, la calidad en la educación superior. México ANUIES.
- López L. S. (2010). Cuerpos académicos: factores de integración y de producción del conocimiento. En *Revista de la Educación Superior*. Vol. XXXIX (3) no. 155., pp. 7-26.
- Informe Ejecutivo PROMEP, 2010. <https://www.dgesui.ses.sep.gov.mx/Documentos/DSA%20gobmx/Informe%20Ejecutivo%20Promep.pdf>

# Diseño de mezclas de concreto de alta resistencia con adición de superplastificante y filler de roca caliza

M.I.C. Juan Renteria Soto<sup>1</sup>, D.I.C. Julio Roberto Betancourt Chávez<sup>2</sup>, Dra. Rajeswari Narayanasamy<sup>3</sup>,  
Ing. Edgar Pérez León<sup>4</sup> y Ing. Juan Manuel Rodarte Quiñones<sup>5</sup>

**Resumen**— El concreto de alto desempeño (CAD), es un material que desarrolla propiedades superiores a las del concreto convencional. Para ser considerado dentro de esta categoría necesita alcanzar por lo menos una compresión de 700 kg/cm<sup>2</sup> o 70 MPa. En el presente trabajo se evaluó la influencia del superplastificante y el filler de piedra caliza sobre mezclas de concreto diseñadas para una resistencia de compresión de 700 kg/cm<sup>2</sup>, formando dos grupos de muestras, uno empleando 15 % de filler y el otro sin filler, en las cuales se adicionó 0 %, 10 % y 20 % de superplastificante en cada grupo, formando en total 6 mezclas de concreto, se midió la resistencia a la compresión a (7, 14, 28, 56 y 91) días. A temprana edad los resultados presentaron valores de carga bajos, pero a edades superiores a 28 días las mezclas presentan valores considerables.

**Palabras clave**—concreto de alta resistencia, superplastificante, concretos especiales, estructuras.

## Introducción

El concreto es un material constituido por un aglutinante (una mezcla de agua y cemento), agregados pétreos y en algunos casos se combina con aditivos para dar características especiales al concreto, como puede ser la permeabilidad, el tiempo de fraguado o la inclusión de aire (Cemex, 2020). El concreto de alto desempeño (CAD), es un material que excede las propiedades del concreto convencional. Para ser considerado de alto desempeño necesita tener por lo menos una resistencia a la compresión de 700 kg/cm<sup>2</sup> o 70 MPa. Tal resistencia se puede lograr con la adecuada selección de materiales, inclusión de aditivos minerales o químicos y una baja relación entre agua y material cementante (Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tenasi, 2004).

Durante los años 70, la resistencia a la compresión considerada en la construcción de edificios de gran altura era mayor a la utilizada en edificios de menor tamaño. La aplicación de estos concretos fue debido a que superaban a los concretos habituales. Si se aplicaran los estándares actuales definirían que se trata de concretos convencionales, ya que contaban con el mismo proceso de fabricación, lo que los hacía distintos era que seleccionaban y controlaban los materiales utilizados (Aitcin, 1998).

De inicio los superplastificantes eran utilizados para obtener mayor fluidez en un concreto, sin embargo, cuando se utilizaron para disminuir las proporciones de la relación agua/material cementante (a/c), se descubrió que con la adición del superplastificante aumentaban las propiedades del concreto tales como: mayor fluidez, mayor módulo elástico, mayor resistencia a la flexión, menor permeabilidad, mayor resistencia a la abrasión y una mayor durabilidad (Malier, 1992).

La finalidad del filler en el concreto es reducir la porosidad en el concreto mejorando sus propiedades. De esta manera, la presencia del filler aumenta la trabajabilidad en el concreto. Si el concreto no contiene las cantidades necesarias de finos, al momento de colocarlo y compactarlo, podría llegar a segregarse. Para evitar algunas características no deseadas como lo son: porosidad y permeabilidad baja, durabilidad reducida y una baja resistencia a la compresión, se opta por la modificación de la cantidad de cemento o la inclusión de aditivos, todas estas soluciones traen consigo la elevación de costo de las mezclas de concreto. Una manera efectiva de contrarrestar estos efectos indeseables, es la incorporación “filler calizo” y el uso de superplastificantes, con la finalidad de mejorar la trabajabilidad y reducir en gran parte la exudación y la fisuración por retracción (Sümer, 2007).

Actualmente se diseñan mezclas para fines específicos, donde existan valores límites con respecto a un rango de propiedades que se deben cumplir. Dichas relaciones son: la relación máxima de agua/cemento, contenido

<sup>1</sup> Juan Renteria Soto es Profesor en la Universidad Juárez del Estado de Durango; Gómez Palacio, Durango. [juan.renteria@ujed.mx](mailto:juan.renteria@ujed.mx) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> El Dr. Julio Roberto Betancourt Chávez es Profesor en la Universidad Juárez del Estado de Durango; Gómez Palacio, Durango. [jbetancourt@ujed.mx](mailto:jbetancourt@ujed.mx)

<sup>3</sup> La Dra. Rajeswari Narayanasamy es Profesora en la Universidad Juárez del Estado de Durango; Gómez Palacio, Durango. [naraya@ujed.mx](mailto:naraya@ujed.mx)

<sup>4</sup> El Ing. Edgar Pérez León es exalumno de la Universidad Juárez del Estado de Durango; Gómez Palacio, Durango. [edpleonep10@outlook.com](mailto:edpleonep10@outlook.com)

<sup>5</sup> El Ing. Juan Manuel Rodarte Quiñones es exalumno de la Universidad Juárez del Estado de Durango; Gómez Palacio, Durango. [juanmanuel6895@gmail.com](mailto:juanmanuel6895@gmail.com)

mínimo de cemento, resistencia mínima, manejabilidad mínima, tamaño máximo de agregado y contenido de aire, dentro de los lineamientos estipulados (Muñoz Vélez & Santa Ana Lozada, 2017).

El objetivo del trabajo es evaluar la influencia del superplastificante y el filler de piedra caliza en mezclas de concreto, diseñadas para una resistencia a compresión de 700 kg/cm<sup>2</sup> y describir el comportamiento de las diferentes mezclas buscando definir cuál es el mejor desempeño hasta los 91 días que se sometieron al curado y ensaye.

### **Materiales y métodos**

Las propiedades físico-mecánicas de los materiales son esenciales para determinar la cantidad de los mismos. De ahí radica la importancia en contar con amplio conocimiento de los materiales a utilizar y un control a la hora de emplearlos. Las proporciones de los materiales suelen medirse por peso, ya que la medición por volumen no es tan exacta, pero es útil para pequeños proyectos (IMCYC, 2004).

#### *Materiales*

Se utilizaron materiales de la región de la Comarca Lagunera. Cabe mencionar que la arena empleada fue híbrida para estar dentro de los lineamientos que se mencionan en la norma NMX-C-077-ONNCCE-1997, ya que la arena de banco no contaba con los requerimientos mencionados en la norma antes mencionada. Los materiales que se utilizaron son los siguientes:

- agua
- cemento portland cemex CPC 30R
- agregado grueso (triturado de roca caliza)
- agregado fino (arena híbrida, que resulta de la mezcla de arena de río y arena triturada de roca caliza)
- filler (polvillo que pasa por la malla no. 100)
- superplastificante masterglenium 3200

#### *Metodología*

Para la experimentación se recurrió a las normas que fundamentan la calidad y realización de los métodos empleados en las distintas mezclas de concreto que se produjeron. El método de cuarteo se realizó con base en la norma NMX-C-170-ONNCCE-2019. La determinación de la distribución de las partículas con un análisis granulométrico se realizó basado en la norma NMX-C-077-ONNCCE-1997. En el laboratorio de materiales se realizaron las pruebas de absorción y densidad (agregado fino) de acuerdo a la norma NMX-C-165-ONNCCE-2004. Para determinar la absorción y la densidad de los agregados gruesos, se recurrió al procedimiento señalado en la norma NMX-C-164-ONNCCE-2014. El proceso para determinar el contenido de humedad se realizó con base a lo establecido en la norma NMX-C-166-ONNCCE-2006. Se realizó la obtención de la masa volumétrica con respecto a la norma NMX-C-073-ONNCCE-2004. De acuerdo a la norma NMX-C-156-ONNCCE-2010, se determinó el revenimiento del concreto fresco. Con base a la norma NMX-C-159-ONNCCE-2016, se elaboraron los especímenes. De acuerdo a la norma NMX-C-109-ONNCCE-2013, mediante la cual expone el procedimiento para lograr un cabeceo adecuado. Para determinar la resistencia a la compresión de los especímenes, se recurrió a los procedimientos mostrados en la norma NMX-C-083-ONNCCE-2014.

#### *Diseño de las mezclas de concreto*

La dosificación de las mezclas de concreto fue de acuerdo al método de volumen absoluto establecido por el ACI 211.1-91 (American Concrete Institute). Para tener una mayor cantidad de información se realizaron 6 mezclas de concreto analizadas en 5 edades (7, 14, 28, 56 y 91) días, y tres especímenes por edad, obteniendo en total 90 cilindros. Se ensayaron los 3 especímenes que corresponden cada edad y de los resultados obtenidos se promediaron para obtener un valor final. El revenimiento propuesto fue de 15 cm, con un margen de aproximación de  $\pm 2.5$  cm. de las 6 mezclas de concreto, en cada una se añadió distintas concentraciones de superplastificante y filler. Los valores que se muestran en la tabla 1, son los empleados para realizar las dosificaciones; el porcentaje de filler hace referencia a la arena remplazada por el filler.

La obtención del porcentaje óptimo de filler, es una derivación experimental de la prueba conocida como "Proctor estándar". Se buscó el porcentaje adecuado de polvillo de piedra caliza, que fuera capaz de rellenar los espacios que se encuentran entre las partículas de arena, de esta manera se lograría una mezcla de concreto teóricamente uniforme como una roca sólida. Posteriormente se eligieron los porcentajes de sustitución de arena, los cuales fueron remplazados por el filler (polvillo de piedra caliza); para el análisis se utilizaron 10%, 15% y 20%, obteniendo el 15% como el valor más adecuado.



Mezcla	Superplastificante	Filler
M1	0%	0%
M2	10%	0%
M3	20%	0%
M4	0%	15%
M5	10%	15%
M6	20%	15%

Tabla 1. Mezclas de concreto con la adición de superplastificante y filler.

### Resultados y discusión

#### Resultados

Al ensayar los especímenes es recomendable que las caras de aplicación de carga sean planas casi en su totalidad, cumpliendo con perpendicularidad al eje, en no más de 0,5° y no se permiten irregularidades respecto de un plano que exceda de 0,05 mm, en caso contrario deben ser cabeceadas de acuerdo a lo indicado en la norma NMX-C-109-ONNCCE-2013.

El objetivo de cabeceo de los especímenes es que la carga se distribuya uniforme en la parte superior e inferior de los especímenes, cumpliendo con un proceso de ensayo satisfactorio. Cabe mencionar que para el ensayo de los especímenes de esta investigación se recurrió al cabeceo con azufre, siguiendo los lineamientos establecidos por la norma indicada. Los resultados de los ensayos de laboratorio a los (7, 14, 28, 56 y 91) días se resumen en las tablas 2, 3, 4, 5, 6 respectivamente.

Mezcla	Aditivo %	Filler %	Carga kg	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje % f'c
M1	0	0	17 750	226.0	32.29
M2	10	0	23 250	296.0	42.29
M3	20	0	27 000	343.7	49.11
M4	0	15	20 750	264.1	37.74
M5	10	15	25 500	324.6	46.38
M6	20	15	27 500	350.1	50.02

Tabla 2. Resultados a compresión a los 7 días.

Mezcla	Aditivo %	Filler %	Carga kg	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje % f'c
M1	0	0	21,500	273.7	39.11
M2	10	0	27, 750	353.3	50.47
M3	20	0	28,750	366.0	52.29
M4	0	15	26,000	331.0	47.29
M5	10	15	34,250	436.0	62.30
M6	20	15	31,500	401.0	57.30

Tabla 3. Resultados a compresión a los 14 días.

Mezcla	Aditivo %	Filler %	Carga kg	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje % f'c
M1	0	0	23,000	292.8	41.83
M2	10	0	24,750	315.1	45.02
M3	20	0	37,500	477.4	68.21
M4	0	15	29,000	369.2	52.75
M5	10	15	41,750	531.5	75.48
M6	20	15	33,000	420.1	60.02

Tabla 4. Resultados a compresión a los 28 días.

Mezcla	Aditivo %	Filler %	Carga kg	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje % f'c
M1	0	0	23,250	296.0	42.28
M2	10	0	34,000	432.9	61.84
M3	20	0	37,750	480.6	68.66
M4	0	15	30,250	385.1	55.02
M5	10	15	46,750	595.2	85.03
M6	20	15	45,000	572.9	81.85

Tabla 5. Resultados a compresión a los 56 días.

Mezcla	Aditivo %	Filler %	Carga kg	f'c kg/cm <sup>2</sup>	Porcentaje % f'c
M1	0	0	32,000	407.4	58.20
M2	10	0	36,500	464.7	66.39
M3	20	0	39,750	506.1	72.30
M4	0	15	33,250	423.3	60.47
M5	10	15	53,750	684.3	97.76
M6	20	15	50,250	639.8	91.40

Tabla 6. Resultados a compresión a los 91 días.

En la figura 1, se representan gráficamente los resultados obtenidos para un mejor análisis.

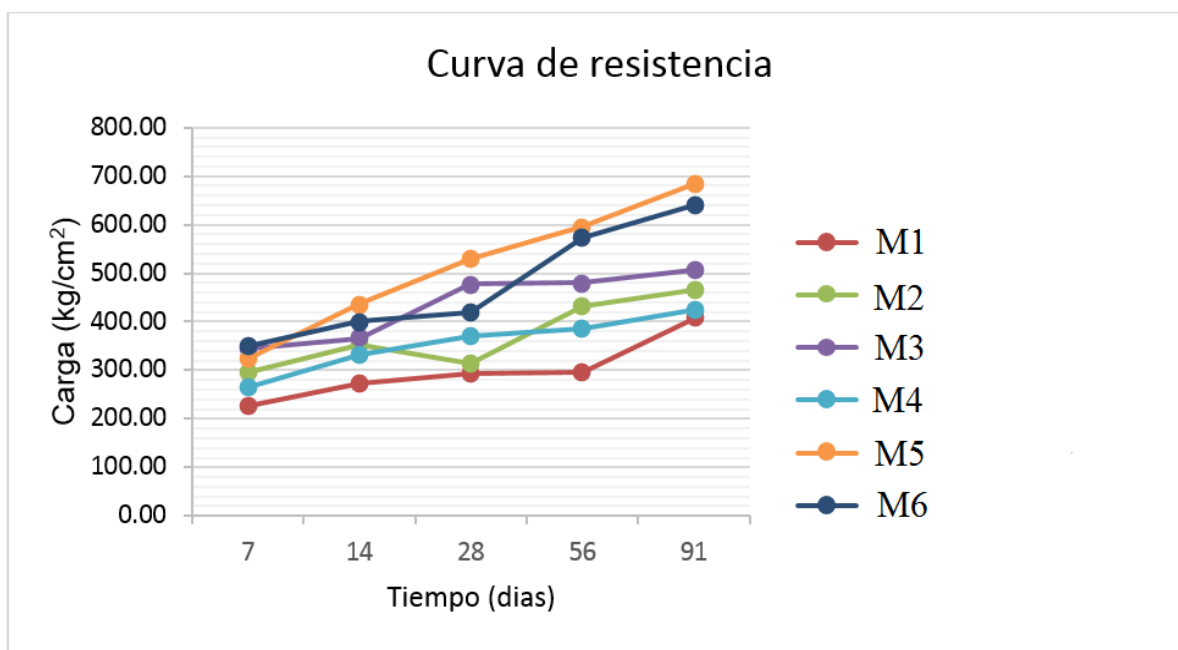


Figura 1. Representación gráfica de los resultados a compresión.

*Discusión*

Los resultados obtenidos de las pruebas a los 7 días, se encuentran con valores muy aproximados entre ellos, teniendo un comportamiento ascendente, iniciando por la mezcla base, hasta la de mayor concentración, alcanzando un 32 % y 50 % de la resistencia de diseño, el mínimo y el máximo, respectivamente.

Para los 14 días, presentan variaciones significativas, aumentando la resistencia en las 6 mezclas, las mezclas M1, M2 y M4 se comportan de manera normal aumentando su resistencia a través del tiempo, la mezcla M5

presenta en mismo comportamiento, mientras que M3 y M6 aumentaron, pero un índice menos como se observa en la figura 1.

El comportamiento a los 28 días continuó con la misma ascendencia, con excepción de la mezcla M2, resultando esta con un comportamiento descendente, pudiendo ser atribuible a la labor de cabeceo.

A los 56 días se mostró una elevación en la resistencia de la mezcla M2, sin dejar a un lado que mostro una descendencia a los 28 días. Las mezclas restantes continuaron su aumento de resistencia, a esta edad la mezcla con menor resistencia fue M1 con un 41 % y la mayor alcanzo 75 %, siendo la M5.

Finalmente, a los 91 días se pudo observar que todas las mezclas aumentaron su resistencia con respecto a la mostrada a los 56 días. La mezcla que mostro mayor resistencia fue la que se añadió 10% superplastificante y 15% de filler (M5), obteniendo una resistencia final de 684.3 kg/cm<sup>2</sup>, correspondiente al 97.7 %.

## Conclusiones

De los resultados obtenidos se puede concluir que la adición del superplastificante da beneficios a las mezclas con la disminución de la cantidad de agua de mezclado, pero con la utilización del filler los resultados son mejores, entendiéndose que, puede utilizarse el polvo de roca caliza como filler debido a los beneficios observados.

La utilización del filler pudiera demandar mayor cantidad de agua, en este caso no fue notorio porque todas las mezclas se comportaron de la misma forma.

Para trabajar con mezclas de resistencia superior es necesario considerar materiales adicionales y de mayor capacidad, ya que, en las pruebas falló el agregado.

La mejor proporción es la realizada en la mezcla 5 de 10 % de aditivo y 15 % de filler, siendo la que presento resistencia más alta y aumento continuo a cada edad.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Facultad de Ingeniería Ciencias y Arquitectura de la Universidad Juárez del Estado de Durango por el apoyo para la realización de la investigación. Se extiende un especial agradecimiento al personal del laboratorio de la misma facultad por el apoyo en la realización del proyecto.

## Referencias

- ACI 211.1-91. (1991). "Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass". Farmington Hills, MI, USA: American Concrete Institute.
- Aïtcin, P. C. (1998). "High Performance Concrete". London: E & FN SPON.
- Cemex. (octubre de 2020). "Concreto". Obtenido de concreto: <https://www.cemexmexico.com/productos/concreto>
- IMCYC. (Junio de 2004). "Conceptos básicos del concreto". Obtenido de Construcción y tecnología en construcción: <http://www.imcyc.com/cyt/junio04/CONCEPTOS.pdf>
- Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., Panarese, W. C., & Tenasi, J. (2004). "Diseño y control de mezclas de concreto". Skokie, Illinois, US: Portland cement association.
- Malier, Y. (1992). "High Performance Concrete, From material to structure". London: E & FN SPON.
- Muziño Vélez, a., & Santa Ana Lozada, P. R. (2017). "Diseño de mezclas de concreto". Ciudad de México: Laboratorio de estructuras de materiales y sistemas estructurales.
- NMX-C-073-ONNCCE-2004. (2004). "Industria de la Construcción - Agregados - Masa Volumétrica - Método de Prueba". Ciudad de México: Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación.
- NMX-C-077-ONNCCE-1997. (1997). "Industria de la Construcción - Agregados para Concreto - Análisis Granulométrico-Método de Ensayo". Ciudad de México: Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación.
- NMX-C-083-ONNCCE-2014. (2014). "Industria de la Construcción - Concreto - Determinación de la Resistencia a la Compresión de Especímenes - Método de Ensayo". Ciudad de México: Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación.
- NMX-C-109-ONNCCE-2013. (2013). "Industria de la Construcción - Concreto Hidráulico - Cabeceo de Especímenes". Ciudad de México: Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación.
- NMX-C-156-ONNCCE-2010. (2010). "Industria de la Construcción - Concreto Hidráulico - Determinación del Revenimiento en el Concreto Fresco". Ciudad de México: Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación.
- NMX-C-159-ONNCCE-2016. (2016). "Industria de la Construcción - Concreto - Elaboración y Curado de Especímenes de Ensayo". Ciudad de México: Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación.
- NMX-C-164-ONNCCE-2014. (2014). "Industria de la Construcción - Agregados - Determinación de la Densidad Relativa y Absorción de Agua del Agregado Grueso". Ciudad de México: Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación.
- NMX-C-165-ONNCCE-2004. (2004). "Industria de la Construcción - Agregados - Determinación de la Densidad Relativa y Absorción de Agua del Agregado Fino - Método de Ensayo". Ciudad de México: Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación.
- NMX-C-166-ONNCCE-2006. (2006). "Industria de la Construcción-Agregados-Contenido de Agua por Secado-Método de Ensayo". Ciudad de México: Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación.

NMX-C-170-ONNCCE-2019. (2019). "Industria de la Construcción-Agregados-Reducción de las muestras de agregados obtenidas en el campo al tamaño requerido para los ensayos". Ciudad de México: Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación.

Sümer, M. (2007). "Filler and superplasticizer usage on high strength concrete". *Materiales de Construcción*, 57(287), 75-80.  
doi:<https://doi.org/10.3989/mc.2007.v57.i287.58>

### Notas Biográficas

El **M.I.C. Juan Rentería Soto** es profesor investigador en la Facultad de Ingeniería, Ciencias y Arquitectura de la Universidad Juárez del Estado de Durango, cursó los estudios de maestría en ingeniería civil en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y actualmente estudia el doctorado en ciencias de los materiales en la misma institución. Trabaja en la caracterización de propiedades mecánicas de nuevos materiales y comportamiento estructural.

El **D.I.C. Julio Roberto Betancourt Chávez** obtuvo el grado en la Universidad de Sonora a través del Doctorado en Ingeniería Civil CUMex en marzo de 2015, fue Jefe de Posgrado en la Facultad de Ingeniería, Ciencias y Arquitectura de la Universidad Juárez del Estado de Durango, durante el período comprendido de febrero de 2007 a septiembre de 2016. Es líder del cuerpo académico "Tecnología de la Construcción". Actualmente es profesor-investigador en la misma Facultad y trabaja en proyectos para el desarrollo de nuevos materiales en la construcción utilizando residuos como aditivos o sustitución de agregados. Ha participado en congresos a nivel Nacional e Internacional y ha publicado artículos de investigación en revistas indexadas.

La **Dra. Rajeswari Narayanasamy** es profesora investigadora en la Facultad de Ingeniería, Ciencias y Arquitectura de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Cursó la Maestría en Ingeniería Civil con especialidad en Ingeniería de Estructuras y el Doctorado en Sistema de planeación y construcción. Perteneció al grupo de Investigación "Tecnología de la Construcción" con la línea de "Sistemas de Planeación y construcción con nuevas tecnologías y materiales". Ha publicado artículos de Investigación y capítulos de libros a nivel Nacional e Internacional.

El **Ing. Edgar Pérez León** es exalumno de la facultad de ingeniería ciencias y arquitectura de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Actualmente trabaja en el área de la construcción.

El **Ing. Juan Manuel Rodarte Quiñones** es exalumno de la facultad de ingeniería ciencias y arquitectura de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Actualmente trabaja en el área de la construcción.

# ALGORITMO PARA EL CÁLCULO DE ANTENAS DE CIRCUITO IMPRESO DE PARCHE RECTANGULAR

M. en C. Mario Reyes Ayala<sup>1</sup>, Ing. Nicolás Reyes Ayala<sup>2</sup>,  
Ing. Edgar Alejandro Andrade González<sup>3</sup> y Dr. Hilario Terres Peña<sup>4</sup>

**Resumen**— En este artículo se detalla un algoritmo para calcular las dimensiones de una antena de parche rectangular con plano de tierra, considerando la frecuencia de resonancia; y, definiendo material y grosor del sustrato del circuito impreso. Las dimensiones calculadas contemplan el ancho y longitud de los elementos de la antena: parche rectangular, plano de tierra y pista de acoplamiento. Además, el algoritmo entrega las principales características eléctricas, entre las cuales se destacan: directividad, anchos de haz de media potencia (planos E y H); impedancia de alimentación mediante una línea de transmisión de cable coaxial; y, los patrones de radiación para plano E y H. Se presentan además los resultados del algoritmo implementado en un ambiente de desarrollo de aplicaciones gráfico para computadoras personales; para comparar los resultados del algoritmo, con los que entrega una herramienta computacional de análisis de estructuras electromagnéticas, antes del procedimiento de optimización del modelo.

**Palabras clave**—antena de circuito impreso, antena rectangular, acoplamiento, impedancia, directividad, patrón de radiación.

## Introducción

Desde hace varias décadas las antenas de circuito impreso se han empleado de forma cada vez más extensa, sobre todo en aplicaciones de radio móvil; donde frecuentemente se utilizan en terminales móviles, portátiles y de bolsillo. En este tipo de sistemas, se requieren antenas de tamaño pequeño y cuya geometría sea fácilmente incorporada a un encapsulado o compatibles con su instalación en carrocerías de automotores, cascos de barcos o fuselajes de aeronaves; razones por las cuales se emplean de forma muy diversa (Stutzman 2012), (Richards et al. 1981). Además, las antenas de parche rectangular se emplean en arreglos para sistemas que deben seguir la trayectoria de objetos en aplicaciones civiles o militares; tal es el caso de los misiles, donde el patrón de radiación va cambiando de forma dinámica, (Munson 1974).

En los cursos de licenciatura o posgrado relacionadas con la ingeniería electrónica y comunicaciones, se presenta actualmente el tema de antenas de circuito impreso, pero que carece de recursos pedagógicos adecuados y accesibles para su uso por parte de los estudiantes. En algunos de esos cursos, no hay el tiempo suficiente para que el alumno aprenda a emplear herramientas computacionales de nivel profesional, que le permitan corroborar los cálculos que se requieren, antes de la construcción de una antena. En este artículo se presenta un programa de cómputo portable y de carácter educativo; el cual entrega las dimensiones de una antena de circuito impreso, con un parche rectangular y con alimentación por cable coaxial en el perfil de la placa.

Aunque existe una gran variedad de antenas de circuito impreso, en la enseñanza de este tópico se comienza siempre por las antenas de parche rectangular, debido a que las demás antenas emplean elementos en su análisis que son comunes y más fáciles de entender con esta geometría (Carver et al. 1981), (James et al. 1981). Por esta razón, en el programa de cómputo se incorporó primero esta variedad de antena (Carver et al. 1981).

El procedimiento de cálculo del programa es el mismo que se sigue en los cursos mencionados y está basado en modelos simplificados que evaden la resolución de las ecuaciones de Maxwell y que no están justificados analíticamente; ya que se presentan problemas tales como: la presentación de campos electromagnéticos en medios heterogéneos, el efecto superficial alta frecuencia, una distribución de corriente muy compleja y el efecto cerca del borde del parche de la antena (Balanis 2016). Existen varios métodos alternos, también empíricos con diferentes ventajas y desventajas; pero que son razonablemente precisos, para que en la práctica profesional se introduzcan en programas computacionales comerciales que permiten optimizar las dimensiones hasta alcanzar metas definidas en cuanto a parámetros tales como: ganancia, frecuencia de resonancia, intervalo de acoplamiento y patrón de radiación (Howell 1975). El aprendizaje de este tipo de programas de cómputo, también forman parte de la preparación de los

<sup>1</sup> El Maestro en Ciencias Mario Reyes Ayala es profesor en la Universidad Autónoma Metropolitana, CDMX, México, [mra@azc.uam.mx](mailto:mra@azc.uam.mx) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> El Ing. Nicolás Reyes Ayala es profesor en la Universidad Autónoma Metropolitana, CDMX, México [ran@azc.uam.mx](mailto:ran@azc.uam.mx)

<sup>3</sup> El Ing. Edgar Alejandro Andrade González es profesor en la Universidad Autónoma Metropolitana, CDMX, México [eaag@azc.uam.mx](mailto:eaag@azc.uam.mx)

<sup>4</sup> El Dr. Hilario Terres Peña es profesor en la Universidad Autónoma Metropolitana, CDMX, México. [tph@azc.uam.mx](mailto:tph@azc.uam.mx)

estudiantes antes de su egreso y permiten completar el panorama de desarrollo de antenas de circuito impreso con diferentes bandas de operación y, varias tecnologías y tipo de equipo de construcción; así como de los diferentes métodos numéricos empleados en la implementación de los distintos programas de cómputo más utilizados por las empresas de telecomunicaciones.

### Descripción del Método

#### *Antena de circuito impreso de parche rectangular*

La Figura 1 muestra la geometría de una antena de parche rectangular, en donde se aprecian los parámetros que se emplean comúnmente para las dimensiones de la antena y que se utilizan en el algoritmo que se presenta en este trabajo.

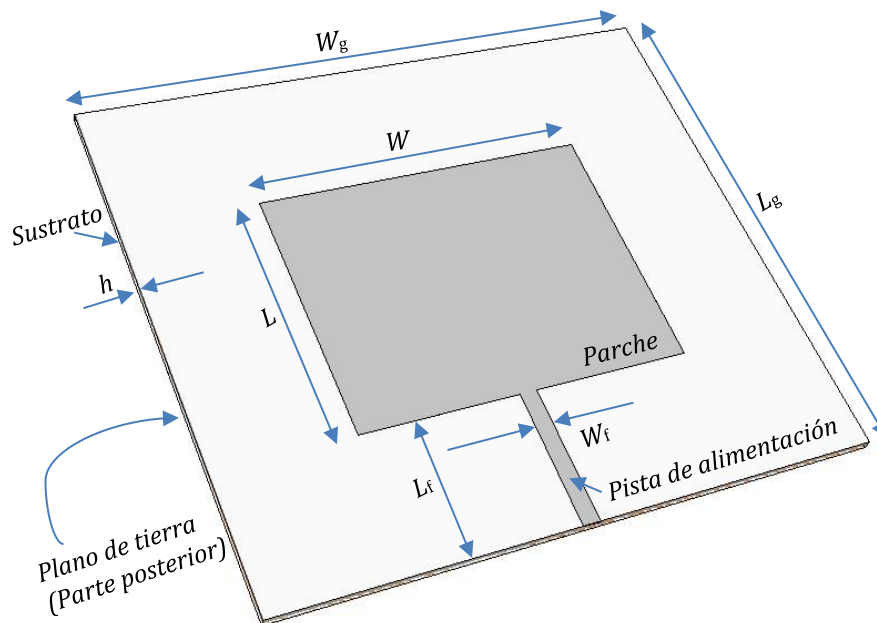


Figura 1. Antena de circuito impreso de parche rectangular.

La función del parche rectangular es generar la radiación de las dos ranuras formadas en ambos extremos del parche; la primera está colocada justo en la pista de alimentación y la segunda, en la parte superior del parche. Ambas ranuras tienen las mismas dimensiones y por lo mismo, comparten su frecuencia de resonancia. Al circular una corriente senoidal de alta frecuencia sobre el parche, se forma un campo eléctrico aproximadamente uniforme, excepto en las cercanías del borde; lugar donde el campo sale del sustrato y llega a la superficie superior del parche rectangular. Esto implica que las líneas de flujo eléctrico pasan por el sustrato y también por el aire; haciendo muy complejo el problema. Para resolver

Las dimensiones de la antena están determinadas por los siguientes parámetros:  $W_g$  es el ancho del plano de tierra, m;  $L_g$  es la longitud del plano de tierra, m;  $W$  es el ancho del parche rectangular, m;  $L$  es la longitud del parche rectangular, m;  $W_f$  es el ancho de la pista de alimentación, m;  $L_f$  es la longitud de la pista de alimentación, m; y,  $h$  es el grosor del sustrato, m. Tanto el parche rectangular, como el plano de tierra son fabricados de buenos conductores, donde el cobre es el más común; pero el sustrato es un aislante cuya constante dieléctrica puede variar en un intervalo muy amplio.

#### *Cálculo de la antena de circuito impreso de parche rectangular*

Existen varios métodos para estimar las dimensiones y características eléctricas de las antenas de circuito impreso de parche rectangular, con precisiones que varían principalmente dependiendo de la frecuencia de resonancia (Chang 1981), (Chang 1986), (James et al. 1981), (Balanis 2016). Para el desarrollo del programa se seleccionó un método que aproxima el comportamiento de antena de circuito, simplificando el medio donde se genera el campo electromagnético. La primera simplificación es considerar un medio ficticio con una constante dieléctrica efectiva, cuyo valor se encuentra con la ecuación (1).



$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + \frac{h}{W}\right)^{-1/2} \quad (1)$$

Donde:  $\epsilon_{\text{reff}}$  es la constante dieléctrica efectiva, adimensional; y,  $\epsilon_r$  es la constante dieléctrica del sustrato, adimensional. La constante dieléctrica del sustrato juega un papel importante en la impedancia, el ancho de banda y la frecuencia de resonancia. Sin embargo, este parámetro varía considerablemente en la práctica; razón por la cual, se suele analizar la respuesta de la antena en el intervalo donde puede presentarse.

Otra aproximación que se introduce consiste en suponer un campo uniforme en el borde del parche, pero ajustando la longitud del parche, esto se realiza por medio de las ecuaciones (2), (3) y (4).

$$W = \frac{c_0}{2f_r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}} \quad (2)$$

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_{\text{reff}} + 0.3) \left(\frac{W}{h} + 0.264\right)}{(\epsilon_{\text{reff}} - 0.258) \left(\frac{W}{h} + 0.8\right)} \quad (3)$$

$$L = \frac{1}{2f_r \sqrt{\epsilon_{\text{reff}}} \sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} - 2\Delta L \quad (4)$$

Donde  $f_r$  es la frecuencia de resonancia, Hz;  $\Delta L$  es la corrección a la longitud del parche debido al efecto de borde;  $\epsilon_0$  es la permitividad del vacío, F/m; y,  $\mu_0$  es la permeabilidad del vacío, H/m.

#### *Pista de alimentación*

Una de las formas que se emplean para asegurar un correcto acoplamiento entre la antena y su alimentación por cable coaxial, consiste en un transformador de  $\lambda/4$ ; lo cual evitará que se forme una relación de onda estacionaria cercana a la unidad (Pozar 2011). La antena puede ser parte de un equipo que cuente con la posibilidad de transmitir y recibir; de tal forma que es importante minimizar la reflexión de la onda incidente. La impedancia de la antena cuando en la frecuencia de resonancia se reduce a una resistencia eléctrica, ver ecuaciones (5) y (6).

$$R_{in} = 90 \frac{(\epsilon_r)^2}{\epsilon_r - 1} \left(\frac{L}{W}\right) \quad (5)$$

$$Z_f = \sqrt{50R_{in}} \quad (6)$$

Donde  $R_{in}$  es la resistencia de la antena en condiciones de resonancia,  $\Omega$ ; y,  $Z_f$  es la impedancia de la pista de alimentación necesaria para minimizar la relación de onda estacionaria,  $\Omega$ .

#### *Características de radiación de la antena de parche rectangular*

Las propiedades más importantes en cuanto a la radiación de campo lejano de la antena se destacan: la directividad, los anchos de haz y el patrón de radiación. Esto se aprecia en las ecuaciones (7) y (8). Para una mayor precisión, se empleó integración numérica en la estimación de la directividad, la cual es aproximadamente el doble de la contribución de cada ranura de radiación.

$$D \cong \left(\frac{2\pi W}{\lambda_0}\right)^2 \frac{1}{I_1} \quad (7)$$

$$I_1 = \int_0^\pi \left[ \frac{\text{sen} \left( \frac{k_0 W}{\lambda_0} \cos \theta \right)}{\cos \theta} \right]^2 \text{sen}^3(\theta) d\theta \quad (8)$$

Donde  $D$  es la directividad de la antena, adimensional;  $\lambda_0$  es la longitud de onda en el vacío, m; y,  $k_0$  es el número de onda, rad/m. Para una mayor precisión, se empleó integración numérica en la estimación de la directividad, la cual es aproximadamente el doble de la contribución de cada ranura de radiación. Para el patrón de radiación de campo lejano, se consideran los factores de patrón  $F_E(\theta)$  y  $F_H(\theta)$  para los planos E y H, respectivamente, ver las ecuaciones (9) y (10).

$$F_E(\theta) \cong \cos \left( \frac{k_0 L}{2} \sin \theta \right) \quad (9)$$

$$F_H(\theta) \cong \cos \theta \frac{\cos \left( \frac{k_0 W}{2} \sin \theta \right)}{\frac{k_0 W}{2} \sin \theta} \quad (10)$$

Los anchos de haz para cada uno de los planos E y H, se pueden aproximar mediante las ecuaciones (11) y (12).

$$\theta_E \cong 2 \sin^{-1} \sqrt{\frac{7.03 \lambda_0^2}{4(3L_e^2 + h^2)\pi^2}} \quad (11)$$

$$\theta_H \cong 2 \sin^{-1} \sqrt{\frac{1}{2 + k_0 W}} \quad (12)$$

### Resultados

En esta sección se presentan los resultados más importantes que entrega el programa de cómputo. En la Figura 2 se observa la ventana de cálculo de la antena de circuito impreso de parche rectangular, para el caso de una frecuencia de 2.4 GHz e impedancia de 50 Ω; la cual se implementaría en una placa de doble cara de cobre de lo más común en México, cuyo sustrato es FR-4 y tiene un grosor 1.544 mm. Estos parámetros están por defecto en el programa y pueden ser cambiados en cualquier momento para calcular sus dimensiones y características eléctricas.

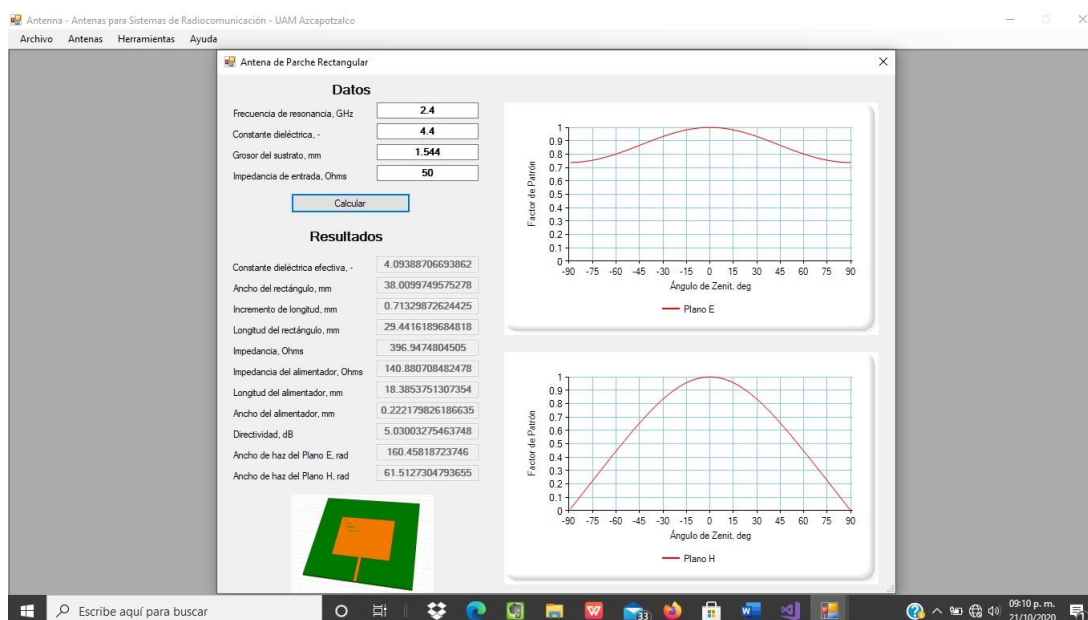


Figura 2. Pantalla de resultados del programa de cómputo.

Para comprobar la precisión de los resultados que entrega la herramienta computacional, se utilizó el programa conocido como HFSS (*High Frequency Simulator Structure*), el cual es una de las opciones profesionales de simulación de estructuras donde se radian o propagan ondas electromagnéticas, por medio del método de elemento finito. En la figura 3 se ilustra el modelo introducido en este programa comercial, donde se aprecia un conector SMA hembra con una impedancia de  $50 \Omega$ , para conectar el equipo terminal o instrumentos estándar para sistemas de radiocomunicación, por medio de un cable coaxial RG-58.

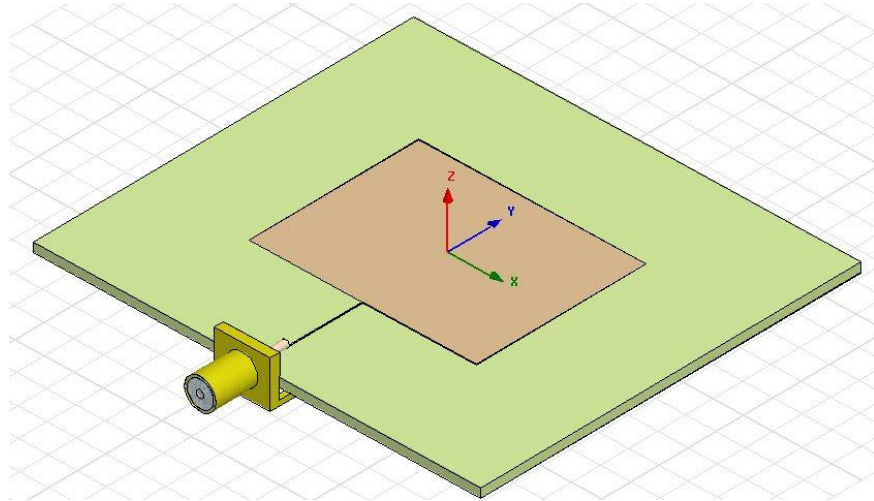


Figura 3. Modelo de la antena de parche rectangular simulado en HFSS.

La respuesta en la frecuencia en antenas suele expresarse empleando el coeficiente de reflexión (parámetro  $S_{11}$ ) o relación de onda estacionaria (*VSWR Voltage Standing Wave Ratio*). En la Figura 4 se muestra la gráfica del coeficiente de reflexión obtenido con el simulador, cuya frecuencia de resonancia es aproximadamente 2.33 GHz.

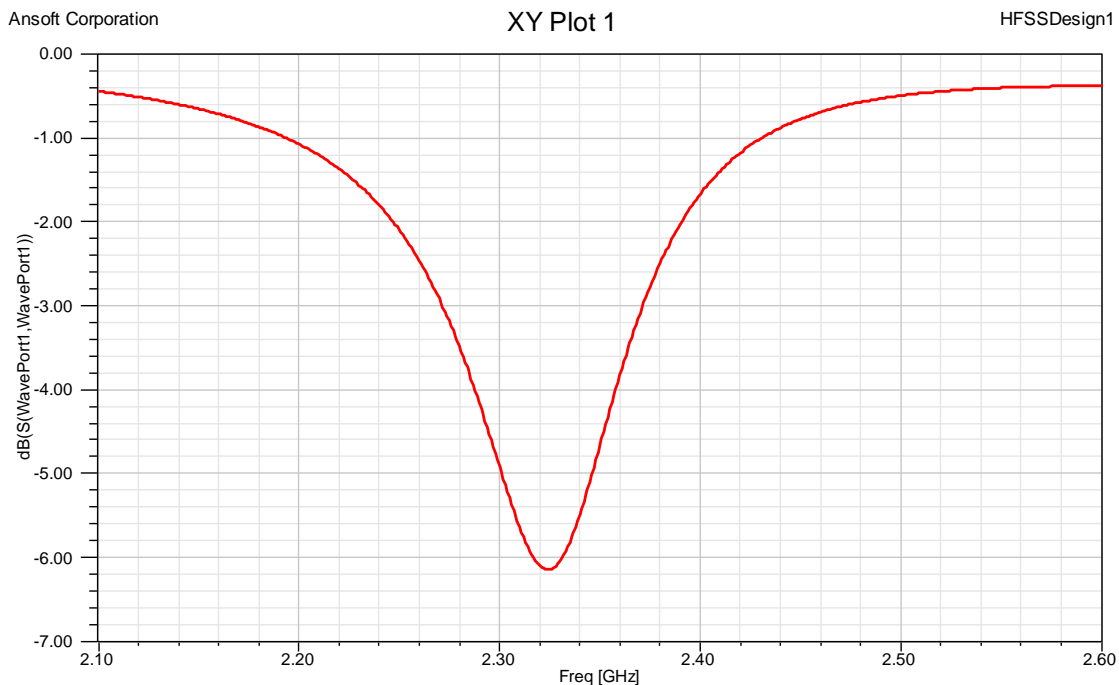


Figura 4. Parámetro  $S_{11}$  de la antena simulada en HFSS.

En cuanto a la respuesta espacial de la radiación de la antena, se presenta el patrón de radiación para la directividad graficada en tres dimensiones generado por el HFSS; donde el color rojo indica los valores más elevados, especialmente en el eje z alcanza un valor de 5.145 dB aproximadamente, ver Figura 5. En la parte inferior al plano xy se observa una directividad muy inferior, debido a la presencia del plano de tierra.

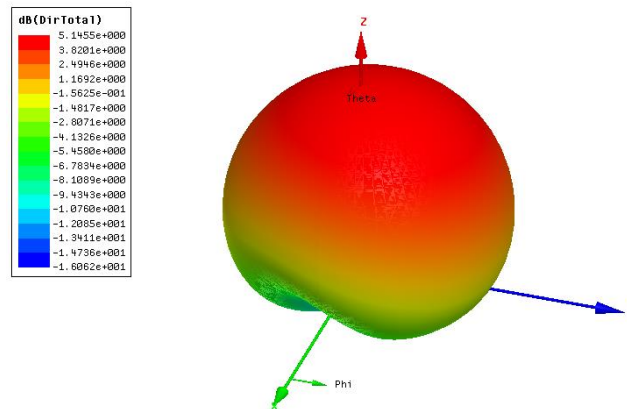


Figura 5. Patrón de radiación de la antena en HFSS.

### Comentarios Finales

En este artículo se detallaron las características de un programa de cómputo implementado en Microsoft Visual Basic, dedicado al cálculo de las dimensiones y principales características eléctricas, de una antena de circuito impreso de parche rectangular alimentada con una línea de transmisión (transformador de  $\lambda/4$ ). La ventana principal de resultados del programa que se presenta en la Figura 2, muestra los resultados de técnicas empíricas, los cuales son encontrados con simplificaciones matemáticas, tienen una precisión apreciable en algunos casos tales como las dimensiones (del parche rectangular, de la pista de alimentación y del plano de tierra), la directividad de la antena (5.03 dB contra 5.14 dB obtenido con el programa HFSS) y la frecuencia de resonancia (2.33 GHz contra 2.4 GHz). La simulación permite un reajuste en las dimensiones del modelo introducido, con la idea de llegar a las metas iniciales; por lo tanto, el procedimiento seleccionado y que es empleado ampliamente en la práctica profesional, es muy útil.

El programa está siendo actualizado para contar con diferentes tipos de alimentación (por sonda coaxial y por una pista de alimentación con una ranura), para mejorar el acoplamiento con el cable coaxial. Del mismo modo, el programa incorporará en un futuro antenas de circuito impreso con otras geometrías (parches circular y triangulares); para después abordar antenas de alambre y apertura. El lenguaje visual de programación elegido para la implementación del algoritmo es compatible con una amplia gama de versiones del sistema operativo Windows y facilita la interacción con el usuario; a la vez que proporciona una forma de trabajo intuitivo con el ratón y el teclado. Gracias a estas características, la herramienta computacional tiene propiedades que son apropiadas para su uso en el aula o en el laboratorio de docencia, para la impartición de cursos en universidades o institutos dedicados a las telecomunicaciones.

### Referencias

- Stutzman W. L., *Antenna Theory and Design*, tercera edición, John Wiley and Sons, 2012.
- Balanis C. A., *Antenna Theory*, cuarta edición, John Wiley and Sons, 2016.
- Pozar D., *Microwave Engineering*, cuarta edición, John Wiley and Sons, 2011.
- Munson R. E., "Conformal Microstrip Antennas and Microstrip Phased Arrays," *IEEE Transactions and Propagation*, Vol. AP-22, No. 1, 1974.
- Howell J. Q., "Microstrip Antenna," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol. 23, No. 1, 1975.
- Carver K. R. y Mink J. W., "Microstrip Antenna Technology," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, Vol. 29, No. 1, 1981.
- Richards W. F., Lo Y. T., y Harrison D. D., "An improved theory of microstrip antennas with applications," *IEEE Transactions and Propagation*, Vol. AP-29, no. 1, 1981.

Chang D. C., "Analytical Theory of an Unloaded Rectangular Microstrip Patch," *IEEE Transactions and Propagation*, Vol. AP-29, No. 1, 1981.

Chang S. A., Long W. y Richards F., "An Experimental Investigation of Electrically Thick Rectangular Microstrip Antennas," *IEEE Transactions and Propagation*, Vol. 34, No. 6, 1986.

James, R. J., Hall P. S., Wood C. y Henderson A., "Some Recent Developments in Microstrip Antenna Design", *IEEE Transactions Antennas and Propagation*, Vol. AP-29, No. 1, 1981.

# DISEÑO DE UN BRAZO ROBÓTICO PARA HUMANOIDE EMPLEANDO UN SISTEMA EMBEBIDO CON PLATAFORMA FPGA

Ing. Gengis Reyes Munguía<sup>1</sup>, Dr. Sergio Vergara Limon<sup>2</sup>,  
Dra. María Aurora Diozcora Vargas Treviño<sup>3</sup>, Dr. José Fernando Reyes Cortés<sup>4</sup>, Dr. Jesús López Gómez<sup>5</sup>

**Resumen**—Se obtienen las dimensiones de longitud y masa de un brazo humano de una persona ideal de altura de 1.80 m e índice de masa corporal normal para estudiar el modelado cinemático del brazo robótico planteado como un sistema de cinco grados de libertad. También se realiza una simulación en MATLAB de la cinemática directa del brazo y antebrazo humano para corroborar que la cinemática estudiada sea correcta y permita realizar todos los movimientos en la fisiología del brazo humano. Por último, se diseña el brazo robótico para humanoide en SolidWorks el cual está basado en dos uniones esféricas en donde cada una tiene el brazo y antebrazo para humanoide, y se presenta el hardware y firmware en el sistema de adquisición, procesamiento y monitoreo de datos embebido en una tarjeta FPGA.

**Palabras clave**—brazo robótico, humanoide, sistema embebido, FPGA.

## Introducción

Un brazo robótico puede ser cualquiera de una serie de dispositivos mecánicos programables que están diseñados para manipular objetos de forma similar al brazo humano. Pueden tener un rango de movimiento mucho más amplio ya que su diseño puede ser puramente de la imaginación de su creador. La articulación que conecta los segmentos de un brazo robótico le permiten girar y moverse como una bisagra. El extremo del brazo robótico se conoce como efector final, y puede diseñarse para prácticamente cualquier tarea, por ejemplo, agarrar como una mano, pintar, apretar tornillos y más. Estos brazos robóticos se pueden fijar en un lugar, como a lo largo de una línea de ensamblaje, o pueden ser móviles para que se puedan transportar y realizar una variedad de tareas en diferentes lugares (wiseGeek, 2019).

La mayoría de los brazos robóticos actuales permiten realizar movimientos básicos como traslación y manipulación de objetos, sin embargo, su apariencia física y dichos movimientos limitan el potencial que pueden llegar a tener en cuestión de actividades complejas como la fisioterapia en menores de edad o el andinismo las cuales no sólo requieren de una gran precisión y variedad de sus arduos movimientos, sino que también inspiren confianza a las personas que utilicen o interactúen por estos robots.

## Descripción del Método

### Antecedentes

Como se menciona en Robotesfera (2019) y en el artículo de Moran Michael E. (2007), los brazos robóticos como tal tienen siglos de historia, los autómatas de Grecia son un claro ejemplo, en específico; la sirvienta de Filón de Bizancio, la cuál era un robot humanoide en forma de una sirvienta que en su mano derecha sostenía una jarra de vino (Kotsanas Museum, 2019).

En 1495, da Vinci diseñó y probablemente construyó el primero de varios robots humanoides programables, este robot constaba de dos sistemas independientes (Moran Michael E., 2007). Para 1738, Jacques de Vaucanson había diseñado y construido un flautista autómatas, que se llamaba "androide". El cual contenía varios alambres y cadenas de acero que formaban el movimiento de los dedos (Splítková Jita, 2019).

Inspirados por Vaucanson, la familia suiza de relojería llamada Jaquet – Droz, en 1774, el padre, Pierre, con su hijo Henri – Louis, crearon tres autómatas de tamaño natural con especial énfasis en sus capacidades humanas (Atlas Obscura, 2019). Wolfgang von Kempelen, creó un autómatas al cual a menudo le llamaban “el turco”. Fue construido en 1769 para la emperatriz María Teresa. El turco era un engaño elaborado con un operador humano oculto dentro de los complejos gabinetes debajo del tablero de ajedrez (Heinz Nixdorf MuseumsForum, 2019).

<sup>1</sup> El Ing. Gengis Reyes Munguía es Estudiante de la Maestría en Ciencias de la Electrónica, Opción en Automatización en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. [gengis.reyes@alumno.buap.mx](mailto:gengis.reyes@alumno.buap.mx)

<sup>2</sup> El Dr. Sergio Vergara Limon es Profesor Investigador de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. [sergio.vergara@correo.buap.mx](mailto:sergio.vergara@correo.buap.mx)

<sup>3</sup> La Dra. María Aurora Diozcora Vargas Treviño es Profesora Investigadora de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. [aurora.vargas@correo.buap.mx](mailto:aurora.vargas@correo.buap.mx)

<sup>4</sup> El Dr. José Fernando Reyes Cortés es Profesor Investigador de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México. [fernando.reyes@correo.buap.mx](mailto:fernando.reyes@correo.buap.mx)

<sup>5</sup> El Dr. Jesús López Gómez es Profesor Investigador de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México. [jlgo6599@docente.ujat.mx](mailto:jlgo6599@docente.ujat.mx)



George Devol se asoció con Joseph Engelberger y juntos comenzaron la primera compañía de robótica, Unimation, en Danbury, Connecticut. En 1961, pusieron el primer Unimate, en servicio en una planta de General Motors en Ewing Township, NJ, donde el brazo robot extrajo piezas de metal caliente de una máquina de fundición (IEEE Robots, 2019).

*Esquema general*

En la figura 1 se puede observar que el brazo robótico estará integrado por 5 motores de corriente directa con encoders, 5 etapas de potencia, un sistema de adquisición, procesamiento y monitoreo de datos implementado en una tarjeta de desarrollo FPGA de Altera modelo DE0-CV y las piezas impresas en 3D del brazo y antebrazo.

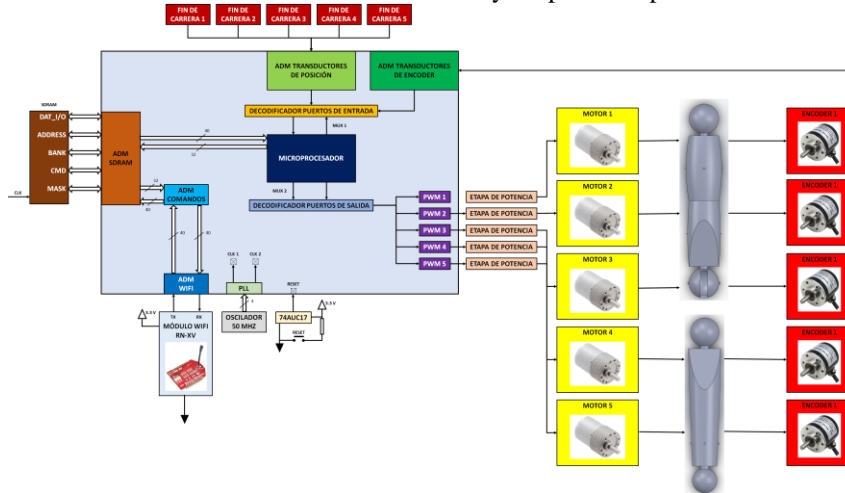


Figura 1. Esquema general del sistema.

*Modelo cinemático*

Se consideró el brazo humano para obtener el modelo cinemático del brazo robótico el cual tiene 5 grados de libertad (3 en brazo y 2 en antebrazo), proponiendo un sistema de dos uniones esféricas. Mediante la convención Denavit – Hartenberg, Noreils Fabrice R. (2017) obtuvo la tabla de parámetros para calcular la matriz homogénea, sin embargo, en este caso se agregó un sistema de referencia extra de modo que coincida con los ejes de graficación de MATLAB, por lo que la tabla de parámetros se obtuvo como se muestra en la tabla 1.

	$\theta_n$	$\alpha_1$	$r_n$	$d_n$
1	0	90°	0	0
2	$\theta_1 - 90^\circ$	90°	0	0
3	$\theta_2 + 90^\circ$	90°	0	0
4	$\theta_3 + 90^\circ$	90°	0	$L_1$
5	$\theta_4$	-90°	0	0
6	$\theta_5$	-90°	0	$L_2$

Tabla 1. Parámetros de Denavit – Hartenberg.

En la figura 2, se pueden observar los grados de libertad del brazo humano, donde  $\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$  y  $\theta_5$  representan los grados de libertad del brazo humano,  $L_1$  es la longitud del brazo y  $L_2$  la longitud del antebrazo. Además de los distintos sistemas de referencias utilizados para la obtención de la tabla 1.

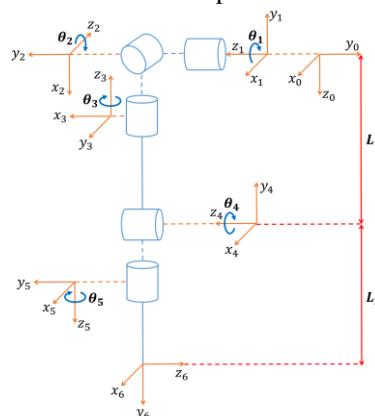


Figura 2. Diagrama de grados de libertad.

De la tabla 1 se calculó la matriz homogénea la cual permite saber la cinemática directa del brazo y del antebrazo, obteniendo las ecuaciones (1) y (2) respectivamente.

$$\begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ z_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_1 \sin(\theta_1) \cos(\theta_2) \\ -L_1 \sin(\theta_2) \\ -L_1 \cos(\theta_1) \cos(\theta_2) \end{bmatrix} \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ z_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} L_2 \{ \sin(\theta_4) [\cos(\theta_1) \cos(\theta_3) - \sin(\theta_1) \sin(\theta_2) \sin(\theta_3)] + \sin(\theta_1) \cos(\theta_2) \cos(\theta_4) \} + L_1 \sin(\theta_1) \cos(\theta_2) \\ -L_2 [\sin(\theta_2) \cos(\theta_4) + \cos(\theta_2) \sin(\theta_3) \sin(\theta_4)] - L_1 \sin(\theta_2) \\ L_2 \{ \sin(\theta_4) [\sin(\theta_1) \cos(\theta_3) - \cos(\theta_1) \sin(\theta_2) \sin(\theta_3)] + \cos(\theta_1) \cos(\theta_2) \cos(\theta_4) \} - L_1 \cos(\theta_1) \cos(\theta_2) \end{bmatrix} \quad (2)$$

*Diseño del brazo robótico*

Se obtuvieron las dimensiones ideales del brazo y antebrazo en base a la altura de un hombre de 1.80 m de altura mediante la fórmula de John McCallum (McRobert Stuart, 2007). Proponiendo una circunferencia de 19 cm, se calculó una dimensión de 44.46 cm para el brazo y 35.815 cm para el antebrazo los cuales se redondearon a 44 cm y 36 cm respectivamente.

Utilizando la fórmula de Wan der Vael para obtener el peso ideal, se obtuvo un peso de 72.5 Kg y en base al porcentaje que cada parte del cuerpo humano tiene asignada con respecto a este peso, se obtuvo que el del brazo corresponde a 1.16 Kg y el antebrazo a 1.9575 Kg.

Con las dimensiones del brazo y antebrazo obtenidas, se diseñó la mecánica en SolidWorks de modo que los movimientos de todo el brazo sean producidos mediante dos uniones esféricas como se muestra en la figura 3, las cuáles realizan los movimientos del hombro y del codo a través de hilos con guías de apoyo.

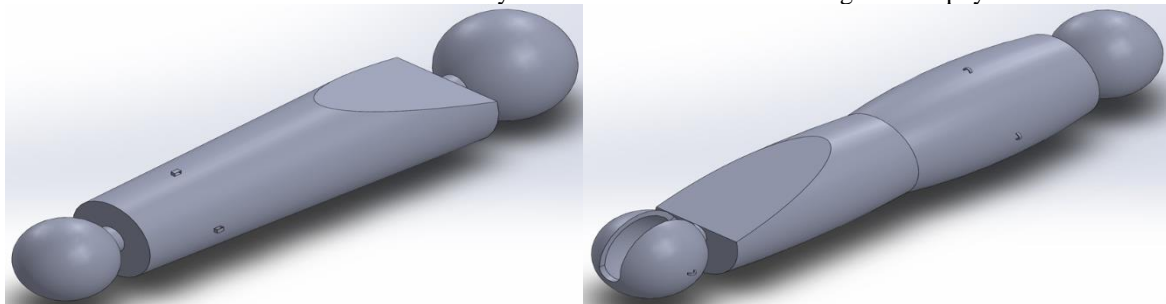


Figura 3. Prototipo de antebrazo (lado izquierdo) y brazo (lado derecho).

El brazo y el antebrazo se diseñaron de modo que cuenten con guías de apoyo para realizar el movimiento mediante hilos, como se observa de las figuras 4 a la 8, reproduce los movimientos del brazo humano.

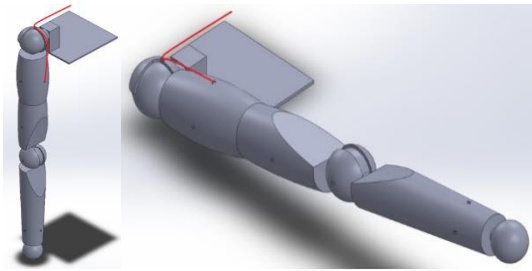


Figura 4. Movimientos de flexión y extensión (brazo).

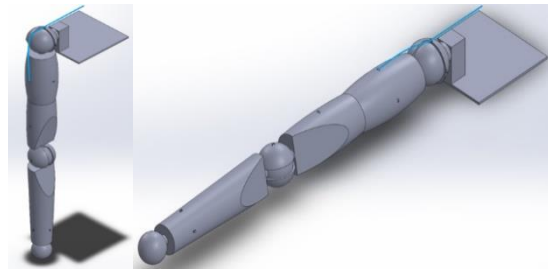


Figura 5. Movimientos de abducción y aducción (brazo).

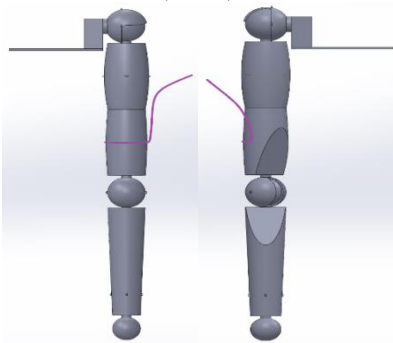


Figura 6. Movimientos de rotación medial y lateral (brazo).

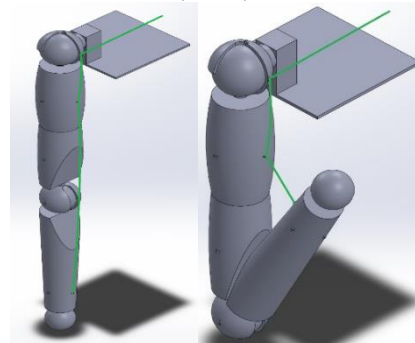


Figura 7. Movimientos de flexión y extensión (antebrazo).

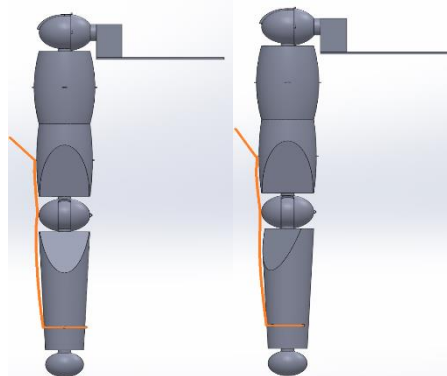


Figura 8. Movimientos de pronación y supinación (antebrazo).

### Descripción del sistema embebido

Como dispositivo de procesamiento se empleará una tarjeta de desarrollo FPGA modelo DE0-CV, figura 9. Esta tarjeta permite el diseño de hardware utilizando un FPGA Cyclone V de Altera, el cual se encuentra optimizado para realizar labores variadas con alto grado de flexibilidad. La comunicación con la tarjeta se realiza por medio de un módulo WiFi RN-XV, figura 10.

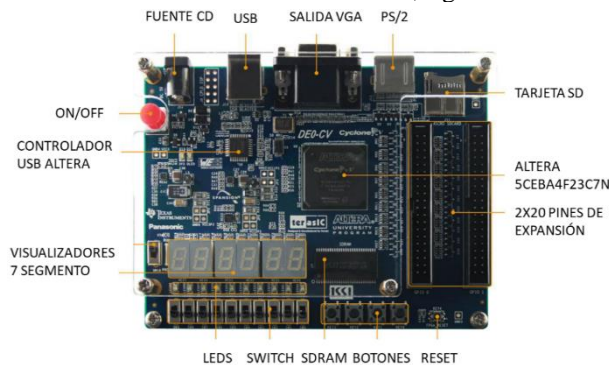


Figura 9. Tarjeta de desarrollo DE0-CV.



Figura 10. Módulo de WiFi RN-XV.

Se implementó una interfaz de usuario general que permita enviar y recibir información desde y hacia la tarjeta, esta interfaz se desarrolló en LabVIEW como se muestra en la figura 11 y permite leer las señales de cada encoder para controlar la posición de los motores.

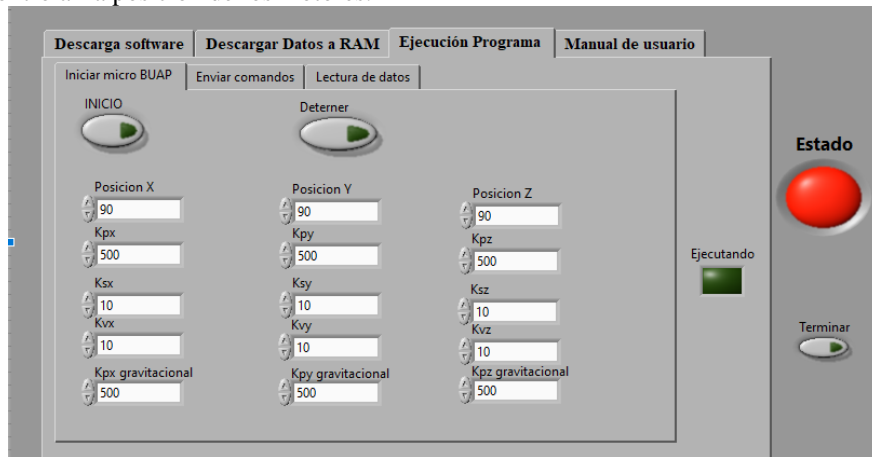


Figura 11. Interfaz de usuario.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

Se verificó que la ecuación (2) realizara los movimientos del brazo humano graficando en MATLAB la posición de distintos valores arbitrarios para cada ángulo, donde la línea azul representa la longitud del brazo (44 cm) y la roja la del antebrazo (36 cm) como se puede observar de las figuras 12 a 16.

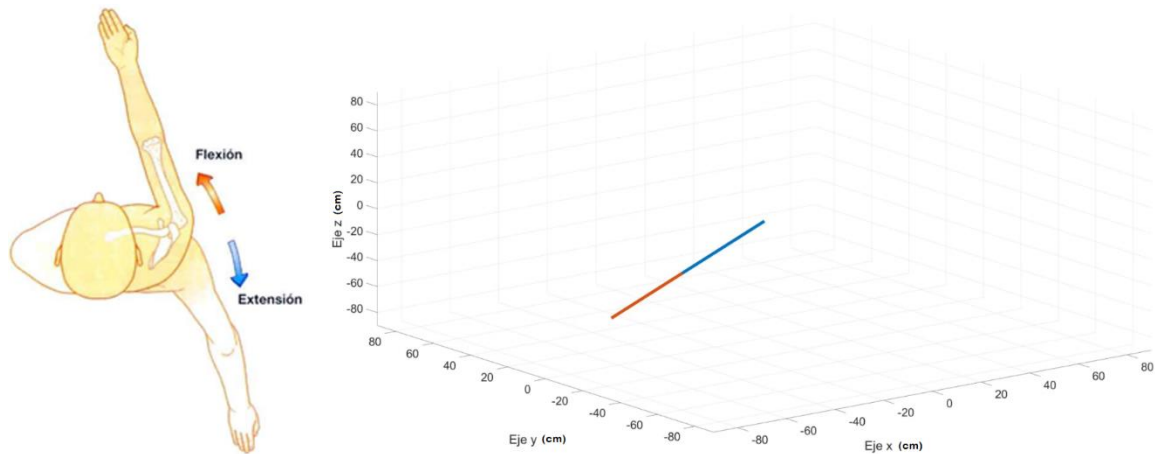


Figura 12. Movimientos de flexión y extensión del brazo (Drake R. L. et al, 2005) y gráfica de movimientos de flexión y extensión del brazo.

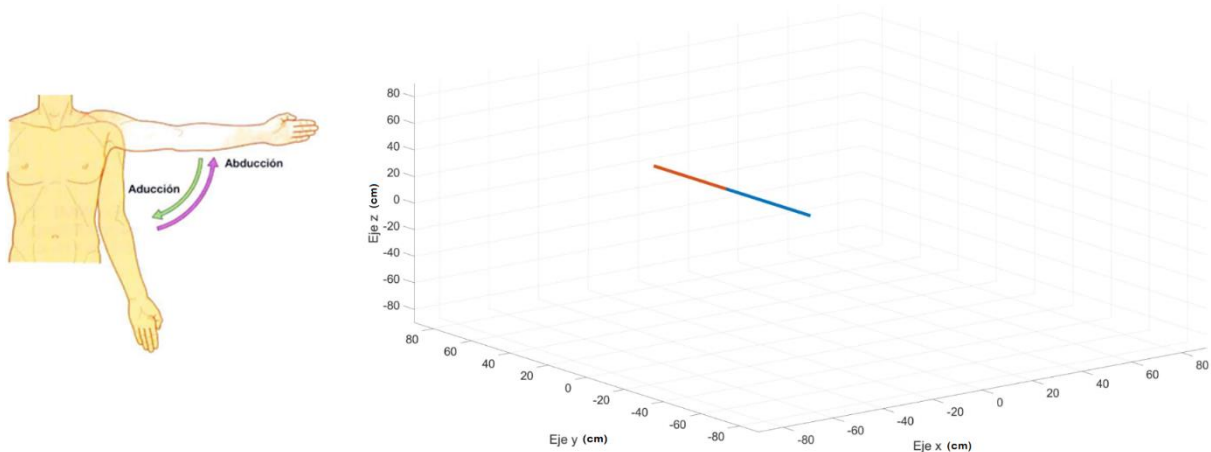


Figura 13. Movimientos de abducción y aducción del brazo (Drake R. L. et al, 2005) y gráfica de movimientos de abducción y aducción del brazo.

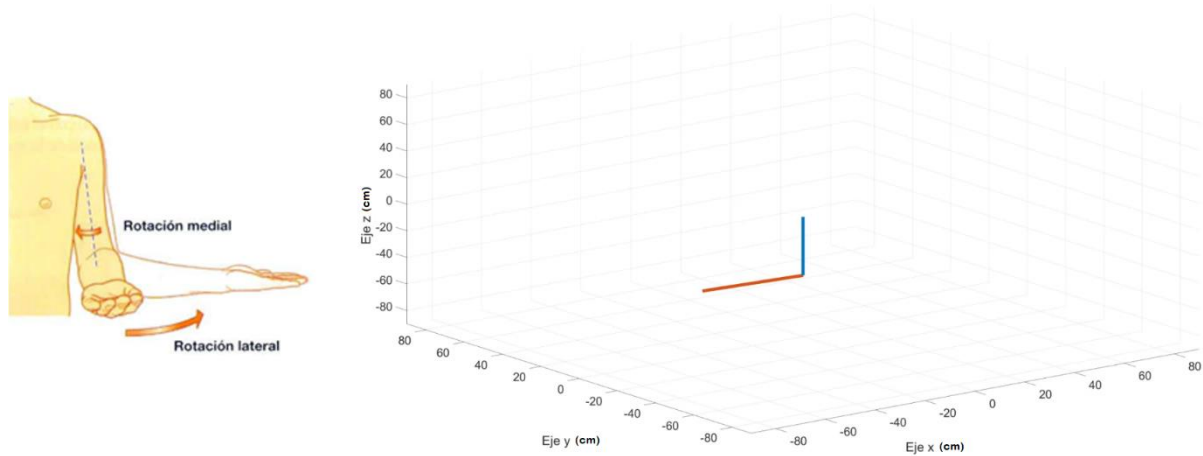


Figura 14. Movimientos de rotación medial y lateral del brazo (Drake R. L. et al, 2005) y gráfica de movimientos de rotación medial y lateral del brazo.

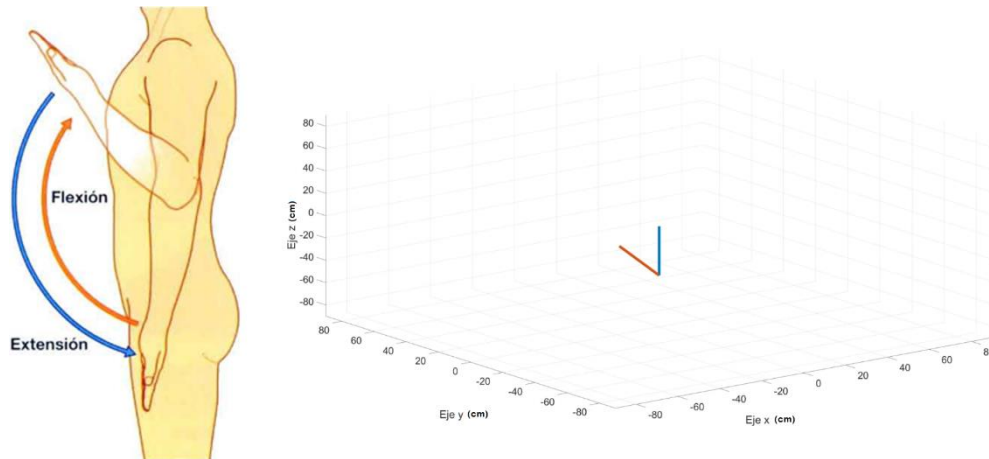


Figura 15. Movimientos de flexión y extensión del antebrazo (Drake R. L. et al, 2005) y gráfica de movimientos de flexión y extensión del antebrazo.

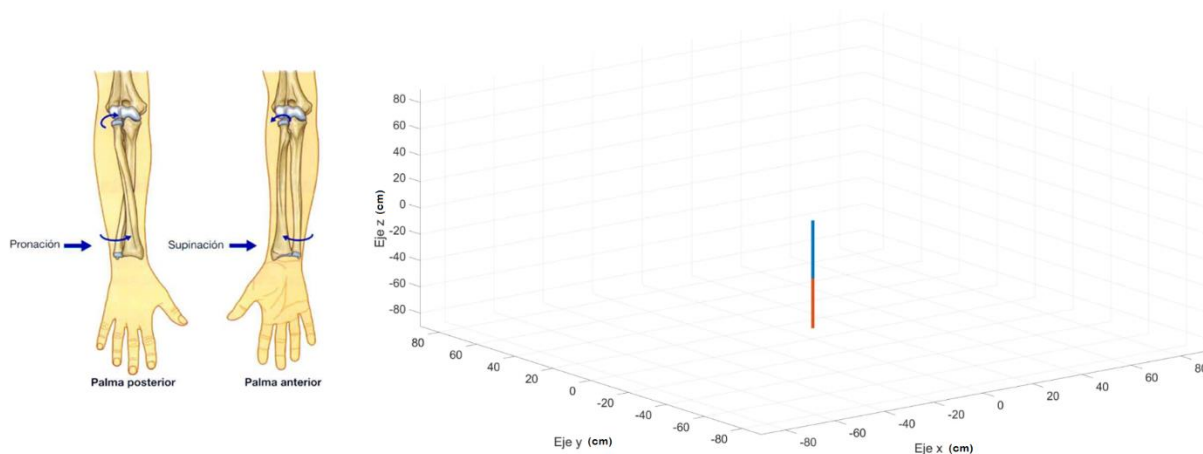


Figura 16. Movimientos de pronación y supinación del antebrazo (Drake R. L. et al, 2005) y gráfica de movimientos de pronación y supinación del antebrazo.

### Conclusiones

El modelo cinemático del brazo humano permitió diseñar un prototipo del brazo robótico para humanoide, además, se corroboró en MATLAB que la cinemática realiza los movimientos de los cinco grados de libertad.

El diseño en SolidWorks permite visualizar lo que se desea lograr en este trabajo. También permite mostrar que no es un diseño convencional, es decir, los motores no se encuentran interconectados entre sí como algunos brazos robóticos con motores tipo “brushless”.

### Recomendaciones

Utilizando el modelo cinemático se puede obtener el modelo dinámico del brazo robótico para humanoide lo cual permitirá encontrar las ecuaciones de Euler – Lagrange y calcular el torque máximo para cada motor.

Como se utilizarán motores tipo “brushed” con hilos, se podrá probar que en las mediciones experimentales se tiene un torque mucho mayor que los motores de transmisión directa.

### Referencias

- Atlas Obscura, “Jaquet-Droz Automata”, <https://bit.ly/2FqrlKs>, 2019.  
Drake R. L., Vogl W., Mitchell A. W. M., “GRAY Anatomía para estudiantes”, Elsevier, 2005.  
Heinz Nixdorf MuseumsForum, “Wolfgang von Kempelen’s Chess Turk”, <https://bit.ly/34S11BS>, 2019.  
IEEE Robots, “Unimate”, <https://bit.ly/315ySG9>, 2019.  
Kotsanas Museum, “The automatics of Philon of Byzantium”, <https://bit.ly/3jXGxOb>, 2019.  
McRobert Stuart, “Brawn”, C S Publishing, 2007  
Moran Michael E., “Evolution of robotic arms”, Journal of Robotic Surgery, 2007.  
Noreils Fabrice R., “Inverse kinematics for a Humanoid Robot”, ResearchGate, 2017.  
Robotefera, “¿Qué son los brazos robóticos?”, <https://bit.ly/2SRxO4j>, 2019.  
Splítková Jita, “Jacques de Vaucanson”, <https://bit.ly/2Iw7wCV>, 2019.  
wiseGeek, “What is a robotic arm?”, <https://bit.ly/2H42U5W>, 2019.



# Evaluación de técnicas de materiales y tecnología en la implementación de soportes para minería subterránea en Fresnillo PLC desarrollada en el Instituto Tecnológico Superior De Fresnillo

José De Jesús Reyes Sánchez ME<sup>1</sup>, Alma Fernanda Pérez Serna<sup>2</sup>, Álvaro Uribe Martínez<sup>3</sup>, Laura Elena Aguirre Ovalle<sup>4</sup> e Ing. Víctor Domínguez Ibarra<sup>5</sup>

**Resumen**—La inestabilidad de la roca, las múltiples fallas, discontinuidades, la mala calidad del macizo rocoso, la falta de tecnología y la ineficiencia de algunos materiales, son los problemas más comunes. La estratigrafía del área de Fresnillo, Zacatecas, está representada por una secuencia gruesa de rocas sedimentarias por lo que el terreno que se presenta es arcilloso. Actualmente se usan anclas, zarpeo y enmallado para dar soporte a las obras subterráneas, la presente metodología es una evaluación de la fortificación actual y generar una alternativa de soporte, y generar una propuesta para la implementación de aplicación de pernos de anclaje mecánico y relleno hidráulico, mediante modelamiento numérico a través del software RS2. Uno de los principales problemas en esta obra es la falta de amacice previo a la malla. Así con esto proteger y evitar accidentes al personal y al equipo. (Vallejo, 2000)

**Palabras clave**—Inestabilidad, soporte, seguridad, tecnología y amacice.

## Introducción

En la presente investigación se tiene como objetivo evaluar las técnicas, materiales y tecnologías en la implementación de los soportes que se utilizan y aplicarlos a la mina subterránea de Fresnillo, Zac., desarrollada en el Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo, se pretende que se lleve a cabo usando el software RS2 que con ello permitirá brindar un mejor modelamiento para el soporte, así también escoger los materiales adecuados que se utilizaran para el sostenimiento del macizo rocoso en el terreno arcilloso. Con esto se proporcionará una mejor calidad en el soporte, una reducción de costos y de accidentes que dará como resultado un ambiente más óptimo de trabajo.

Esta propuesta metodológica es construida de forma específica usando administrativamente la planeación estratégica que consta de cuatro pasos: 1. definición del problema, 2. Análisis FODA, 3. Metas a corto y largo plazo, 4. Control de seguimiento, este plan se enfocará en el tema con el objetivo de incrementar y reducir índices de accidentes que incrementaran la eficiencia de la empresa, esto se verá reflejado en la vida de útil de la mina. Se realizará durante el periodo de un año (2021-2022) y se espera tener una respuesta positiva al aplicar el proyecto, si no funciona se repite el proceso, se valora otro tipo de soporte hasta así obtener los resultados deseados para trabajadores y para la empresa.

---

<sup>1</sup> José De Jesús Reyes Sánchez ME es docente investigador en el Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo, Fresnillo, Zacatecas. [profejesusreyes@yahoo.com.mx](mailto:profejesusreyes@yahoo.com.mx)

<sup>2</sup> Alma Fernanda Pérez Serna es alumna de 7° semestre de Ingeniería en Minería en el Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo, Fresnillo, Zacatecas [alma.fer.serna99@gmail.com](mailto:alma.fer.serna99@gmail.com)

<sup>3</sup> Álvaro Uribe Martínez es alumno de 7° semestre de Ingeniería en Minería en el Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo, Fresnillo, Zacatecas [alvarouribe4568@gmail.com](mailto:alvarouribe4568@gmail.com)

<sup>4</sup> Laura Elena Aguirre Ovalle es alumna de 7° semestre de Ingeniería en Minería en el Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo, Fresnillo, Zacatecas [lau301999@gmail.com](mailto:lau301999@gmail.com)

<sup>5</sup> Ing. Víctor Domínguez Ibarra es docente investigador en el Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo

### Descripción del Método

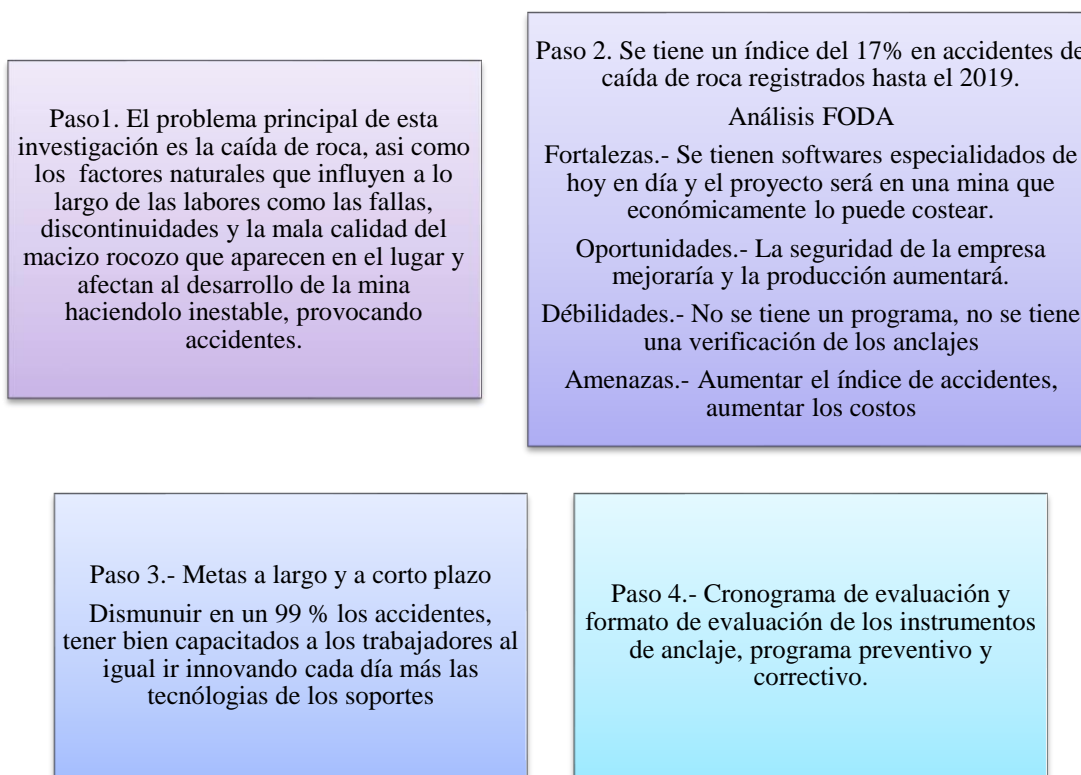


FIGURA 1. Pasos para la planeación estratégica.

En minera Fresnillo PLC la cual es una empresa minera de metales preciosos constituida en el Reino Unido y con sede en la Ciudad de México. (bamericas, 2006)

Se emplean actualmente el uso de anclas que se definen como un conjunto de elementos destinados a fijar algo firmemente a un suelo (Rodríguez, 2013), zarpeo es un mortero o concreto lanzado neumáticamente a una gran velocidad contra una superficie (Bracamontes, 2014) y enmallado que está conformado por alambres de acero convencional o de alta resistencia que se entrelazan o cruzan entre sí de forma hexagonal, romboidal o rectangular (Minero, 2019); en la zona de la quebradora que es capaz de triturar cualquier tipo de mineral, inclusive aquellos extremadamente duros, (TYMSA, 2008) (nivel 695) hay zarpeo, en cruceros de producción hay anclaje y en el nivel de acarreo (nivel 370) hay marcos de acero que está formado por dos o más piezas metálicas de sección H, L, U. Su estructura puede seguir líneas rectas como la enmaderación o estar constituida por elementos curvos, siguiendo la forma de la excavación de la galería (Exay, 2013).

Los tipos de pernos considerados en la presente evaluación fueron pernos de anclaje mecánico, constan de un eje, una placa frontal, un soporte de expansión cónica (cabeza) y una cuña; pernos cementados, es un sistema de refuerzo normalmente no tensados, en el que una mezcla de cemento con o sin arena es inyectada al taladro mediante una bomba de inyección o con el uso de cartuchos de mortero, luego el perno es empujado dentro del taladro; pernos de cable plano, son pernos flexibles compuestos por un conjunto de alambres de acero, unidos a una hebra principal, los cuales son instalados con lechada en una perforación; y pernos tipo Swellex, consisten en un tubo doblado durante el proceso de manufactura para crear una unidad con un diámetro menor. Y respecto a los tipos de relleno, se consideró el relleno hidráulico, está conformado generalmente por colas de relaves y es uno de los más populares en el mundo debido a su simplicidad y método de transporte; el relleno cementado, es una variante del relleno hidráulico, al cual

se le agrega cemento; y el relleno en pasta, está compuesto por la unión de colas de relave y cemento con una cierta cantidad de agua. (Fernández Gutiérrez & Ramírez Cáceres, 2018)

Se han estado usando pernos Split Set, consisten de un tubo ranurado a lo largo de su longitud, uno de los extremos es ahusado y el otro lleva un anillo soldado para mantener la platina (Minera, Revista Seguridad Minera, 2012), su instalación es simple y sirve como un refuerzo temporal, su única desventaja es que tienen un costo bastante alto y económicamente no son viables por lo tanto se sugiere cambiarlos, después de valoraciones previas con cada distinto soporte y material de relleno considerando sus ventajas y desventajas para el terreno que presenta minera Fresnillo PLC.

SOSTENIMIENTO SEGÚN LA CLASE DEL TERRENO	
TERRENO COMPACTO	NO REQUIERE SOSTENIMIENTO
TERRENO FRACTURADO	SOSTENIMIENTO LIGERO
TERRENO SUAVE	SOSTENIMIENTO PESADO
TERRENO ARCILLOSO	SOSTENIMIENTO EXTREMADAMENTE RESISTENTE

TABLA 1. Tipos de terrenos en minería y que tipo de sostenimiento requiere.

El diseño del sostenimiento debe realizarse teniendo en cuenta las características del terreno, las dimensiones de las labores, las condiciones impuestas por la explotación como disponibilidad y facilidad de la instalación y las posibles influencias de explotaciones próximas. ((LOM)., 2015)

TIPOS DE PERNOS	VENTAJAS Y DESVENTAJAS
PERNOS DE ANCLAJE MECÁNICO.	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ventajas: Poseen un bajo costo y una rápida instalación.</li> <li>•Desventajas: En ambientes corrosivos requieren resina. Pueden perder toda su capacidad de carga si el perno se rompe o bien ocurre un deslizamiento.</li> </ul>
PERNOS DE CABLE PLANO	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ventajas: Flexibilidad, alta resistencia y bajo peso lineal.</li> <li>•Desventajas: Son necesarios varios días (tiempo de curado) antes de que los cables puedan trabajar a capacidad completa.</li> </ul>
PERNOS DE FRICCIÓN (SWELLEX Y SPLIT SET)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ventajas: Simplicidad, soporte inmediato. Además, se puede acomodar a una gran deformación de roca.</li> <li>•Desventajas: Su capacidad de carga es baja, en general. Están directamente expuestos a ambientes agresivos, por lo que no se pueden usar a largo plazo en entornos corrosivos.</li> </ul>
PERNOS DE VARILLA DE HIERRO INYECTADOS CON RESINA	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ventajas: Evita la corrosión de los pernos expuestos a ambientes agresivos (Ej. Agua con PH ácido). Mayor capacidad de carga y se adhiere al macizo a lo largo de todo el perno.</li> <li>•Desventaja: En roca arcillosa y débil o altamente fracturada, se dificulta la buena vinculación</li> </ul>
PERNOS DE VARILLA DE HIERRO INYECTADOS CON CEMENTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ventajas: Son muy eficientes al momento de trabajar sobre un estrato débil o fracturado.</li> <li>•Desventajas: La contracción del cemento (una vez seco) reduce la fuerza de unión.</li> </ul>

PERNOS AUTOPERFORANTES	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Ventajas: poseen una alta resistencia al corte, se tiene la perforación e instalación simultáneamente, entrega una capacidad de carga tras su instalación.</li> <li>•Desventaja: A largo plazo, no posee una protección contra la corrosión.</li> </ul>
PERNOS INSTRUMENTADOS	Se instalan de forma homóloga a los otros tipos de pernos. Suministran información de advertencia a los trabajadores frente a un colapso inminente.
PERNOS INTELIGENTES	Son capaces de monitorear continua y simultáneamente la tensión y vibración del perno. Puede detectar cambios en la actividad sísmica y cargas estáticas.

TABLA 2. Tipos de pernos a evaluar, con sus ventajas y desventajas.

En base a la información antes mencionada se elegirá el perno inteligente como sistema de fortificación ya que va encaminado a las nuevas tecnologías de los soportes por que se usa de manera inalámbrica por lo que emite señales ópticas y alarmas inalámbricas en sistemas de control de la mina, y se pudiera complementar con relleno de cemento. También le añadiremos la ayuda del software de modelamiento SR2 se trata de un programa de métodos numéricos en 2D que aplica el método de los elementos finitos para la modelización de problemas geotécnicos. RS2 puede ser empleado para un amplísimo rango de análisis ingenieriles del ámbito de la geotecnia como el diseño de contenciones de tierra, cavernas, túneles, presas de materiales sueltos, taludes, terraplenes, cimentaciones. Permite el empleo de diferentes modelos de comportamiento del terreno como el modelo Mohr-Coulomb o el Hoek-Brown, así como el desarrollo de análisis de modelos de formulación desacoplada (tensión-deformación o redes de filtración) o modelos acoplados. (Ingeexpert, 2020)

PRECIO DEL SOFTWARE DE MODELAMIENTO SR2	
PRECIO(USD) SR2 POR ADQUISICIÓN	\$28,275.00
PRECIO(USD) SR2 POR MANTENIMIENTO Y SOPORTE POR UN AÑO	\$51,428.57

TABLA 3. Evaluación económica del software RS2

COMPARACIÓN DE PRECIOS ENTRE LOS PERNOS	
PERNOS SPLIT SET	Precio sujeto a cambio por proveedor
PERNOS INTELIGENTES	Precio sujeto a cambio por proveedor

TABLA 4. Evaluación económica de los Pernos

Fases	Actividades	Día								
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Día 9
Inspección de software	Revisar que el software RS2 trabaje correctamente									
Terreno	Inspección del comportamiento estructural y las alteraciones en la roca									
SOPORTES Y ANCLAJE	Colocación de los artículos de soporte y anclaje con la guía de software RS2									
Concreto lanzado	Implementación de concreto lanzado para su fortificación e intemperización									
Reforzamiento	Colocación de malla ciclónica o electro soldada									

FIGURA 2. Cronograma de evaluación

Instrumento	Aspecto a evaluar	Si	No
PERNO	El perno tiene alguna fractura o quiebre		
	El perno corresponde con las medidas y o características correspondientes		
CABLE	El cable corresponde al calibre a utilizar		
	La longitud es la correcta		
	Su aspecto es adecuado para su uso		
MALLA	Tiene la capacidad adecuada para el uso indicado		
CONCRETO LANZADO	El concreto cuenta con la calidad requerida		

FIGURA 3. Formato de evaluación de los instrumentos de anclaje (visual y física)

TIPOS DE ACCIDENTES POR CAÍDA DE ROCA	CAUSA QUE LO ORIGINO
TRAUMATISMO MULTIPLE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta o insuficiente capacitación o entrenamiento al personal.</li> <li>• Incumplimiento de los estándares operacionales en el sostenimiento de las labores.</li> <li>• Sostenimiento inadecuado para el tipo de roca.</li> <li>• Supervisión y control deficiente al no identificar los peligros.</li> </ul>
ASFIXIA (COMPRESIÓN Y ENTERRAMIENTO)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo inadecuado de la gestión, en las medidas preventivas y de control.</li> <li>• Terreno inestable y altamente incompetente sin sostenimiento.</li> </ul>
TRAUMATISMO ENCÉFALO CRANEANO GRAVE (T.E.C)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El titular no cuenta con estándares y procedimientos para las actividades que se realizan.</li> <li>• Identificación y evaluación deficiente de las exposiciones a pérdidas del supervisor y los trabajadores.</li> <li>• No se cuenta con estándares y procedimientos de trabajo para las actividades realizadas por los trabajadores.</li> </ul>
POLITRAUMATISMO POR APLASTAMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falla en la identificación del peligro.</li> <li>• Supervisión, liderazgo y planeamiento de trabajo inadecuado.</li> </ul>
FRACTURAS Y OTROS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ocurre por deficiencias del plan en gestión, por no detectar fallas ocultas e informar a los trabajadores sobre los peligros y riesgos.</li> </ul>

TABLA 5. Evaluación de los accidentes ocasionador por caída de roca e inestabilidad de la labor.

### Víctimas mortales por tipo de accidente\*

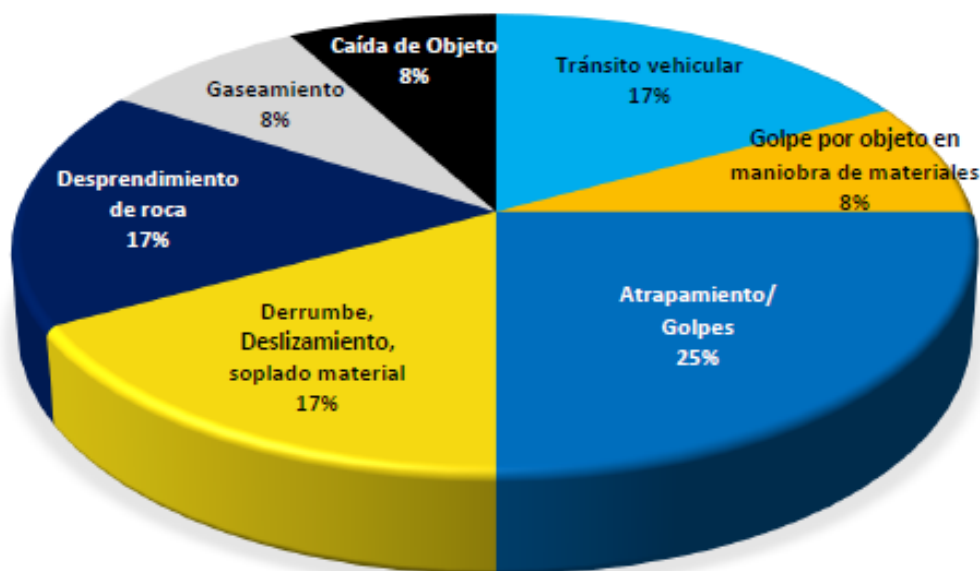


FIGURA 4. Víctimas mortales por tipo de accidente



Se pretende implementar como resultado un programa preventivo y correctivo donde se identificarán permanentemente los peligros, se evaluarán los riesgos de las caídas de roca, se cumplirán los estándares de sostenimiento indicado, se trabajarán las secciones llevando el diseño adecuado que nos brinde el software RS2 y se efectuarán sostenimientos con pernos inteligentes. El supervisor también deberá instruir y verificar que los trabajadores conozcan y cumplan los estándares y usen un equipo de protección personal adecuado.

Tras el desarrollo de esta investigación podemos concluir que en ocasiones las estructuras utilizadas como soportes en minería subterránea no siempre son las adecuadas o se requiere de una colocación más asertiva, además de encontrarnos con tecnología cada vez más innovadora para su implementación, colaborando fuertemente con respecto a la seguridad de los trabajadores evitando colapsos de obras, así como hundimientos entre otros, asimismo aportando menor número de incidentes a la empresa minera y sus contribuyentes.

La recomendación a la empresa es que siga de forma concisa y sin saltarse ningún paso de la metodología implementada para que se obtengan los resultados esperados, así como capacitar de forma continua a sus nuevos trabajadores para que se efectúe de forma íntegra la utilización del software RS2, así como innovar y mejorar la implementación del programa mediante vayan cambiando los materiales utilizados en la actualidad.

Al igual se recomienda a los nuevos investigadores realizar estudios de campo para que se pueda mejorar de forma más específica los métodos utilizados y los materiales que tendrán una gran importancia en la aplicación del software implementado por nuestro estudio.

## I. BIBLIOGRAFÍA

- (LOM), L. O. (2015). *Guía Sobre Control Geotécnico En Minería Subterránea*. Obtenido de Guía Sobre Control Geotécnico En Minería Subterránea: <https://energia.gob.es/mineria/Seguridad/Guias/Gu%C3%ADas/Guia-control-geotecnico-mineria-subterranea.pdf>
- bnamericas. (15 de Mayo de 2006). *bnamericas*. Obtenido de bnamericas: <https://www.bnamericas.com/es/perfil-empresa/fresnillo-plc>
- Bracamontes, R. (30 de Enero de 2014). *Concreto Lanzado: en la Industria Minera*. Obtenido de Concreto Lanzado: en la Industria Minera: <http://www.revistacyt.com.mx/index.php/portada/141-concreto-lanzado-en-la-industria-minera>
- Exay. (2 de Septiembre de 2013). *Slideshare*. Obtenido de Slideshare: <https://es.slideshare.net/exay40/4-fortificacin-de-minas>
- Fernández Gutiérrez, C. I., & Ramírez Cáceres, C. H. (Diciembre de 2018). *Estudio de sistemas de fortificación para la mina subterránea "Olkusz-Pomorzany" de Polonia*. Obtenido de Estudio de sistemas de fortificación para la mina subterránea "Olkusz-Pomorzany" de Polonia: <http://repositorio.udec.cl/jsui/handle/11594/3390>
- Fresnillo, P. (15 de Mayo de 2006). *Quienes Somos, Fresnillo PLC*. Obtenido de Quienes somos, Fresnillo PLC: <http://www.fresnilloplc.com/quienes-somos/>
- Ingeoexpert. (10 de Agosto de 2020). *ingeoexpert*. Obtenido de ingeoexper: <https://ingeoexpert.com/cursos/curso-de-modelizacion-numerica-con-rs2/?v=0b98720dcb2c>
- Minera, S. (23 de Agosto de 2012). *Revista Seguridad Minera*. Obtenido de Revista Seguridad Minera: <https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/caracteristicas-de-los-pernos-de-roca/>
- Minero, R. (23 de Abril de 2019). *Mallas: Minería Segura y Sostenida*. Obtenido de Mallas: Minería Segura y Sostenida: <https://www.rumbominero.com/revista/informes/mallas-mineria-segura-y-sostenida/>
- Ortiz Sánchez, O., D. Fernández Cauti, F., & Blas Guzmán, W. (2003). SOSTENIMIENTO ACTIVO DE EXCAVACIONES MINERAS SUBTERRÁNEAS Y A CIELO ABIERTO MEDIANTE EL MORTERO DE RESINA EN PERNOS Y TENDONES DE ANCLAJE. *Instituto de Investigación de la Facultad de Geología, Minas, Metalurgia y Ciencias Geográficas*, 40-50.
- Rodríguez, F. H. (2013). *Tesis Para el Título de Maestría en Geotecnia*. Obtenido de Tesis Para el Título de Maestría en Geotecnia: <http://bdigital.unal.edu.co/45410/1/1032424216.2013%20%28Parte%201%29.pdf>
- TYMSA. (8 de Enero de 2008). *Trituración y Molienda*. Obtenido de Trituración y Molienda: <https://www.trituracionymolienda.com.mx/quebradoras/>
- Vallejo, A. (2000). *Geología Mina Proaño en Fresnillo, Zac. México*. Fresnillo.

# Investigación técnica sobre los factores que influyen en la inestabilidad de un macizo rocoso desarrollada en el Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo

M.E. José de Jesús Reyes Sánchez.<sup>1</sup> Karla Janeth Hernández Ordaz<sup>2</sup>,  
Diana Laura Zamarripa Hernández<sup>3</sup>, Mayra Hernández Rodríguez<sup>4</sup> y Illyan Vladimir Avila Sanchez<sup>5</sup>

**Resumen**— La presente metodología es una estrategia estudio sobre los factores que influyen en la inestabilidad de un macizo rocoso, considerando los métodos para la clasificación RQD (Rock Quality Designation) el RMR (Rock Mass Rating) Q (índice de calidad) es la suma del RQD. Cabe destacar que es de suma importancia la verificación de estos dado que dan origen a accidentes y paro de labores debido a la presencia de inestabilidad en macizos, se pretende también verificar los mejores métodos aplicables para este problema para así tener un ambiente laboral seguro en donde se beneficien tanto las empresas como los trabajadores, las empresa teniendo la tranquilidad de que el riesgo de accidentes ocasionados por inestabilidad se reduzcan y los trabajadores puedan laborar con la confianza de que el riesgo de un accidente por dicho problema sea mínimo. Los posibles resultados al ser implementada la propuesta es la reducción de los problemas suscitados por la inestabilidad de la roca, otro de los posibles resultados será una mejora de los métodos ya aplicados es decir se implementaran los ya utilizados pero en un periodo más corto de tiempo. Fue desarrollada en el Instituto.

**Palabras clave**—factores, inestabilidad, macizo rocoso, métodos, accidentes.

## Introducción

El Instituto Tecnológico Superior De Fresnillo desde el cuerpo académico desarrollo industrial y empresarial, en la carrera de ingeniería en minas, así como con la participación del club de jóvenes investigadores del ITSF, en la presente metodología se realiza un estudio de los factores que influyen para la estabilidad del macizo rocoso de la mina Sucito S.A de C.V en una explotación subterránea ubicada en el municipio de Fresnillo, Zac., con dicho estudio trata de reducir los accidentes y paro de labores que se pueden resultar debido a un desprendimiento de la roca, por lo que esto beneficiara tanto a los trabajadores como a la empresa, ya que los accidentes causados por este problema pueden llegar a hacer catastróficos y por otro lado pueden ocasionar paro de labores los cuales pueden volverse muy prolongados y afectaran a la producción. Para poder evitar que se sucedan los problemas mencionados anteriormente, también será necesario realizar sondeos para obtener testigos de roca y poder analizarlo para ver en qué calidad se encuentra estos. Estos con la finalidad de determinar cuáles son los mejores métodos que se pueden aplicar para resolver el problema de inestabilidad.

## Descripción del Método

La propuesta metodológica se centra en realizar un estudio de los factores que influyen en la inestabilidad de un macizo rocoso, la presente investigación se basara en tres procesos, los cuales serán:

- 1.- Determinar los factores que influyen en la mala calidad del macizo como lo son factores geomecánicos, factores litológicos, factores relacionados con esfuerzos y procesos constructivos.
- 2.- Realizar un sondeo, el cual consiste en la sustracción de un testigo de roca el cual es sustraído para ser analizado posteriormente esto con la finalidad de conocer las condiciones en las que esta se encuentra. Determinar la calidad de

<sup>1</sup>José de Jesús Reyes Sánchez es docente tiempo completo, perfil deseable PRODEP, coordinador del cuerpo académico Desarrollo industrial y empresarial ([profejesusreyes@yahoo.com.mx](mailto:profejesusreyes@yahoo.com.mx)) docente tutor e investigador del ITSF

<sup>2</sup> Karla Janeth Hernández Ordaz alumna de la carrera de ingeniería en minas del séptimo semestre, integrante del club de jóvenes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo. [janethordaz@hotmail.com](mailto:janethordaz@hotmail.com)

<sup>3</sup> Diana Laura Zamarripa Hernández de la carrera de ingeniería en minas del séptimo semestre, integrante del club de jóvenes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo. [dzamarripa195@gmail.com](mailto:dzamarripa195@gmail.com)

<sup>4</sup> Mayra Hernández Rodríguez alumna de la carrera de ingeniería en minas del séptimo semestre, integrante del club de jóvenes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo [yuricah0@gmail.com](mailto:yuricah0@gmail.com)

<sup>5</sup> Illyan Vladimir Avila Sanchez es Docente de la unidad académica Preparatoria 3 de la Universidad Autónoma de Zacatecas

la roca mediante los métodos establecidos como lo son: RQD (Rock Quality Designation) el RMR (Rock Mass Rating) Q (índice de calidad).

3.- Determinar el mejor método para la estabilidad del macizo.

Métodos utilizados Unsupported, Spot bolting, Sistematic bolting, Unreinforced shotcrete: Fidre reinforceb shotcrete, Bolt, Bolting, Reinforced ribs, Shotcrete, Cast concrete lining

**Factores** Un factor es un elemento que influye en algo. De esta manera, los factores son los distintos aspectos que intervienen, determinan o influyen para que una cosa sea de un modo concreto. (MX, 2014)

**Macizo rocoso** Un macizo rocoso es un medio discontinuo, anisótropo y heterogéneo conformado en conjunto tanto por bloques de matriz rocosa y distintos tipos de discontinuidades que afectan al medio rocoso, mecánicamente los macizos rocosos pueden considerarse que presentan resistencia a la tracción nula. (Geologiaweb, Macizo rocoso, matriz rocosa y discontinuidades. Descripción y caracterización de macizos rocosos, s.f.)

**Accidentes** El concepto hace referencia a algo que sucede o surge de manera inesperada, ya que no forma parte de lo natural o lo esencial de la cosa en cuestión. (Gardey, 2012)

#### **Factores que influyen en la inestabilidad de un macizo rocoso**

La caída de rocas constituye uno de los mayores riesgos en el minado subterráneo. Por esta razón, para que las operaciones mineras sean seguras, es esencial que el personal de la mina identifique los problemas de inestabilidad de la masa rocosa, que pueden conducir a la falla potencial de la misma. De esta manera, se podrá adoptar medidas adecuadas para prevenir los accidentes ocasionados por la caída de rocas.

Antes de realizar una excavación, la masa rocosa se encuentra en equilibrio. Sin embargo, cuando la excavación se ha creado, esta rompe las condiciones de equilibrio pre-existentes. Lo mencionado crea perturbaciones en la masa rocosa que es necesario controlar. Cuando estas perturbaciones son adversas, pueden resultar en inestabilidades de la masa rocosa como fracturamientos y aflojamientos de la roca. Asimismo, crea deslizamientos a través de superficies de discontinuidad, deflexiones excesivas del techo, convergencia o cierre de los contornos de la excavación o de las cajas de una labor en veta, astillamientos, lajamientos, reventazones y estallidos de rocas.

La identificación de las inestabilidades de la masa rocosa, debe ser llevada a cabo en forma continua durante el desarrollo de la mina. En ese sentido, se debe realizar en base a la información geomecánica que se tenga disponible y las inspecciones de rutina de la masa rocosa de las aberturas mineras. (Minera, 2017)

#### **Factores geomecánicos que afectan la estabilidad del macizo.**

Los factores considerados en las clasificaciones geomecánicas y que influyen en el comportamiento global de un macizo rocoso son: el fracturamiento, las condiciones de las discontinuidades y la presencia de agua. De esta forma, un macizo muy fracturado tenderá a ser menos resistente que uno masivo; un macizo en el que las discontinuidades sean rugosas será más resistente que uno en el que sean lisas; las características del relleno de las discontinuidades serán un condicionante muy importante en la respuesta global del macizo (sin relleno, relleno de arcilla, relleno de calcita u otros cristales, la dureza y deformabilidad de estos rellenos, su grado de alteración, etc.); las condiciones de estanqueidad, humedad o flujo y presión de agua determinarán en gran medida la resistencia. (Minera, 2017)

#### **Factores litológicos que afectan la estabilidad del macizo.**

Un macizo sano y de buena calidad podrá estar formado por una roca matriz poco resistente o, por el contrario, un macizo de muy mala calidad y por ende poco resistente (muy fracturado y alterado), podrá estar formado por una roca matriz muy dura. Los factores que determinan la resistencia de la roca matriz pueden ser: la composición mineralógica, el tamaño de los cristales o granos, su homogeneidad o heterogeneidad, la porosidad. De esta forma, un macizo sano de alta calidad geotécnica, formado por una roca matriz detrítica como la marga puede tener menor resistencia que un macizo riolítico muy fracturado y de baja calidad geotécnica. (Tecnicos, Integración geotécnica y diseño preliminar, 2016)

#### **Factores relacionados con esfuerzos y procesos constructivos.**

Los estados de esfuerzos y la forma en que una obra los perturba pueden condicionar de manera importante la respuesta global de un macizo rocoso. Así, la historia tectónica o la profundidad pueden ocasionar que los estados de esfuerzos estén (o no) cercanos a la rotura; del nivel de confinamiento al que se encuentre la obra dependerá la magnitud del comportamiento friccionante; la distribución inicial de los esfuerzos puede inducir trayectorias y rotaciones desfavorables para el comportamiento de una excavación; el tipo de perturbación inducirá tipos de comportamiento distinto, esto es, si se trata de excavaciones (procesos de descarga) o construcciones (procesos de carga). Adicionalmente, el nivel de daño producido al macizo por los procesos de excavación, especialmente cuando se

emplean explosivos, puede influir de forma importante en la resistencia de las zonas. (Tecnicos, Integración geotécnica y diseño preliminar , 2016)

### **Realización de sondeos geotécnicos**

Se entiende por sondeo una perforación de pequeño diámetro que permite reconocer la naturaleza y localización de las diferentes capas del terreno, así como extraer muestras del mismo y realizar ensayos “in situ”. Debe ponerse especial énfasis en que el objeto del sondeo geotécnico es la testificación del terreno, a profundidades más allá de las que son factibles para medios de observación directa consistente en la verificación fehaciente de la litología y características del material, tal que permita su identificación inequívoca. Así mismo, el sondeo geotécnico tiene como misión la toma de muestras de calidad adecuada para su análisis en laboratorio, y la ejecución de ensayos “in situ” que permitan valorar los parámetros geotécnicos del terreno, en especial en aquellos casos en los que la toma de muestras no alteradas resulta casi inviable. (Frankie, 2016)

Al realizar los sondeos se obtendrán testigos de roca los cuales serán llevados a laboratorio en donde serán evaluados y con esto se llegará a determinar la calidad en la que estos se encuentran mediante los siguientes estándares ya establecidos.

**RMR:** (Calificación del Macizo Rocoso) El sistema consiste de una metodología de clasificación de macizos rocosos que permite relacionar índices de calidad con parámetros geotécnicos del macizo rocoso, criterios de excavación y sostenimiento. (clasificación geomecánica de Bieniawski o clasificación RMR desarrollada en 1973, actualizada en 1979 y 1989)

La clasificación RMR tiene en cuenta los siguientes parámetros geomecánicos:

- La resistencia uniaxial de la matriz rocosa.
- El grado de fracturación en parámetros del RQD.
- El espaciado de las discontinuidades (planos de debilidad).
- Las condiciones de las discontinuidades.
- Parámetros o condiciones hidrogeológicas.
- La orientación de las discontinuidades con respecto a la estructura de excavación.

Clasificación geomecánica RMR (Bieniawski, 1989)

La clasificación geomecánica RMR (Bieniawski, 1989), tiene como objetivo definir la calidad de los macizos rocosos en función al índice RMR, este índice se calcula teniendo en cuenta la resistencia de la matriz rocosa, el índice RQD, condición de las discontinuidades y parámetros hidrogeológicos.

El índice RMR distingue cinco clases que corresponden a la calidad de los macizos rocosos, relacionado características geotécnicas que se toman en cuenta para la aplicación de obras de ingeniería civil y minería, especialmente túneles o taludes. (Geologiaweb, Clasificación geomecánica RMR (Bieniawski), parámetros y tablas, s.f.)

Clase	Calidad	Valoración RMR	Cohesión	Ángulo de rozamiento
I	Muy buena	100-81	> 4 kg/cm <sup>2</sup>	>45°
II	Buena	80-61	3-4 kg/cm <sup>2</sup>	35°-45°
III	Media	60-41	2-3 kg/cm <sup>2</sup>	25°-35°
IV	Mala	40-21	1-2 kg/cm <sup>2</sup>	15°-25°
V	Muy mala	<20	1 kg/cm <sup>2</sup>	<15°

**RQD:**(Designación de la Calidad de la Roca).

sirve para definir parámetros iniciales de calidad de un macizo rocoso en donde se piensa realizar algún tipo construcción La designación de calidad de roca (RQD) es una medida de la calidad del núcleo o testigo de roca tomada de un pozo. RQD significa el grado de unión o fractura en una masa de roca medida en porcentaje, donde el RQD del 75% o más indica una roca dura de buena calidad y menos del 50% indica muestras de rocas erosionadas de baja calidad.

Esta prueba que se puede hacer en el campo proporciona una evaluación de la solidez de la roca y los daños causados por la intemperie.

El RQD debe registrarse en el sitio cuando el núcleo se recupera porque algunas rocas pueden desintegrarse, debido a desecación, alivio del estrés o hinchazón, con el tiempo; por estas rocas se recomienda que el RQD se mida de nuevo después de 24 horas.

La medición del RQD se lo hace en cada maniobra del sondeo o en la variación de litología, es recomendable que la longitud de maniobra no supere el 1,5 m, además el diámetro mínimo de los testigos debe ser 48 mm.

La medida de la longitud del trozo del testigo se lo hace sobre el eje central y se considera los fragmentos que tiene diámetro completo. (Geologiaweb, RQD, designación de la calidad de la roca, s.f.)

### Tabla de designación de calidad de la roca y su RQD

Calidad de la roca	Calificación	RQD (%)
Muy mala (roca completamente meteorizada)	I	<25%
Mala (roca meteorizada)	II	25 a 50%
Media (Roca levemente meteorizada)	III	51 a 75%
Buena (Roca dura)	IV	76 a 90%
Muy buena (Roca fresca o intacta)	V	91 a 100%

#### Q: Calidad de la roca.

Sistema de clasificación de macizos rocosos que permite estimar parámetros geotécnicos del macizo y diseñar sostenimientos para túneles y cavernas subterráneas. (Barton, Lien y Lunde en 1974) (Fuentes, 2017)

Se calcula mediante 6 parámetros geotécnicos según la siguiente expresión:

$$Q = (RQD/J_n) \cdot (J_r/J_a) \cdot (J_w/SRF)$$

#### Parámetros

La clasificación de Q Barton se da por la siguiente ecuación:

- Parámetro 1 (R.Q.D)
- Parámetro 2 (índice diaclasado  $J_n$ )
- Parámetro 3 (Índice de Rugosidad  $J_r$ )
- Parámetro 4 (Presencia de agua  $J_w$ )
- Parámetro 5 (alteración de discontinuidades  $J_a$ )
- Parámetro 6 (S.R.F)

Métodos para la estabilidad del macizo.

Concrete reinforcement categories: categorías de armaduras de hormigón.

1. Unsupported: No necesita soporte.
2. Spot bolting: Anclas.
3. Systematic bolting: Sistema de anclaje.
4. Unreinforced shotcrete: Concreto no reforzado.



5. Fidle reinforceb shotcrete: Concreto u hormigon reforzado con fibra.
6. Bolt: Ancla.
7. Bolting: Anclaje.
8. Reinforced ribs: Costillas reforzadas.
9. Shotcrete: Hormigón proyectado.
10. Cast concrete lining: Fortificación y anclaje.

Con respecto a los métodos utilizados para la estabilidad de macizos, la clave para que estos funcionen efectivamente para evitar accidentes es que sean utilizados apropiadamente, es decir se deben de realizar las evaluaciones necesarias para saber cual es el mejor método aplicable, así como también tomar en cuenta otras cosas como la longitud a la cual se pretende dar sostenimiento. Lo mismo ocurre con su instalación, la que debe ser controlada eficientemente para cumplir con los procedimientos de manera correcta. Lo anterior permitirá obtener el máximo rendimiento del sistema.

#### Resultados

Como resultado se pretende que la empresa realice evaluaciones al macizo rocoso más frecuentemente, realizando bitácoras en donde se plasmen las actividades que se han realizado o se pretenden realizar, como voladuras, excavaciones o avances las cuales afectan la estabilidad de este es por eso que se deben realizar estudios al macizo para así poder implementar los métodos adecuados para la estabilización de estos y con esto poder reducir los accidentes ocasionados por desprendimiento de roca.

#### Recomendaciones

Es importante llevar a cabo sondeos periódicamente, debido a que resulta ser muy peligroso laborar en lugares en donde exista inestabilidad del macizo ya que puede haber un desprendimiento de roca, el 34% de los accidentes mortales son ocasionados por dicha acción.



Es por eso que las recomendaciones que se proponen son:

Llevar a cabo medidas preventivas y/o correctivas para así poder reducir los accidentes ocasionados por inestabilidad de la roca.

- Se deben cumplir con los estándares de sostenimiento indicados en el plano geomecánico se debe identificar permanentemente los peligros y evaluar los riesgos de inestabilidad de la roca.
- Cumplir con los parámetros técnicos de diseño en la ejecución de la labor minera.

- Efectuar fortificaciones y anclajes en donde sea necesario dependiendo de los datos arrojados por los estudios realizados.

#### Conclusiones

Tras el desarrollo de esta investigación podemos concluir que la estabilidad del macizo rocoso depende de varios factores, este también depende del periodo en el que se realicen las evaluaciones pertinentes para determinar en qué condición se encuentra, la certeza de los resultados obtenidos depende en gran manera del criterio del momento de hacer la toma de datos dependiendo de los factores utilizados y la calidad de la roca se implementa las categorías de armadura de hormigón. Finalmente se pretende una metodología con el objetivo de analizar problemáticas anticipándonos al comportamiento del macizo rocoso desde la etapa de planeación.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Estudios Geotécnicos*. (16 de Noviembre de 2016). Recuperado el 25 de Octubre de 2020, de Estudios Geotécnicos: <http://www.estudiosgeotecnicos.info/index.php/que-es-un-sondeo-geotecnico/>
- Frankie. (18 de Noviembre de 2016). *Qué es y qué no es un sondeo geotécnico*. Obtenido de Qué es y qué no es un sondeo geotécnico: <http://www.estudiosgeotecnicos.info/index.php/que-es-un-sondeo-geotecnico/>
- Fuentes, C. (7 de Noviembre de 2017). *MECANICA DE ROCAS Q-BARTON*. Obtenido de MECANICA DE ROCAS Q-BARTON: [https://prezi.com/p/gxfukork\\_ikh/mecanica-de-rocas-q-barton/#:~:text=Sistema%20Q,para%20t%C3%B1anes%20y%20cavernas%20subterr%C3%A1neas.](https://prezi.com/p/gxfukork_ikh/mecanica-de-rocas-q-barton/#:~:text=Sistema%20Q,para%20t%C3%B1anes%20y%20cavernas%20subterr%C3%A1neas.)
- Gardey, J. P. (2012). *Definición de accidentes*. Obtenido de Definición de accidentes: <https://definicion.de/accidente/>
- Geologiaweb. (s.f.). *Clasificación geomecánica RMR (Bieniawski), parámetros y tablas*. Obtenido de Clasificación geomecánica RMR (Bieniawski), parámetros y tablas: <https://geologiaweb.com/ingenieria-geologica/clasificacion-rmr/>
- Geologiaweb. (s.f.). *Macizo rocoso, matriz rocosa y discontinuidades. Descripción y caracterización de macizos rocosos*. Obtenido de Macizo rocoso, matriz rocosa y discontinuidades. Descripción y caracterización de macizos rocosos: <https://geologiaweb.com/ingenieria-geologica/macizo-rocoso/>
- Geologiaweb. (s.f.). *RQD, designación de la calidad de la roca*. Obtenido de RQD, designación de la calidad de la roca: <https://geologiaweb.com/ingenieria-geologica/rqd/>
- Minera, S. (2 de Octubre de 2017). *Factores influyentes en la inestabilidad del macizo rocoso*. Obtenido de Factores influyentes en la inestabilidad del macizo rocoso: <https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/factores-influyentes-en-la-inestabilidad-del-macizo-rocoso/>
- MX, E. D. (26 de Agosto de 2014). *Definición de Factores*. Obtenido de Definición de Factores: <https://definicion.mx/?s=Factores>
- Tecnicos, D. G. (2016). *Integración geotécnica y diseño preliminar*. Obtenido de Integración geotécnica y diseño preliminar: [http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/Manual\\_Tuneles/CAP04.pdf](http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/Manual_Tuneles/CAP04.pdf)
- Tecnicos, D. G. (2016). *Integración geotécnica y diseño preliminar*. Obtenido de Integración geotécnica y diseño preliminar: [http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/Manual\\_Tuneles/CAP04.pdf](http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGST/Manuales/Manual_Tuneles/CAP04.pdf)

#### Política Editorial

José de Jesús Reyes Sánchez es docente tiempo completo, perfil deseable PRODEP, coordinador del cuerpo académico Desarrollo industrial y empresarial ([profejesusreyes@yahoo.com.mx](mailto:profejesusreyes@yahoo.com.mx)) docente tutor e investigador del ITSF

Karla Janeth Hernández Ordaz alumna de la carrera de ingeniería en minas del séptimo semestre, integrante del club de jóvenes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo. [janethordaz@hotmail.com](mailto:janethordaz@hotmail.com)

Diana Laura Zamarripa Hernández de la carrera de ingeniería en minas del séptimo semestre, integrante del club de jóvenes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo. [dzamarripa195@gmail.com](mailto:dzamarripa195@gmail.com)

Mayra Hernández Rodríguez alumna de la carrera de ingeniería en minas del séptimo semestre, integrante del club de jóvenes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo [yuricah0@gmail.com](mailto:yuricah0@gmail.com)

Illyan Vladimir Avila Sanchez es Docente de la unidad académica Preparatoria 3 de la Universidad Autónoma de Zacatecas

# Propuesta para la implementación de la revisión periódica de estados de los trabajadores en los ámbitos de seguridad e higiene desarrollada en el Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo

ME. José de Jesús Reyes Sánchez<sup>1</sup>, David Eduardo Román García<sup>2</sup>,  
Daniel Alejandro Morales Hernández<sup>3</sup> y María Avelina Muñoz Castillo<sup>4</sup>

**Resumen—** La presente propuesta metodológica tiene como objetivo aumentar la revisión periódica trabajadores en minas en el ámbito de seguridad e higiene para reducir accidentes, hurto de herramientas, materiales de trabajo y evitar el ingreso a trabajadores en estado de salud inconveniente para la empresa. Desarrollado en el Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo en la carrera de minas y el cuerpo académico desarrollo industrial y empresarial. El primordial objetivo es realizar un programa de verificación de uso de equipo adecuado de seguridad personal, revisión periódica de inventarios y verificación de ingresos. Una vez llevado a cabo lo anterior mencionado se espera que aumente el control de entrada y salida sobre los trabajadores aumentando su eficacia en el trabajo y así evitando la transmisión de enfermedades (covid-19)  
**Palabras clave—** Seguridad, Higiene, Accidentes, Verificación

## Introducción

El Instituto Tecnológico Superior De Fresnillo desde el cuerpo académico Desarrollo industrial y empresarial, en la carrera de ingeniería en minas, así como con la participación del club de jóvenes investigadores del ITSF. desarrollo esta propuesta de Seguridad e Higiene en la Industria Minera para la implementación de revisión constante a el personal de trabajo de la minería, considerando que los trabajadores tienen la necesidad y el derecho de ser informados, así como la aplicación de medidas de seguridad y los peligros presentes en la industria minera

Este documento será dirigido al personal de trabajo que labore en la empresa minera y que esté relacionado en las tareas mineras. También está pensado para la revisión periódica del personal minero para disminuir periódica totalmente el robo hormiga, que es uno de los principales causas de la minería. El uso de medidas de sanidad y el control de las personas que entren en estado ya sea alcohólico o con otras sustancias que no sean favorables a la salud del trabajador. También se desea impartir una presentación sobre cómo se debe actuar en caso de que algún trabajador presente síntomas de la enfermedad de covid-19 o se presente en un estado en el que haya consumido sustancias indebidas en su cuerpo.

El objetivo es que estén informados y conozcan:

- Los riesgos generales que puedan presentarse en las áreas de trabajo
- Medidas preventivas para la verificación del trabajador y que sea seguro los trabajos a realizar
- Disminuir el robo de herramientas o minerales que pertenezcan a la empresa
- Los protocolos de seguridad e higiene aplicables a la industria minera
- Los filtros de seguridad para la revisión del personal si presenta síntomas respiratorios

**Para tener un entorno laboral seguro es de suma importancia que:**

- Cumplir con los protocolos establecidos y mantener una actitud preventiva

---

<sup>1</sup> **ME. José de Jesús Reyes Sánchez** es docente tiempo completo, perfil deseable PRODEP, coordinador del cuerpo académico Desarrollo industrial y empresarial ([profejesusreyes@yahoo.com.mx](mailto:profejesusreyes@yahoo.com.mx)) docente tutor e investigador del ITSF

<sup>2</sup> **David Eduardo Román García.** Es alumno de la carrera de ingeniería en minas del séptimo semestre, integrante del club de jóvenes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo

<sup>3</sup> **Daniel Alejandro Morales Hernández.** Es alumno de la carrera de ingeniería en minas del séptimo semestre, integrante del club de jóvenes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo

<sup>4</sup> **María Avelina Muñoz Castillo** Es alumno de la carrera de ingeniería en minas del séptimo semestre, integrante del club de jóvenes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo

Crear un clima de trabajo que sea favorable para el trabajador y tener una cultura de la seguridad para que los trabajadores desempeñen un buen trabajo

### **Descripción del Método**

Este manual de Seguridad e Higiene pretende informar sobre los distintos riesgos de accidentes y enfermedades profesionales que pueden presentarse en el ambiente de trabajo, y sugiere un conjunto de medidas preventivas para evitar o minimizar dichos riesgos. (Uria, <https://www.ecosmep.com/>)

Se entiende por higiene y seguridad industrial minera al conjunto de medidas técnicas destinadas a conservar, tanto la vida como la integridad física de los trabajadores y mantener los materiales, maquinarias e instalaciones en las mejores condiciones de servicio y productividad posibles. (Rodríguez, 2010)

### **NORMAS**

Las normas por las que debe regir una vidriería para lo protección e higiene de sus empleados son las siguientes.

NORMA Oficial Mexicana NOM-023-STPS-2011, Construcción-Condiciones de seguridad y salud en el trabajo. (México, 2020)

### **Objetivo**

Establecer las condiciones de seguridad y salud en el trabajo en las obras mineras, a efecto de prevenir los riesgos laborales a que están expuestos los trabajadores que se desempeñan en ellas.

### **Campo de aplicación**

La presente Norma Oficial Mexicana aplica en todas las obras mineras que se desarrollen en el territorio nacional, en cualquiera de sus diferentes actividades o fases ante la autoridad correspondiente.

### **Definiciones**

Para efectos de esta Norma, se establecen las definiciones siguientes:

**Análisis de riesgos potenciales:** El documento que contiene las características de la obra mineras y los riesgos asociados a cada una de las actividades y fases que se desarrollan en ésta, así como las medidas preventivas para cada riesgo identificado. (laboral, 2019)

**Autoridad laboral;** Autoridad del trabajo: Las unidades administrativas competentes de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social que realizan funciones inspección en materia de seguridad y salud en el trabajo, y las correspondientes a las entidades federativas y del Distrito Federal, que actúen en auxilio de aquéllas.

**Centro de trabajo:** Las áreas donde se realizan las obras de construcción.

**Contratista; constructor; constructora:** La persona física o moral que labora temporalmente en una obra de construcción y asume contractualmente ante el patrón, el compromiso de realizar la totalidad o parte de la obra, según el alcance establecido en el proyecto o contrato, empleando equipo, maquinaria y/o mano de obra, propios o subcontratados.

**Equipo de protección personal (EPP):** El conjunto de elementos y dispositivos de uso personal para proteger al trabajador de accidentes y enfermedades, que pudieran ser causados por agentes o factores generados con motivo de la realización de sus actividades de trabajo, y que de acuerdo con el riesgo a que están expuestos los trabajadores,

puede ser básico o específico. Cuando en el análisis de riesgos se establezca la necesidad de utilizar ropa de trabajo con características específicas de protección, ésta será considerada como equipo de protección personal. (18001, 2010)

**Equipo de protección personal básico:** Aquellos elementos y dispositivos de uso personal para proteger al trabajador contra los riesgos a los que está expuesto durante la ejecución de sus actividades de explotación.

**Equipo de protección personal específico:** Aquellos elementos y dispositivos de uso personal para proteger al trabajador contra riesgos adicionales a los que está expuesto, con motivo de la ejecución de trabajos peligrosos.

**Nivel de referencia:** La superficie considerada como base para medir la altura del plano de trabajo.

**Obra de construcción:** Las actividades de demolición, excavación, cimentación, edificación, instalación, acabados, entre otras.

**Patrón:** La persona física o moral en quien recae la responsabilidad de ejecutar la obra de construcción, mediante los servicios de uno o varios trabajadores a su cargo.

**Peligro:** Las situaciones del ambiente laboral, determinadas por las características o propiedades intrínsecas de los agentes químicos o físicos, o por las condiciones inseguras, en las que es posible que ocurra un daño.

**Permiso de trabajo:** El documento de autorización emitido por el responsable de la seguridad e higiene, para el ingreso, gestión y desarrollo de actividades en la obra. Se otorga a transportistas, contratistas y subcontratistas.

**Política de seguridad y salud en el trabajo:** El marco de referencia para la definición de los objetivos y metas en materia de seguridad y salud en el trabajo en la obra de construcción, determinadas por el responsable de la misma para la protección de la vida, la integridad física y la salud de los trabajadores.

**Programa de seguridad y salud en la obra:** El documento que contiene el conjunto de acciones preventivas y correctivas por instrumentar para evitar riesgos laborales en las obras de construcción, que puedan afectar la vida, la integridad física y la salud de los trabajadores, o causar daños a sus instalaciones. En dicho instrumento se describen las actividades, métodos, técnicas y condiciones de seguridad que deberán observarse en cada fase de la obra de la minería, mismo que contará, en su caso, con manuales o procedimientos específicos de seguridad.

**Proveedor:** La persona física o moral que proporciona servicios, materiales y/o equipos al patrón.

**Responsable de la obra de construcción:** El patrón o la persona designada por él, con capacidad para tomar decisiones, entre otras, sobre la dirección, ejecución y vigilancia de las acciones en materia de seguridad y salud en el trabajo.

**Riesgo:** La correlación entre la peligrosidad de un agente o condición física y la exposición de los trabajadores, con la posibilidad de causar efectos adversos para su integridad física, salud o vida, o dañar al centro de trabajo.

**Señalización:** El conjunto de elementos utilizados en las áreas de trabajo, para advertir a los trabajadores y personal externo, sobre la ubicación de equipos o instalaciones de emergencia; la existencia de riesgos o peligros, en su caso; la realización de una acción obligatoria, o la prohibición de un acto susceptible de causar un riesgo.

**Servicios preventivos de seguridad y salud en el trabajo:** Aquellos prestados por personal capacitado, interno, externo o mixto, cuyo propósito principal es prevenir los accidentes y enfermedades de trabajo, mediante el cumplimiento de la normatividad en materia de seguridad y salud en el trabajo. Se entiende por internos, los prestados por el patrón o personal de la obra mineras; externos, los prestados por personal independiente a la obra mineras, y

mixtos, los prestados tanto por personal interno como por personal independiente al que labora en la obra de construcción.

**Severidad del daño:** La evaluación potencial del impacto que pueden generar o provocar los agentes o condiciones inseguras del ambiente laboral, en términos de lesión y daños al trabajador o a las instalaciones.

**Subcontratista:** La persona física o moral que asume contractualmente ante el contratista, el compromiso de realizar determinadas actividades o fases de la obra de construcción, empleando su propio equipo, maquinaria y/o mano de obra, según el alcance establecido en el contrato.

**Trabajos en altura:** Las actividades de mantenimiento, instalación, demolición, operación, reparación, limpieza, entre otras, que se realizan a alturas mayores de 1.80 m sobre el nivel de referencia. Incluye también el riesgo de caída en aberturas en las superficies de trabajo, tales como perforaciones, pozos, cubos y túneles verticales.

**Trabajos peligrosos:** Aquellos efectuados en las obras mineras, en las que el trabajador se ve expuesto a riesgos adicionales a los de las actividades de construcción que desarrolla, tales como los que se realizan en excavaciones (<http://www.stps.gob.mx>)

**Seguridad:** Tener como objetivo evitar los accidentes de trabajo.

**Higiene:** Busca evitar las enfermedades profesionales.

**Enfermedades profesionales:** Deterioro lento y paulatino de la salud del trabajador en ocasiones o en consecuencias de las condiciones en que se desarrolla su trabajo.

**Accidentes de trabajo:** Lesión corporal que sufre un trabajador en ocasión o en consecuencia del trabajo.

**Hurto hormiga:** Es el robo de pequeños objetos que el empleado ocupa en su casa. (Uria, <https://www.ecosmep.com>, 2020)

El presente manual de seguridad e higiene se realizara una vez que se hayan obtenido los datos con el número de accidentes que sucedieron en los 5 años pasados. Para llevar a cabo la realización del manual de seguridad e higiene se tomaran en cuenta los datos proporcionados por la empresa y con toda la información recolectada se realizaran los parámetros que se mencionaron anteriormente. Con los resultados obtenidos se pretende tener un mayor control en las medidas de seguridad e higiene

### Metodología

#### PROGRAMA DE CHEQUE DIARIO

Este chequeo será diario como para entrada y salida de los empleados de los diferentes turnos y áreas de la empresa, para hacer garantizar un mejor rendimiento de la empresa. Estos chequeos deberán ser para todos sin excusa y será realizado por un equipo capacitado para el chequeo.

#### EL CHEQUEO SE REALIZARÁ A LA HORA DE ENTRADA DEL PERSONAL:

- 1.-Se realizara una desinfectada superficial a la persona, para que no lleve con el ningún virus.
- 2.-Se le tomara la temperatura.
  - 2.1.-En caso de que tenga temperatura, se le mandara con el enfermero para que el determine si es o no es conveniente trabajar. Y se le realizara una prueba COVID-19
    - 2.1.1.-En caso de que se encuentre en graves condiciones se tendrá que trasladar inmediatamente al hospital, para un mejor diagnóstico.
- 3.-Se le realizara el alcoholímetro
- 4.-Se le tomara la presión y se le checaran las pupilas que no las tengan dilatadas para saber si consumo alguna sustancia química en el cuerpo.



- 5.-Se le revisara que porte todo su EPP. Adecuadamente.
- 5.1.-En caso que a la persona no porte su EPP. No se le dejará bajar, y será enviado a casa por el EPP faltante.
- 6.-Tendra que pasar por una máquina que detecta metales, al entrar y salir.
- 7.-Se le revisara su bolsa como su mochila o morral de la persona, para:
  - 7.1.-Que no tenga ninguna arma de fuego.
  - 7.2.-Que no porte sustancias nocivas al cuerpo o drogas.
  - 7.3.-En caso de que se encuentre algunas de esas dos cosas se le entregara a la policía.

**EL CHEQUEO A LA HORA DE SALIR DEL PERSONAL:**

- 1.-Se desinfectaran superficialmente
- 2.- Tendrá que pasar por una máquina que detecta metales, al entrar y salir.
  - 2.1.-Se checara que no porten materias de la empresa mineral.
  - 2.2.-Se checara que no tenga herramienta de la empresa:
    - 2.2.1.-La herramienta que porte tiene que tener un permiso para sacarla.
    - 2.2.2.-Si no cuenta con un permiso se le retirara la herramienta y con una advertencia.
    - 2.2.2.1.-Si se encuentra con muchas advertencias será enviado a comité para una suspensión o baja del trabajo

**BENEFICIOS ESPERADOS**

Con lo anterior mencionado se espera tener un mayor control sobre los empleados al momento de su entrada y salida teniendo como beneficios los siguientes puntos;

- Disminución de hurtos
- Aumento en la eficacia de los trabajadores
- Mayor control de entrada y salida
- Obteniendo una menor propagación de enfermedades entre el personal de trabajo
- Obteniendo que los trabajadores procuren llevar su equipo de protección personal de trabajo (EPP) en su hora laboral
- Evitando que la empresa sufra perdidas monetarias
- Inculcar en el trabajador la ética profesional
- Disminuir notoriamente los accidentes de trabajo

TABLA RESULTADOS

**ANÁLISIS DE ACCIDENTES MORTALES 2012 - 2016**

(Al 31 de Diciembre)

MESES	2012	2013	2014	2015	2016
ENE.	02	04	06	05	04
FEB.	06	06	01	02	03
MAR.	09	05	01	07	03
ABR.	02	06	01	02	01
MAY.	04	01	01	0	06
JUN.	02	04	03	02	02
JUL.	05	04	07	01	02
AGOS.	05	04	02	02	03
SET.	03	05	02	02	04
OCT.	08	02	0	03	01
NOV.	04	04	01	03	02
DIC	04	02	07	0	03
<b>TOTAL</b>	<b>54</b>	<b>47</b>	<b>32</b>	<b>29</b>	<b>34</b>

(Tabla 1.) Accidentes por meses

<b>DIAS</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
LUNES	03	08	05	04	02
MARTES	05	05	05	03	06
MIERCOLES	09	01	03	04	05
JUEVES	10	10	03	04	04
VIERNES	09	06	04	07	11
SABADO	09	07	07	04	02
DOMINGO	09	10	05	03	04
<b>TOTAL</b>	<b>54</b>	<b>47</b>	<b>32</b>	<b>29</b>	<b>34</b>

(Tabla 2) Accidentes por días

<b>POR TIPO</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
DESP. DE ROCAS	9	10	9	9	5
TRANSITO	11	6	8	4	0
INTOX.-ASFIXIA	4	4	1	3	1
DERRUM/ENTERRAM.	2	2	5	0	0
DERRUM.-DESLIZ.	2	0	0	2	9
ENERGÍA ELÉCT.	3	3	1	1	1
MANIP. MATER.	2	2	1	0	0
OPER. CARG. Y DESCAR.	2	0	0	1	1
CAIDAS PERSON.	8	3	2	4	3
OTROS TIPOS	4	4	2	2	4
ACARR. Y TRANSP.	0	3	0	1	4
EXPLOSIVOS	2	4	0	0	0
HERRAMIENTAS	3	0	0	0	1
OPER. MAQUIN.	2	6	3	2	5
ESTALLIDO DE ROCA	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>54</b>	<b>47</b>	<b>32</b>	<b>29</b>	<b>34</b>

(Tabla 3) Accidentes por tipo

<b>POR OCUPACIÓN</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>
OTROS	4	5	4	2	2
AYUDANTE	5	5	4	2	2
AYUD. OTROS	1	1	0	1	1
PERFORISTA	5	8	2	4	4
AY. PERFOR.	5	0	2	5	5
OPER. EQ. PESADO	5	3	3	4	4
ELECTRICISTA	3	1	0	0	0
CHOFER	4	2	2	3	3
ING. JEFE GUARDIA/MINAS	1	1	2	0	0
OPERARIO	0	1	3	1	1

PEON	1	2	0	0	0
OPER. EQ. ESTACIONARIO	2	1	0	0	0
MECANICO	3	2	2	0	0
MOTORISTA	1	3	0	1	1
MAESTRO	2	5	3	2	2
SUPERVISOR	3	2	1	2	2
OPE. WINCHE/RELLENO	2	1	0	0	0
SOLDADOR	2	0	0	0	0
OBrero	2	4	3	2	1
LAMPERO	1	0	0	0	0
ENMADERADOR	0	0	1	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>52</b>	<b>47</b>	<b>32</b>	<b>29</b>	<b>28</b>

(Tabla 4) Accidentes por ocupación

## CONCLUSION

Una vez llevado a cabo lo anterior mencionado se espera que aumente el control de entrada y salida sobre los trabajadores aumentando su eficacia en el trabajo y así evitando la transmisión de enfermedades (covid-19) De lo contrario se obtendrá un número mayor de robos, pérdidas monetarias y enfermedades en las empresas lo cual les daría una muy mala imagen.

## I. REFERENCIAS

- laboral, E. d. (2019). *Evaluación de riesgos y análisis de seguridad laboral*. Puerto Rico.
- Lemos, F. O. (Diciembre de 2017). *Positiva Compañía de Seguros S.A.* Obtenido de [https://www.minenergia.gov.co/https://www.minenergia.gov.co/documents/10192/23980938/010318\\_guia\\_seg\\_ventilacion\\_minas\\_subterranas.pdf/52d1871d-37c0-45fe-9951-1b2adff92289](https://www.minenergia.gov.co/https://www.minenergia.gov.co/documents/10192/23980938/010318_guia_seg_ventilacion_minas_subterranas.pdf/52d1871d-37c0-45fe-9951-1b2adff92289)
- 18001, O. (2010). *Equipo de protección personal*. Santiago de Chile: OHSAS.
- Escobar, J. M. (26 de Julio de 2011). *Boletín de ciencias de la tierra*. Obtenido de Boletín de ciencias de la tierra: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-36302011000100006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-36302011000100006)
- Galiano, M. R. (19 de octubre de 2015). *ventilacion de minas*. Obtenido de ventilacion de minas: <https://www.mundohvacr.com.mx/2014/01/ventilacion-subterranea/>
- <http://www.stps.gob.mx>. (s.f.). Obtenido de <http://www.stps.gob.mx/bp/secciones/dgsst/normatividad/resumen.html#N009>
- México, G. d. (2020). <https://www.gob.mx/salud/en/documentos/normas-oficiales-mexicanas-9705>. Obtenido de <https://www.gob.mx/https://www.gob.mx/salud/en/documentos/normas-oficiales-mexicanas-9705>
- Minera, S. (2020). <https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/metodos-y-planeacion-de-ventilacion-de-minas-subterranas/>. Obtenido de <https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/metodos-y-planeacion-de-ventilacion-de-minas-subterranas/>: <https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/metodos-y-planeacion-de-ventilacion-de-minas-subterranas/>
- Nieto, A. (Enero de 2020). <https://www.mundohvacr.com.mx/2014/01/ventilacion-subterranea/>. Obtenido de <https://www.mundohvacr.com.mx/https://www.mundohvacr.com.mx/2014/01/ventilacion-subterranea/>
- Rodriguez, J. N. (Febrero de 2010). <https://dspace.ups.edu.ec>. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/121/10/UPS-CT001703.pdf>
- Uria, J. P. (abril de 2020). <https://www.ecosmep.com>. Obtenido de <https://www.ecosmep.com/https://www.ecosmep.com/Registrados/PRL/Manualseguridadapropecuario.pdf>
- Uria, J. P. (s.f.). <https://www.ecosmep.com/>. Obtenido de <https://www.ecosmep.com/Registrados/PRL/Manualseguridadapropecuario.pdf>

### Comentarios Finales

A los futuros investigadores que lo hagan acerca de este tema esperamos que esta propuesta sea de su agrado y les ayude para sacarse de dudas y que ellos mismos se vean atraídos a mejorar esta misma propuesta con su propia esencia y lograr mejorar en todo ámbito a la minería en general.

Al Instituto Tecnológico De Fresnillo esperamos que les sirva de apoyo para enseñarlo a sus estudiantes y se use de la mejor manera para la sabiduría de estos mismos ya que es algo que les ayudara muchísimo a los futuros ingenieros.

### Notas Biográficas

**ME. José de Jesús Reyes Sánchez** es docente tiempo completo, perfil deseable PRODEP, coordinador del cuerpo académico Desarrollo industrial y empresarial ([profejesusreyes@yahoo.com.mx](mailto:profejesusreyes@yahoo.com.mx)) docente tutor e investigador del ITSF

**José de Jesús Moreno García.** Es alumno de la carrera de ingeniería en minas del séptimo semestre, integrante del club de jóvenes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo

**Benny Alberto Santacruz Pacheco.** Es alumno de la carrera de ingeniería en minas del séptimo semestre, integrante del club de jóvenes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo

**Gerardo de Jesús de la Fuente Santacruz** Es alumno de la carrera de ingeniería en minas del séptimo semestre, integrante del club de jóvenes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo

# Propuesta de Implementación de la red de ventilación en minas subterráneas desarrollada en el Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo

ME. José de Jesús Reyes Sánchez<sup>1</sup>, José de Jesús Moreno García<sup>2</sup>,  
Benny Alberto Santacruz Pacheco<sup>3</sup> y Gerardo de Jesús de la Fuente Santacruz<sup>4</sup>

**Resumen—** La presente metodología es una estrategia para implementar una red de ventilación al interior mina, la cual va a favorecer dos aspectos importantes: la salud de los mineros y los costos de ventilación, dado que se propone la utilización de ventiladores más eficientes y de mejor calidad, y que de algún modo lleguen a zonas más calurosas para así poder evitar enfermedades y mejorar la ventilación. Siempre en bajo la exigencia de autoridades.

En la búsqueda de resultados favorables como lo es la baja de los niveles de enfermedades como la silicosis, tuberculosis pulmonar, enfermedad renal, etc. Y reducir costos en cuanto al mantenimiento que se les da a estos ventiladores, esta disertación en desarrollada en el Instituto Tecnológico Superior De Fresnillo, en el cuerpo académico desarrollo industrial y empresarial en la carrera de minas.

**Palabras clave—** Sistemas de ventilación, gases, minas subterráneas, ductería.

## Introducción

La estructura puesta es desarrollara en el Instituto Tecnologico Superior De Fresnillo desde el cuerpo académico Desarrollo industrial y empresarial, en la carrera de ingeniería en minas, así como con la participación del club de jóvenes investigadores del ITSF. Donde se destaca que la ventilación de una mina consiste en el proceso de hacer pasar un flujo de aire considerable y necesario para crear las condiciones óptimas para que los trabajadores se encuentren en una atmósfera agradable, limpia y sin gases. La ventilación se realiza estableciendo un circuito para la circulación del aire a través de todas las labores. Para ello es indispensable que la mina tenga dos labores de acceso independientes: dos pozos, dos socavones, un pozo y un socavón. En las labores que sólo tienen un acceso es necesario ventilar con ayuda de una tubería. La tubería se coloca entre la entrada a la labor y el final de la labor. Esta ventilación se conoce como secundaria, diferente a la que recorre toda la mina que se conoce como principal. (Lemos, 2017)

## Descripción del Método

Se debe de entender como ventilación adecuada al sistema que tiene dos accesos, uno que funciona como entrada y el otro como salida del aire; se emplea en las labores mineras subterráneas, principalmente las localizadas en montañas, que se consigue por diferencia de cota, sin utilizar ninguna clase de equipo mecánico o eléctrico como ventiladores y extractores. La única fuerza natural que puede crear y mantener un flujo apreciable de aire es la energía térmica, debido a la diferencia de temperatura y presión barométrica que genera una diferencia de peso específico entre el aire saliente y entrante.

En los últimos años, los accidentes ocurridos en minería subterránea han generado un llamado de atención a todos aquellos agentes involucrados en la extracción de los recursos naturales del subsuelo; estos hechos han demostrado la importancia de garantizar una buena ventilación, ya que con esto se asegura el confort para las personas al interior de la explotación no solo en términos de temperaturas y concentraciones de oxígeno, sino también en función de la dilución de los gases generados por las voladuras y otros gases nocivos para la salud. (Véase la figura 1). (Escobar, 2011)

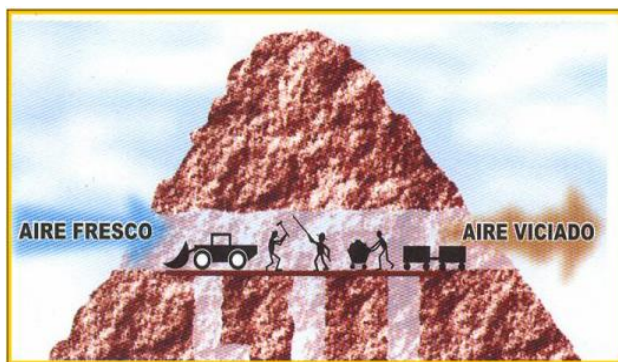
---

<sup>1</sup> **ME. José de Jesús Reyes Sánchez** es docente tiempo completo, perfil deseable PRODEP, coordinador del cuerpo académico Desarrollo industrial y empresarial ([profejesusreyes@yahoo.com.mx](mailto:profejesusreyes@yahoo.com.mx)) docente tutor e investigador del ITSF

<sup>2</sup> **José de Jesús Moreno García.** Es alumno de la carrera de ingeniería en minas del séptimo semestre, integrante del club de jóvenes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo

<sup>3</sup> **Benny Alberto Santacruz Pacheco.** Es alumno de la carrera de ingeniería en minas del séptimo semestre, integrante del club de jóvenes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo

<sup>4</sup> **Gerardo de Jesús de la Fuente Santacruz** Es alumno de la carrera de ingeniería en minas del séptimo semestre, integrante del club de jóvenes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo



**Figura 1. Un buen sistema de ventilación, permite mejor oxigenación dentro de la mina.**

El diseño de la ventilación de la mina involucra el cálculo en cada explotación de los factores analizados. Para este diseño se debe contar con los cálculos necesarios y el circuito de ventilación de la mina, realizando el cálculo de los ventiladores principales y de los caudales necesarios. De igual manera, cada explotación minera debe realizar permanentemente mediciones de gases en los frentes de trabajo activos y establecer tableros de control para que el personal tenga conocimiento de la atmósfera de la mina. Como el avance de la mina es dinámico, cada explotación debe contar con un plano de ventilación actualizado semanalmente, con el fin de observar los problemas de aire y los frentes críticos. Para el diseño de la ventilación de la mina, se debe tener en cuenta que el avance de los frentes ciegos se debe desarrollar con ventiladores auxiliares.

**Se toma en cuenta la clasificación de gases en base a su toxicidad:**

Gases Asfixiantes: Producen una disminución de oxígeno en el aire, debido a que ocupan el volumen de éste en la atmósfera del lugar.

Gases tóxicos: Provocan una disminución de oxígeno, penetrando a los pulmones y luego al resto del organismo.

Gases Explosivos: Producen efectos nocivos, tales como intoxicación, envenenamiento, destrucción de los tejidos, alteración de órganos y en última instancia la muerte. Ver la figura 2.

IRRITANTES, ASFIXIANTES:	-- Monóxido de Carbono <b>CO</b> -- Hidrógeno Sulfurado <b>H2S</b> -- Humos Nitrosos <b>NO2</b> -- Anhídrido Sulfuroso <b>SO2</b>
SOFOCANTES	-- Nitrógeno <b>N</b> -- Anhídrido Carbónico <b>CO2</b> -- Acetileno <b>HC</b> -- Metano <b>CH4</b>
EXPLOSIVOS INFLAMABLES	-- Metano <b>CH4</b> -- Monóxido de Carbono <b>CO</b> -- Hidrógeno Sulfurado <b>H2S</b> -- Acetileno <b>HC</b>

**Figura 2. Gases nocivos para la salud. Interpretación**

Para desarrollar esto se tiene que tener en cuenta los gases que emanan, se pueden agregar sistemas de ventilación. Existen distintos tipos de sistemas de ventilación, entre ellos están:

Sistema aspirante: El aire fresco ingresa al frente por la galería y el contaminado es extraído por la ductería. Para ventilar desarrollos de túneles desde la superficie, es el sistema aspirante el preferido para su ventilación, aun cuando se requieren elementos auxiliares para remover el aire de la zona muerta, comprendida entre el frente y el extremo del ducto de aspiración.



Sistema combinado: Aspirante-impelente, que emplea dos tendidos de ductería, uno para extraer aire y el segundo para impulsar aire limpio al frente en avance. Este sistema reúne las ventajas de los dos tipos básicos, en cuanto a mantener la galería y el frente en desarrollo con una renovación constante de aire limpio y en la velocidad de la extracción de los gases de disparos, con la desventaja de su mayor costo de instalación y mantenimiento. (Lemos, 2017)

### ***Ventilación Principal***

La ventilación en una mina subterránea es el proceso mediante el cual se hace circular por el interior de la misma el aire necesario para asegurar una atmósfera respirable y segura para el desarrollo de los trabajos. La ventilación se realiza estableciendo un circuito de ventilación, para la circulación del aire a través de todas las labores. La ventilación principal de la mina es la que recorre todas las labores mineras y de ese circuito se desprende la ventilación a los frentes de trabajo de la mina. El caudal de aire que circule por la mina dependerá del número de trabajadores, la extensión y sección de las labores, el tipo de maquinarias de combustión interna y las emanaciones de gases naturales de la mina. (Lemos, 2017)

### ***Planeación de ventilación de una mina***

Para esto se deben de hacer los cálculos para diseñar la red de sistemas de ventilación, ya con el cálculo de ventilación de la mina, esta debe ser adaptada de acuerdo al diseño establecido, manejando dentro de la explotación un plano de la mina, con los valores definidos en el plan de ventilación de la mina y con los valores observados en las mediciones y en el monitoreo continuo, establecido de acuerdo a los protocolos de seguridad. Para tal fin se puede tener un isométrico de ventilación, con los cálculos efectuados por el personal competente y con los valores dados de las mediciones efectuadas, con el fin de verificar el estado de la ventilación de la mina. De la misma manera, se debe establecer la proyección de la ventilación, para que las exigencias de caudales, vayan cumpliendo las exigencias de aire en la mina. (Minera, 2020)

## **1.- Propuesta de ventilación**

La ventilación en minas y túneles constituye una operación fundamental, cuya función es renovar el aire, diluir los gases contaminantes y polvo, y controlar los humos en caso de incendio. Esta operación asegura condiciones ambientales no peligrosas para la circulación (respiración y visibilidad de los mineros) y, en caso de incendio, garantiza las condiciones de evacuación y de intervención de los equipos de emergencia. (Nieto, 2020)

Se propone aumentar el área de las labores por donde circula la corriente de aire; así se disminuirá la resistencia de las vías y aumentará la abertura equivalente de la mina, lo que facilita la posibilidad de ventilar la mina con menor energía a un menor costo, realizar una adecuada selección de los ventiladores tanto principales como auxiliares para evitar incrementos en costos de energía.

También se propone visualizar los puntos primordiales del lugar de trabajo ya que a partir de estos se pueden brindar un mejor servicio para hacer un mejoramiento en cuanto a la corriente del aire para no depender solo de la ventilación industrial, si no que, a su vez estas se complementen y así reducir costos y que los trabajadores en esa área se protejan mas al estar inhalando gases tóxicos que se vera repercutido en su salud con el paso de los años.

<b>Consideraciones para instalación de ventiladores</b>
Evitar los ángulos vivos y las curvaturas demasiado fuertes en el túnel de acceso al ventilador principal
Prever una porción final convergente y recta en la cual se colocará el ventilador
Escoger un sitio de instalación del ventilador que esté alejado de zonas de incendio, topografía sujeta a derrumbes, zonas de posibles explosiones

Encerrar la instalación del ventilador con el objetivo de evitar que personas imprudentes ingresen a la instalación y causen daños al ventilador mediante palos, varillas o piedras durante su marcha

Escoger un sitio para las instalaciones que permitan una buena supervisión

Tener en cuenta durante el montaje la ubicación de aquellos elementos que permitan la localización de aparatos de registro del ventilador y la realización de mediciones de presiones dinámicas totales, estática y temperaturas

Prever en la instalación contar con un ventilador de reserva que permita hacer rápidamente el cambio correspondiente, en caso de daños en el ventilador de servicio

(Galiano, 2015)

## 2.- Beneficios.

No solo se verán reflejados los beneficios en la empresa, si no que gracias a esto se propone lograr una mejora significativa en la calidad de vida a los trabajadores ya que ayudara para que no estén todo el tiempo aspirando gases tóxicos que les pueda repercutir en su salud, la mayoría de los trabajadores del ámbito minero tienen un alto porcentaje de salir con alguna enfermedad de esta profesión y esta propuesta ayudara por lo menos en el tema respiratorio.

La empresa por otra parte podrá reducir costos al dejar de usar principalmente la ventilación industrial y mejor ayudarse de la ventilación natural para un mejor uso de estos.

A continuación, se muestran dos imágenes la primera es como se puede implementar sobre cómo se podrían apoyar la ventilación natural con la industrial y por otro lado se ve un gran ventilador industrial usado en la minería



Figura 3.- Ventilador industrial en mina

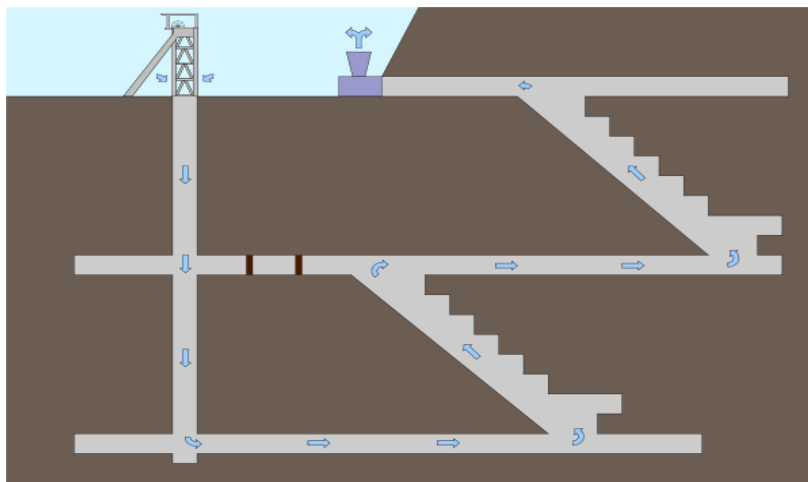


Figura 4.- Esquema de ventilación aspirante en una mina subterránea.

### 3.- Posibles resultados

- Asegurar un contenido bueno de oxígeno en la atmósfera de la mina para permitir la respiración de las personas que trabajan en su interior.
- Diluir los gases, los cuales pueden ser tóxicos, asfixiantes y/o explosivos
- Se hace necesario ventilar la mina para climatizarla, ya que a medida que aumenta la profundidad de la misma, la temperatura aumenta, adicionalmente, los equipos y máquinas presentes en el interior contribuyen a elevar la temperatura del aire.

### I. REFERENCIAS

- Lemos, F. O. (Diciembre de 2017). *Positiva Compañía de Seguros S.A.* Obtenido de <https://www.minenergia.gov.co>:  
[https://www.minenergia.gov.co/documents/10192/23980938/010318\\_guia\\_seg\\_ventilacion\\_minas\\_subterraneas.pdf/52d1871d-37c0-45fe-9951-1b2adff92289](https://www.minenergia.gov.co/documents/10192/23980938/010318_guia_seg_ventilacion_minas_subterraneas.pdf/52d1871d-37c0-45fe-9951-1b2adff92289)
- Galiano, M. R. (19 de octubre de 2015). *ventilacion de minas*. Obtenido de ventilacion de minas:  
<https://www.mundohvacr.com.mx/2014/01/ventilacion-subterranea/>
- Jorge Martín Molina Escobar, C. C. (26 de Julio de 2011). *Boletín de ciencias de la tierra*. Obtenido de Boletín de ciencias de la tierra:  
[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-36302011000100006](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-36302011000100006)
- Minera, S. (2020). <https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/metodos-y-planeacion-de-ventilacion-de-minas-subterraneas/>. Obtenido de <https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/metodos-y-planeacion-de-ventilacion-de-minas-subterraneas/>: <https://www.revistaseguridadminera.com/operaciones-mineras/metodos-y-planeacion-de-ventilacion-de-minas-subterraneas/>
- Nieto, A. (Enero de 2020). <https://www.mundohvacr.com.mx/2014/01/ventilacion-subterranea/>. Obtenido de <https://www.mundohvacr.com.mx/>:  
<https://www.mundohvacr.com.mx/2014/01/ventilacion-subterranea/>

### Comentarios Finales

A los futuros investigadores que lo hagan acerca de este tema esperamos que esta propuesta sea de su agrado y les ayude para sacarse de dudas y que ellos mismos se vean atraídos a mejorar esta misma propuesta con su propia esencia y lograr mejorar en todo ámbito a la minería en general.

Al Instituto Tecnológico De Fresnillo esperamos que les sirva de apoyo para enseñarlo a sus estudiantes y se use de la mejor manera para la sabiduría de estos mismos ya que es algo que les ayudara muchísimo a los futuros ingenieros.

### Notas Biográficas

**ME. José de Jesús Reyes Sánchez** es docente tiempo completo, perfil deseable PRODEP, coordinador del cuerpo académico Desarrollo industrial y empresarial ([profesjesusreyes@yahoo.com.mx](mailto:profesjesusreyes@yahoo.com.mx)) docente tutor e investigador del ITSF

**José de Jesús Moreno García.** Es alumno de la carrera de ingeniería en minas del séptimo semestre, integrante del club de jóvenes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo

**Benny Alberto Santacruz Pacheco.** Es alumno de la carrera de ingeniería en minas del séptimo semestre, integrante del club de jóvenes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo

**Gerardo de Jesús de la Fuente Santacruz** Es alumno de la carrera de ingeniería en minas del séptimo semestre, integrante del club de jóvenes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo

# Programa para reducir las emisiones diésel en trabajadores mineros subterráneos desarrollado en el Instituto Tecnológico Superior De Fresnillo

ME. José De Jesús Reyes Sánchez<sup>1</sup>, Lesly Quetzaly Armendariz Pedroza<sup>2</sup>, Gresi Fernanda García Martínez<sup>3</sup>, Sandra Judith Rivera Hernández<sup>4</sup> y Ing. Omar Alejandro Guirrette Barbosa<sup>5</sup>

**Resumen** — Ante la situación que se presentan por la gravedad que causa la emisión de diesel en la salud de los trabajadores mineros y que trae como consecuencia enfermedades graves pulmonares, de respiración, así como cancerígenas. Se realiza la presente propuesta metodológica para la realización de un programa integral para la mejora del mantenimiento en la maquinaria y salud de los trabajadores. El cual se llevará a cabo en el interior de mina para examinar las áreas que son más afectadas por las emisiones de diesel. Que generalmente son en donde se realizan obras de desarrollo y trabajos más pesados de cada turno. Se examinará a cada trabajador en su salud cada inicio de semana para así tener datos precisos del problema y si es preciso incluir en este programa la eficiencia y mejora de la ventilación que también nos puede ayudar para reducir la emisión de diesel, ya que es muy importante que la salud y seguridad del trabajador minero permanezca segura y sea lo primordial en toda empresa minera.

**Palabras clave** – gases disel, partículas, emisión, hollín, silicatos, sulfuros, exposición, enfermedad

## Introducción

En la presente metodología se pretende realizar un programa para disminuir los gases diesel dentro de la mina y establecer un control al evaluar la exposición de gases diesel en los mineros subterráneos que pueden traer riesgos muy graves en su salud. La exposición a partículas de diesel contenidas en los gases de escape liberados de los vehículos pesados diesel y el equipo utilizado para transportar, perforar y transportar personal puede causar irritación del tracto respiratorio en unos pocos minutos, mientras que la exposición a largo plazo puede conducir a problemas de salud crónicos, incluyendo el cáncer. Los operadores de minería necesitan saber cómo evaluar el nivel de riesgo de partículas de diesel dentro de sus minas y como controlar y limitar la exposición de los trabajadores a este grave riesgo para la salud.

La materia particulada diesel es un componente del escape del diesel y es una mezcla compleja de partículas de hollín que contienen ceniza, carbón, partículas de abrasión metálicas, sulfuros y silicatos. Las partículas de diesel, que son visibles como humo negro, son extremadamente finas. Se inhala fácilmente y puede penetrar profundamente en los pulmones a ello agregándole los diferentes factores que influyen como lo es la presión y temperatura en la mina subterránea

La inhalación de los gases disel puede causar efectos a corto y también a largo plazo en la salud de los trabajadores, en el corto plazo y en situación de alta exposición, como espacios confinados, la inhalación de gases de escape produce síntomas agudos tales como dolores de cabeza, mareos e irritación grave en el sistema respiratorio y pasajes nasales. La exposición alargo plazo aumenta el riesgo de enfermedad cardiovascular y puede conducir al cáncer de pulmón. La materia particulada diesel es un carcinógeno humano conocido (Peters, 2015)

Las partículas de diesel son una exposición donde esta tan claro que es básicamente un trabajo: la minería subterránea. Debido a que los mineros están trabajando en áreas donde el escape de diesel no se puede dispersar fácilmente, tienen este factor de riesgo que es tan diferente de otros trabajadores que están expuestos al diesel

---

<sup>1</sup> José de Jesús Reyes Sánchez es docente tiempo completo, perfil deseable PRODEP, coordinador del cuerpo académico Desarrollo industrial y empresarial ([profejesusreyes@yahoo.com.mx](mailto:profejesusreyes@yahoo.com.mx)) docente tutor e investigador del ITSF

<sup>2</sup> Lesly Quetzaly Armendariz Pedroza alumna de la carrera de ingeniería en minas del séptimo semestre, integrante del club de jóvenes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo.

<sup>3</sup> Gresi Fernanda García Martínez alumna de la carrera de ingeniería en minas del séptimo semestre, integrante del club de jóvenes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo.

<sup>4</sup> Sandra Judith Rivera Hernández alumna de la carrera de ingeniería en minas del séptimo semestre, integrante del club de jóvenes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo.

<sup>5</sup> Ing. Omar Alejandro Guirrette Barbosa docente investigador de la universidad politécnica de Zacatecas

Es importante que dentro de la mina los trabajadores laboren en un ambiente seguro y que no se exponga su salud al realizar los trabajos que por lo general se llevan a cabo en periodos largos de tiempo, otro factor que se tendrá que observar al realizar la presente investigación es si el equipo de protección (respiradores) están siendo efectivos para que estos gases diesel no causen efectos negativos en los trabajadores.

### **Descripción del Método**

La propuesta metodológica se centra en realizar una evaluación periódica en la salud de los trabajadores mineros para así evitar a tiempo que la enfermedad se convierta en crónica o muy grave (cáncer) por la exposición frecuente a las partículas de diesel, en los centros de trabajo: evaluar la zona y ventilar con más frecuencia esa área para mitigar los gases, eficiencia de la ventilación y en el mantenimiento de la maquinaria para poder implementar tecnologías de motores más limpios, como motores modernos y combustibles diesel de combustión más limpia.

Se busca que se logre la reducción de los gases diesel y partículas que se encuentran en ellos en un 90% para así poder garantizar la salud de los trabajadores en las empresas mineras e implementar en los trabajadores la importancia de su salud y tomar las medidas necesarias ante la exposición de esos gases.

Llevar a cabo la inspección y mantenimiento regular en la maquinaria puede reducir la concentración de los gases de escape de las partículas de diesel en un 5% por lo que en las minas subterráneas, el mantenimiento del equipo, de filtros de admisión, fugas, escape, motor y enfriamiento se debe realizar cada 250 horas aparte de implementar la política de no ralentizar el equipo innecesariamente, así como llevar a cabo la instalación de dispositivos como convertidores catalíticos y filtros de partículas diésel en el escape del motor, para después instalar y mantener un sistema de ventilación eficiente en energía y filtración del aire, además con el chequeo de salud en los trabajadores se podrá detectar con tiempo si las enfermedades respiratorias están siendo constantes para poder descartar que los síntomas se vuelvan mas graves causando un daño en los pulmones

El objetivo es que los trabajadores mineros tengan la seguridad de que su salud es importante para las empresas mineras y que al ser contratados alarguen su estadía como trabajadores confiando en que la empresa les proporcionara seguridad en cada área de trabajo.

Por lo cual en el sentido humano al poner una solución a un problema es de gran importancia, ya que los trabajadores asisten a su trabajo confiando en la empresa y la empresa en ellos

### **Programa para la salud y seguridad de los trabajadores mineros**

Los programas de salud y seguridad en el trabajo existen para marcar los planes adecuados de salud y reglas de prevención de los centros de trabajo. Y se han convertido en conceptos muy importantes porque están relacionados con: las condiciones físicas y psicológicas de los trabajadores y la preservación de la fuerza laboral

Durante la jornada laboral es indispensable vigilar medidas de seguridad en las actividades que realizamos, para esto podemos ayudarnos de los programas de seguridad y salud en el trabajo que son necesarios para asegurar las capacidades, habilidades y aptitudes de la fuerza de trabajo.

Son muy importantes para el mantenimiento de las condiciones físicas y psicológicas del personal.

La Seguridad y Salud en el trabajo constituyen dos actividades estrechamente relacionadas, orientadas a garantizar las condiciones de trabajo capaces de mantener el nivel de salud de los trabajadores.

En una de las principales bases para la preservación de la fuerza laboral y el logro de los objetivos planteados, para lo cual se requiere de un plan de salud adecuado, con reglas claras de prevención, dependiendo de las necesidades

### **Salud en el Trabajo**

las normas y procedimientos enfocados a cuidar la integridad física y mental del trabajador, preservándolo de los riesgos relacionados a las tareas realizadas y al ambiente donde se ejecutan cotidianamente.

Esta relacionada con el estudio, el diagnóstico y la prevención de enfermedades y su ambiente de trabajo; es decir, que es de carácter preventivo, ya que va dirigido a la salud y al bienestar del trabajador, tendientes a evitar que este se enferme o se ausente de manera provisional o definitiva del trabajo.



Conforme un conjunto de conocimientos y técnicas dedicados a reconocer, evaluar y controlar aquellos factores del ambiente, psicológicos o tensionales, que provienen del trabajo y pueden causar enfermedades o deteriorar la salud (Ramos, 05 de Junio 2015 )

### **Planeación estratégica**

**Parte 1.-** mejorar las propuestas de la empresa en cuestión de salud y seguridad para mejorar la confianza en los trabajadores hacia ella buscando mejorar las áreas de labores en las que los mineros permanecen horas trabajando, realizando técnicas y tecnologías podemos avanzar en cumplimiento en la salud y seguridad para los trabajadores mineros y ser una empresa dedicadas en la integridad de los mismos trabajadores mineros

#### **Parte 2,-**

Dentro de la empresa se encuentran factores importantes a considerar para el bienestar de la salud de los trabajadores en la disminución de las partículas diesel como los son las actividades que los trabajadores realizan dentro de la mina, maquinaria equipo de seguridad, capacidades y aptitudes de los trabajadores, a donde se logra llegar con la obra o hasta donde seria su ciclo de ejecución y las operaciones que ellos mismos llevan a cabo al momento de realizar cada trabajo. Se mantiene un cierto cumplimiento laboral en cada obra o trabajo realizado se le esta dando a el trabajador la misma importancia que a la empresa, se mantiene una relación de disciplina en la salud de los trabajadores.

El entorno laboral en el que un trabajador minero realiza sus actividades de trabajo es muy importante, las partículas diesel son gases que provienen de todo aquel equipo que se accione con este componente (diesel) por lo general en la industria minera el 85% de las maquinas son abastecidas con diesel por lo que al realizar un estudio de trabajo por hora y funcionamiento de la maquinaria se detectaran las cantidades exactas de diesel que circulan por el interior de la mina subterránea.

Pronosticando la inversión que la empresa está dispuesta a invertir en sus trabajadores mineros para su salud y también al mismo tiempo se esta invirtiendo en la empresa por que al mejorar en sus debilidades se eta mejorando en sus fortalezas.

Parte 3.- establecer un entorno seguro en salud para los trabajadores, eficiencia en el trabajo, mayor responsabilidad en la salud es mejorar en la productividad del trabajador en beneficio de la empresa, estrategias de evaluación al entorno y equipo de trabajo, recursos a los que la empresa esta dispuesta a proporcionar

Parte 4.- control de seguimiento, evaluación de indicadores

### **Efectos secundarios del Diesel y el Monóxido**

Los efectos adversos en la salud humana, asociados a las emisiones diesel se han obtenidos principalmente del estudio y seguimiento de las personas profesionalmente expuestas: conductores de camiones, de maquinaria elevadora-transportadora-perforadora, y de otras máquinas pesadas, mineros y mecánicos. Las exposiciones son fundamentalmente por inhalación de las emisiones diesel, siendo de menor importancia la vía digestiva secundaria a su depósito en los alimentos. Desde una perspectiva estrictamente científica existen dudas considerables respecto a que componente afecta en mayor grado a la salud humana, pero se considera razonable a la luz de los acontecimientos actuales otorgar a las partículas finas y ultrafinas el mayor protagonismo en los efectos adversos seguido en un segundo plano los sulfuros, NOx, aldehídos y HPA.

Las exposiciones agudas o acorto plazo a las emisiones diesel en altas concentraciones, pueden inducir irritación ocular, nasal y faríngea, así como respuestas inflamatorias en las vías respiratorias y pulmonar. También produce efectos alérgicos e inmunológicos

Las emisiones diesel contienen diversos irritantes de la mucosa conjuntival y respiratoria en las fases de gas y particulada (NOx, SO2, aldehídos, etc.). La exposición aguada además de las irritaciones descritas previamente (conjuntivitis, rinitis, faringitis), también ocasiona otros síntomas respiratorios (tos, expectoración, disfonía, etc.) y neurofisiológicos como cefalalgia, mareos, náuseas, vómitos. Estos síntomas han sido descritos en trabajadores como en estudios clínicos de humanos expuestos de forma aguda a altas concentraciones de emisiones diesel. La información se presenta en el cuadro 1

COMPONENTES DE LOS GASES DE ESCAPE	CONTENIDO MAX. EN VOLUMEN (%)	OBSERVACIONES
	DIESEL	
NITROGENO	76.0 - 78.0	NO TOXICO
OXIGENO	2.0 - 18.0	NO TOXICO
VAPOR DE AGUA	0.5 - 4.0	NO TOXICO
DIOXIDO DE CARBONO	1.0 - 10.0	NO TOXICO
MONOXIDO DE CARBON	0.01 - 0.5	TOXICO
OXIDO NITRICO	0.001 - 0.4	TOXICO
HIDROCARBUROS NO CANCERIGENOS	0.009 - 0.5	TOXICO
ALDEHIDOS	0.001 - 0.009	TOXICO
DIOXIDO DE AZUFRE	0.0 - 0.003	TOXICO
HOLLIN (g/M3)	0.01 - 1.1	TOXICO
BENZOPIRENO	HASTA 10.0	CANCERIGENO

Tabla 1

### Descripción del programa

es un programa que se propone eliminar las emisiones de diesel tanto en su fase gaseosa como en su fase particulada, que son graves para la salud de los mineros subterráneos que operan la maquinaria por periodos de tiempo largos la cual es abastecida para su función con este combustible, hacer monitoreos de partículas y gases en las áreas de trabajo para familiarizar con el problema e iniciar chequeos de salud en los trabajadores para percatarnos de los síntomas y evitar que se vuelvan mas graves y cause la ausencia de los trabajadores por complicaciones respiratorias.

Se busca que con el programa se desarrollen más técnicas seguras para descubrir estos gases y poder percatarnos de los síntomas a tiempo en los trabajadores y que ellos también conozcan del tema y lo importante que es para la empresa que identifiquen si se está presentando algún síntoma para poder descartar cualquier enfermedad más grave.

- 1.- chequeos de salud en los trabajadores dos veces por semana podría ser al inicio de la semana y al final de ella
- 2.- mantenimiento de la maquinaria, revisar los filtros, que el escape no esté mal que todo se encuentre en orden para así monitorear después su operación en las áreas de trabajo y observar como son los gases de diesel antes y después del mantenimiento
- 3.- permitir mas el acceso del aire de la superficie a través de la mejora en la ventilación para mitigar los gases, esto realizando una mejor distribución de la ventilación en la mina y el uso de tecnologías para implementar un sistema de filtración del aire dentro de la mina
- 4.- conocer que tan eficiente están resultando los equipos de protección respiratoria para los mineros

### Características del programa

Es un programa sistemático en el que se realiza la evaluación de datos e información que es proporcionada por los trabajadores de la empresa para implementar la planificación que se tiene en las áreas de trabajo, mantenimiento del equipo, mejora en la ventilación, estudios de salud y en la efectividad de los equipos de protección respiratoria tomando en cuenta los recursos materiales que la empresa proporciona, así como también los recursos humanos

### Formatos de evaluación

- Programa correctivo y preventivo de mantenimiento
- Evaluación de eficiencia en la ventilación y equipo de protección (respiradores)
- Evaluación en el buen manejo y operación de la maquinaria
- Salud física de los trabajadores

### Resultados que se desean obtener

- Eliminación de enfermedades respiratorias 85%
- Que la empresa proporcione más seguridad, recursos e interés en sus trabajadores por su salud

Al igual que los trabajadores estén enterados y conozcan de los peligros a los que se exponen en cuestión de salud, realizando campañas de comunicación, dispersando y otorgando información

El buen manejo y concientización de la maquinaria al dar el mantenimiento correspondiente a cada equipo

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

#### **Referencias bibliográficas**

ENERGIA, M. D. (1987). *reglamento de seguridad en las labores subterráneas*.

Jason. (2015). Respirara los Gases de Escape de Diesel Conduce a Cambios. *Higiene Ocupacional* , 36-40.

Johnson, L. (2017). *material particulado diesel que expone a los mineros subterráneos a graves problemas de salud*. Canada : COS.

MINERIA CHILENA. (2017). Abastecimiento de combustibles en minería: adecuados a las nuevas condiciones competitivas. *Minería Chilena*, 36-50.

Peters, C. (s.f.).

#### **Comentarios finales**

Es importante que en la industria minera se tomen mas medidas de seguridad en lo que se refiere a la exposición que los mineros tienen a las emisiones diesel, y no solo a ese tipo de gases si no tomar en cuenta todo tipo de exposición que lleve a afectar su sistema respiratorio, para tener un conocimiento de salud de cada trabajador para disminuir los riesgos de accidentes por síntomas que esta exposición pueda causar como dolores de cabeza, mareos y dolor de garganta y en su mas larga exposición cáncer pulmonar

La implementación del programa se desarrolla en un ambiente que por lo general están sujetos a presiones altas temperaturas y largas jornadas de trabajo para ello tendremos medidas en los estudios, tomando en cuenta periodos de tiempo para no resultar expuestos a la problemática presente.

#### **Notas bibliograficas**

José de Jesús Reyes Sánchez es docente tiempo completo, perfil deseable PRODEP, coordinador del cuerpo académico Desarrollo industrial y empresarial ([profejesusreyes@yahoo.com.mx](mailto:profejesusreyes@yahoo.com.mx)) docente tutor e investigador del ITSF

Lesly Quetzaly Armendariz Pedroza alumna de la carrera de ingeniería en minas del séptimo semestre, integrante del club de jóvenes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo.

Gresi Fernanda García Martínez alumna de la carrera de ingeniería en minas del séptimo semestre, integrante del club de jóvenes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo.

Sandra Judith Rivera Hernández alumna de la carrera de ingeniería en minas del séptimo semestre, integrante del club de jóvenes investigadores del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo.

Ing. Omar Alejandro Guirrette Barbosa docente investigador de la universidad politécnica de Zacatecas

# Propuesta para la implementación de energía renovable en las empresas y campamentos mineros desarrollada en el Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo

M.E. José de Jesús Reyes Sánchez<sup>1</sup>, Gerardo Ríos Ramos<sup>2</sup>, Víctor Domínguez Ibarra<sup>3</sup>, Tereso de Jesús Rojas Sánchez<sup>4</sup>, Joel Alberto Alvarado Barrón<sup>5</sup>

**RESUMEN:** Existen leyes y normas para a regulación y cuidado del Medio Ambiente para todas las empresas, en un ámbito podemos referir el Manifiesto de Impacto Ambiental, documento realizado por toda empresa antes y durante su ejecución. Éste se presenta ante la SEMARNT para que evalúe los compromisos que presenta la empresa para el cuidado del medio ambiente durante el trabajo que se realice. La propuesta va dirigida a toda empresa y contratista minera que desee implementar energías renovables y amigables con el Medio Ambiente, mismas que benefician a las empresas a reducir sus costos en cuestión a gastos de energía eléctrica proveniente de CFE.

**Palabras clave:** energía, renovable, ambiente, leyes, eólico

## INTRODUCCIÓN

El Instituto Tecnológico Superior De Fresnillo desde el cuerpo académico Desarrollo industrial y empresarial, en la carrera de ingeniería en minas, así como con la participación del club de jóvenes investigadores del ITSF. En la actualidad, las normas regulatorias con el cuidado y compromiso se encuentran muy presentes en las empresas, revisando constantemente que se cumpla con requisitos específicos. Hoy en día existen variados métodos para implementación de energías renovables, tanto domésticas como industriales, desde un boiler solar, hasta instalaciones para producir nuestra propia energía eléctrica. Las altas emisiones de contaminantes a la atmósfera son cada vez más elevadas, es por ello que se deben buscar recursos que mitiguen el daño al medio ambiente, ya que las energías contratadas de la Comisión Federal de Electricidad CFE, la mayoría provienen de la combustión de elementos de altas emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera y agotamiento de los recursos naturales.

La implementación de energías renovables es una inversión a largo plazo, logra economizar gastos en energía eléctrica y un compromiso con el medio ambiente, es por ello conveniente para las empresas y campamentos mineros implementar energías renovables en sus instalaciones para reducir costos y reducir contaminantes.

## DESCRIPCIÓN DEL METODO

El principal objetivo de la propuesta e investigación es conocer los aparatos utilizados en las instalaciones mineras, verificar costos en consumo de electricidad y ver los posibles tipos de energía renovable que se pueda implementar dependiendo de su ubicación y los factores ambientales que existan en el área, para a partir de ello analizar la cantidad de turbinas o paneles solares se debieran implementar en ciertas instalaciones.

La instalación de turbinas eólicas o paneles solares al momento de realizar la compra, la instalación va por parte de la empresa sin ningún costo.

El funcionamiento de energías renovables lleva una caja donde se almacena toda la energía que se llega a producir durante el día, misma energía que se va utilizando en las diferentes áreas de una institución, de hecho si existe energía sobrante en un cierto periodo la misma institución puede realizar la venta de la misma a la CFE.

Las turbinas eólicas funcionan con el viento y su instalación depende del área en la que se vaya a instalar, la fuerza promedio del viento y la dirección del mismo.

---

<sup>1</sup> José De Jesús Reyes Sánchez ME. es docente tiempo completo, perfil deseable PRODEP, coordinador del cuerpo académico Desarrollo industrial y empresarial, docente tutor e investigador del ITSF ([profejesusreyes@yahoo.com.mx](mailto:profejesusreyes@yahoo.com.mx)) (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Gerardo Ríos Ramos es docente del Instituto Tecnológico superior de Fresnillo.

<sup>3</sup> Víctor Domínguez Ibarra es docente del Instituto Tecnológico superior de Fresnillo.

<sup>4</sup> Tereso de Jesús Rojas Sánchez es alumno del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo. [chuii.rojas7@gmail.com](mailto:chuii.rojas7@gmail.com)

<sup>5</sup> Joel Alberto Alvarado Barrón es alumno del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo. [joelalbertoalvaradobarron@gmail.com](mailto:joelalbertoalvaradobarron@gmail.com)

Los paneles solares se instalan a la mayor puesta de sol para su mayor aprovechamiento, con un buen sentido y dirección para aprovechar la energía presente de la naturaleza.

El cuidado del medio ambiente es lo primordial en las empresas mineras, ya que consecuentemente se hacen inspecciones por instituciones de orden gubernamental, las cuales al observar actos indebidos pueden llegar a clausurar una obra minera, así que es de gran importancia que las empresas muestren tener compromiso con el medio ambiente y acate las ordenes establecidas en los reglamentos y leyes del país.

Tengamos en cuenta que las empresas mineras son enormes y requieren de altos consumos de electricidad al día, ya que las maquinas utilizadas son de alta potencia y consumen demasiada energía. Al igual, en las minas subterráneas siempre hay iluminación artificial y siempre se consume energía eléctrica, ya que no es posible la entrada de luz solar en ningún momento del día.

**ENERGÍAS RENOVABLES:** Las energías renovables son aquellas que se producen de forma continua y son inagotables a escala humana, se renuevan continuamente, a diferencia de los combustibles fósiles, de los que existen unas determinadas cantidades o reservas, agotables en un plazo más o menos determinado. Las principales formas de energías renovables que existen son: la biomasa, hidráulica, eólica, solar, geotérmica y las energías marinas. Las energías renovables provienen, de forma directa o indirecta, de la energía del Sol; constituyen una excepción la energía geotérmica y la de las mareas.

**TURBINA EÓLICA O AEROGENERADOR:** Son las máquinas empleadas para transformar la fuerza del viento en electricidad. Un aerogenerador consta de muchos componentes, los más importantes son los siguientes:

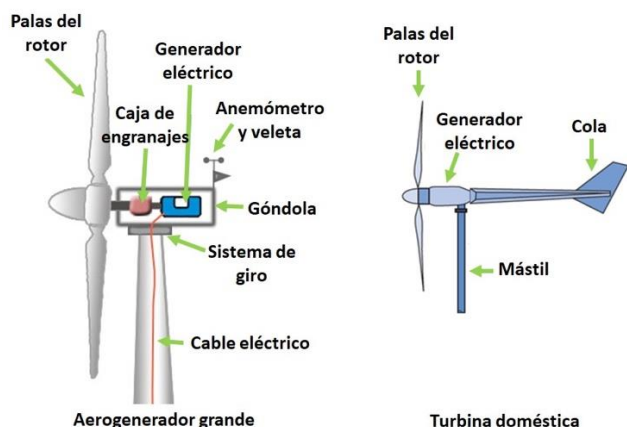
**Torre:** Soporta el peso de la góndola, así que debe ser robusta y estar muy bien cimentada. Las torres actuales suelen ser de acero, pero también las hay de hormigón o híbridas.

**Palas:** Normalmente, se fabrican con una mezcla de fibra de vidrio y resina, y son tan aerodinámicas y firmes como las alas de los aviones.

**Rotor:** Es el conjunto formado por las palas y el eje al que van unidas, a través de una pieza llamada buje. Las palas capturan la fuerza del viento y transmiten su potencia hacia el buje. El buje está conectado, mediante otro eje, a la multiplicadora, que va dentro de la góndola.

**Góndola:** Es la “caja” que acoge la multiplicadora, el generador eléctrico y los sistemas de control, **orientación y freno**.

**Transformador:** En los aerogeneradores modernos está situado en la base. La electricidad producida en el generador pasa al transformador por unos cables, para ser enviada con el voltaje adecuado a una subestación y de ahí a la red eléctrica. (Asociación Empresarial Eólica, 2011)



### ¿Cómo se produce el viento?

El Sol calienta de forma desigual las diferentes zonas del planeta, provocando el movimiento del aire que rodea la Tierra y dando lugar al viento. El viento es, por tanto, energía en movimiento, gracias al cual los barcos de vela han

podido navegar durante siglos y se ha podido transformar el movimiento de las aspas de un molino en energía útil, ya sea para bombear agua, moler cereales o para producir electricidad. La rotación terrestre, la diferencia de temperatura y la presión atmosférica influyen en la dirección del viento.

### ¿Cómo se caracteriza el potencial eólico de una zona?

Los parámetros fundamentales a la hora de evaluar la energía del viento son la velocidad y la dirección predominante. La velocidad y la dirección del viento varían para una zona determinada durante el año y también entre los distintos años. Es importante disponer de información eólica que abarque un número determinado de años, o por lo menos un año de datos.

ESCALA BEAUFORT				
Número de Beaufort	Velocidad de viento(km/h)	Denominación	Aspecto del mar	Efectos en tierra
0	0 a 1	Calma	Despejado	Calma, el humo asciende verticalmente
1	2 a 5	Ventolina	Pequeñas olas, pero sin espuma	El humo indica la dirección del viento
2	6 a 11	Flojito (brisa muy débil)	Crestas de apariencia vítrea, sin romper	Se mueven las hojas de los árboles
3	12 a 19	Flojo (brisa débil)	Pequeñas olas, crestas rompientes	Se agitan las hojas, ondulan las banderas
4	20 a 28	Bonancible (brisa moderada)	Borreguillos numerosos, copas de los árboles	Se levanta polvo y papeles, se agitan las olas cada vez más largas
5	29 a 38	Fresco (brisa fresca)	Olas medianas y alargadas, borreguillos muy abundantes	Pequeños movimientos de los árboles
6	39 a 49	Fresquito (brisa fuerte)	Comienzan a formarse olas grandes, crestas rompientes, espuma	Se mueven las ramas de los árboles, dificultad para mantener abierto el paraguas
7	50 a 61	Frescachón (viento fuerte)	Mar gruesa, con espuma arrastrada en dirección viento	Se mueven los árboles grandes, dificultad para andar contra el viento
8	62 a 74	Temporal (viento duro)	Grandes olas rompientes, franjas de espuma	Se quiebran las copas de los árboles, circulación de personas dificultosa
9	75 a 88	Temporal fuerte (muy duro)	Olas muy grandes, rompientes. Visibilidad mermada	Daños en árboles, imposible andar contra el viento
10	89 a 102	Temporal duro (temporal)	Olas muy gruesas con crestas empenachadas	Árboles arrancados, daños en la estructura de las construcciones
11	103 a 117	Temporal muy duro (borrasca)	Olas excepcionalmente grandes, visibilidad muy reducida	Estragos abundantes en construcciones, tejados y árboles
12	118 y más	Temporal huracanado (huracán)	El aire está lleno de espuma y rociaciones. Enorme oleaje. Visibilidad casi nula	Destrucción total

**En las empresas dependiendo del tipo, ubicación y tamaño, se podrían instalar aerogeneradores de la siguiente manera:**

**Parques eólicos interconectados:** El propietario del parque es un productor más de electricidad, estando la compañía eléctrica obligada por ley a facilitar la conexión de los aerogeneradores a la red eléctrica y a comprar toda su producción de electricidad, en base a un sistema de precios establecidos a nivel nacional que priman la energía eólica.

**Parques eólicos con consumos asociados (autoconsumo):** La electricidad producida por los aerogeneradores se utiliza para el consumo propio y el excedente de electricidad, si lo hubiera, se inyecta en la red eléctrica.

**Parques eólicos aislados:** Son aquellos que no tienen conexión alguna con la red eléctrica y cuya finalidad es abastecer energéticamente un consumo puntual. (Instituto Tecnológico de Canarias , 2008)

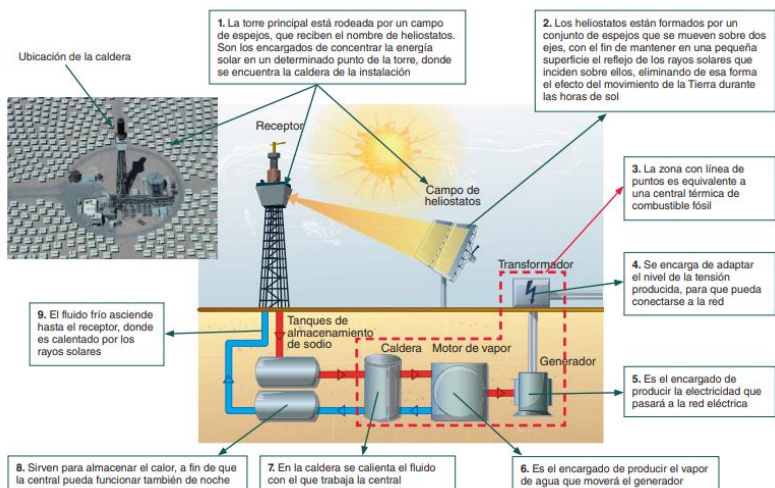
### ESCALA BEAUFORT PARA MEDIR LA INTENSIDAD Y CLASIFICAR LOS VIENTOS

#### ENERGIA SOLAR

La energía solar fotovoltaica se utiliza para producir electricidad. Las instalaciones fotovoltaicas están formadas por paneles solares fotovoltaicos. Estos paneles se componen de células fotovoltaicas que tienen la virtud de generar una corriente eléctrica gracias al sol.

La corriente que sale de un panel solar es corriente continua. Los convertidores de corriente permiten transformarla en corriente alterna. La corriente eléctrica generada por los módulos fotovoltaicos se puede utilizar para suministrar electricidad en instalaciones autónomas. También se puede utilizar para suministrarla directamente a la red eléctrica. (ENERGIA SOLAR , s.f.)





PAÍS	MW
1.- Estados Unidos	25,170
2.- Alemania	23,903
3.- España	16,740
4.- China	12,210
5.- India	9,587
6.- Italia	3,736
7.- Francia	3,404
8.- Reino Unido	3,288
9.- Dinamarca	3,160
10.- Portugal	2,862
29.- México	85
Resto del Mundo	17,043
<b>TOTAL</b>	<b>121,188 MW</b>

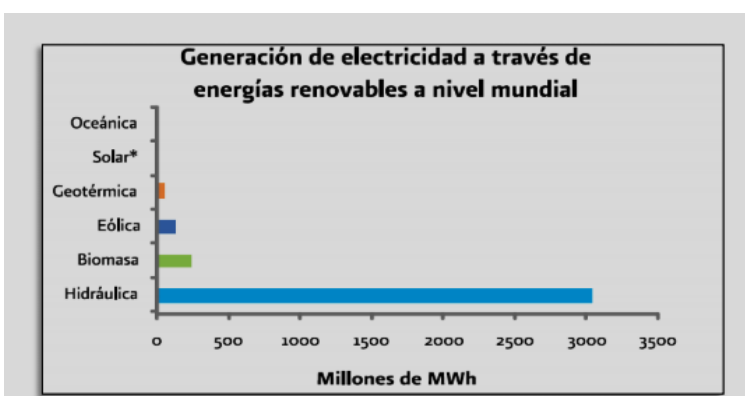
## ENERGIA ELECTRICA EN MEXICO Y EL MUNDO

Estas son algunas de las formas de energía que han sido explotadas durante varios años y que además forman parte de la base del desarrollo y del progreso de nuestra civilización. Los combustibles convencionales incluyen: petróleo, gas natural, carbón y energía nuclear, además podemos agregar la vasta energía de los ríos que es aprovechada para generar energía hidroeléctrica.

En la siguiente tabla podemos observar de manera rápida la distribución porcentual en el uso de los diferentes combustibles y fuentes de energía para la generación de energía eléctrica en algunos países de interés.

PAÍS	CARBÓN %	PETROLÍFEROS %	GAS NATURAL %	ENERGÍA NUCLEAR %	ENERGÍAS RENOVABLES %
E.U	55	2	15	25	3
México	12	22	46	4	16
Canadá	29	4	5	25	37
Alemania	55	1	3	28	13
Francia	5	1	0.5	81.5	12
Reino Unido	42	0.5	32	20.5	5
Japón	28	17	20	30	5
China	89	1.5	1.0	2.0	6.5
Brasil	8	8	4.5	4.5	75
Kazajstán	/	6	/	/	94

Tabla 1.2: Utilización Mundial de combustibles para generación de electricidad en el 2009.  
Fuente: Electricity Information 2009, Energy Balances of OECD Countries 2009, Energy Balances of Non-OECD Countries 2009; International Energy Agency.



Como podemos observar, la energía eólica no es la más utilizada, pero si está entre las 3 más aprovechadas a nivel mundial. En la actualidad la energía eólica representa una fuente de energía con grandes expectativas de desarrollo para la generación de electricidad, dadas sus ventajas respecto a otras fuentes en términos de abundancia y limpieza en su utilización.

Al cierre de 2009 se tenían instalados 121,188 MW de capacidad eólica alrededor del mundo, de los cuales destaca en primer lugar EUA con 25,170 MW (20.8%), Alemania con 23,903 MW (19.7%), España con 16,740 MW (13.8%), luego China 12,210 MW (10.1%), India 9,587 MW (7.9%), Italia con 3,736 MW (3.1%), entre otros. México ocupa la posición 29 con 85 MW (0.1%) como podemos observar en la siguiente tabla: (UNAM, s.f.)

En el transcurso de 2017, el consumo de energía en México superó 31.6% a la producción de energía primaria. Este comportamiento se ve reflejado en el doble efecto del aumento de 1.2% en el consumo y la caída de 8.9% en la producción respecto al año anterior. Al cierre de 2017, México presentó un índice de independencia energética equivalente a 0.76. Es decir, se produjo 24.0% menos energía de la que se puso a disposición para las diversas actividades de consumo dentro del territorio nacional. La intensidad energética, es un indicador que mide la cantidad de energía requerida para producir un peso del PIB. Durante 2017, México tuvo un decremento de 0.8% respecto al 2016 en este indicador, pasando de 513.93 a 509.69 KJ/\$. (SENER, 2017)

### CONSUMO DE ENERGÍA ELECTRICA EN MEXICO EN EL SECTOR INDUSTRIAL

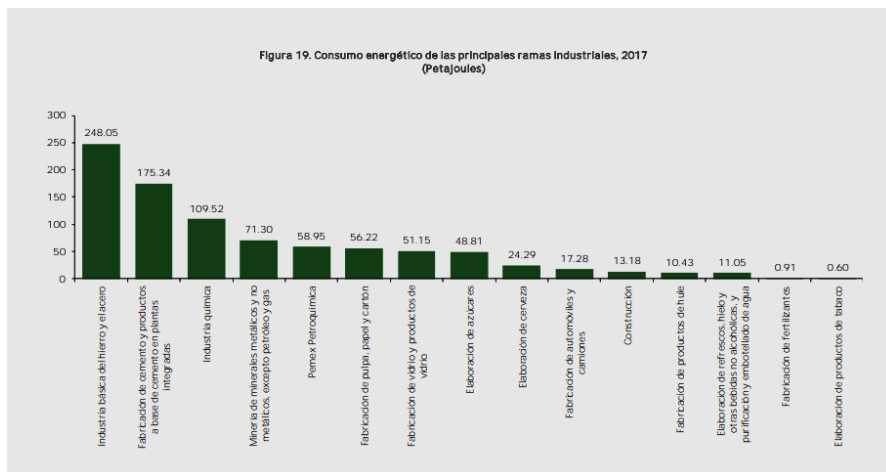
La siguiente tabla nos muestra el consumo de energía en el sector industrial por energético en Petajoules.

	2016	2017	Variación porcentual (%) 2017/2016	Estructura porcentual (%) 2017
<b>Total</b>	<b>7,714.13</b>	<b>7,027.22</b>	<b>-8.90</b>	<b>100</b>
Carbón	254.17	308.24	21.28	4.39
Hidrocarburos	6,694.85	5,940.60	-11.27	84.54
Petróleo crudo	4,826.85	4,354.89	-9.78	61.97
Condensados	88.31	67.28	-23.81	0.96
Gas natural	1,779.68	1,518.43	-14.68	21.61
Nucleoenergía	109.95	113.22	2.97	1.61
Renovables <sup>1</sup>	655.16	665.16	1.53	9.47
Hidroenergía	110.51	114.65	3.75	1.63
Geoenergía	132.59	127.43	-3.90	1.81
Solar	11.09	15.16	36.68	0.22
Energía eólica	37.36	38.23	2.33	0.54
Biogás	1.91	2.52	31.94	0.04
Biomasa	361.70	367.18	1.52	5.23
Bagazo de caña	110.14	116.87	6.11	1.66
Leña	251.56	250.31	-0.50	3.56

	2016	2017	Variación porcentual (%) 2017/2016	Estructura porcentual (%) 2017
<b>Total</b>	<b>1,680.74</b>	<b>1,876.65</b>	<b>11.66</b>	<b>100.00</b>
Energía solar	0.56	0.60	6.10	0.03
Bagazo de caña	38.28	49.89	30.35	2.66
Carbón	63.76	237.44	272.39	12.65
Coque total	205.65	206.11	0.22	10.98
Coque de carbón	63.52	63.75	0.37	3.40
Coque de petróleo	142.14	142.36	0.16	7.59
Total de petrolíferos	163.09	132.69	-18.64	7.07
Gas licuado	46.21	45.02	-2.59	2.40
Gasolinas y naftas	1.15	1.17	1.78	0.06
Querosenos	0.00	0.00	0.00	0.00
Diésel	83.16	57.54	-30.81	3.07
Combustóleo	32.57	28.97	-11.05	1.54
Gas seco	647.99	683.23	5.44	36.41
Electricidad	561.40	566.69	0.94	30.20

Fuente: Sistema de Información Energética, Sener.

La rama más intensiva en el uso de energía fue la industria básica del hierro y del acero. Sus requerimientos de energía totalizaron 248.05 PJ, que representó el 13.2% del consumo industrial en 2017.



El sector industrial es el segundo mayor consumidor de energía en el país. Durante 2017 alcanzó 35.0% del consumo energético total, mostrando un crecimiento de 11.7% respecto al año anterior, para ubicarse en 1,876.65 PJ (Cuadro 17 y Cuadro 18). Las industrias que se identifican como las mayores consumidoras de energía, de acuerdo con el Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN), son: Industria básica del hierro y del acero, Fabricación de cemento y productos a base de cemento en plantas integradas, PEMEX, Petroquímica, Minería de minerales metálicos y no metálicos. (SENER, 2017)

### EMPRESAS MINERAS REDUCEN SUS COSTOS CON LA IMPLEMENTACION DE ENERGIAS RENOVABLES

Las empresas mineras en México han invertido más de 3 mil 738 millones de dólares en el desarrollo de al menos 47 proyectos para la generación de energía, la cual en su mayoría es para el autoconsumo de sus procesos productivos. Para la Cámara Minera de México (Camimex), este tipo de infraestructura, la mayoría enfocada a aprovechar la luz solar y recursos eólicos, ya ha permitido que algunas compañías reduzcan hasta en 20 por ciento sus costos de electricidad. Actualmente se tienen vigentes permisos para la generación de energía, que representan una capacidad total instalada de 2 mil 685 megawatts (MW). Tan sólo el año pasado, y como parte de los proyectos puestos en marcha, finalizó la instalación de la mayor central termosolar, con capacidad de 8 mil 600 MWh/ anuales, para suministrar energía a la mina de cobre Milpillas, en Sonora, propiedad de Industrias Peñoles. Éste es el caso de Minera Autlán, que en su último reporte financiero aseguró que la generación de energía eléctrica en la Central Hidroeléctrica Atexcaco, en Puebla, cubrió durante el primer semestre el 22 por ciento de los requerimientos de energía de sus tres plantas de ferroaleaciones, las cuales operaron a su máxima capacidad. (OutletMinero, 2017)

### RESULTADOS ESPERADOS

A partir de la propuesta y la información recopilada principalmente para las empresas, buscando que se interesen por la implementación de energías eléctricas renovables y el cuidado al medio ambiente, de la misma manera, que inviertan en este tipo de energías, ya que reducirán sus gastos en consumo eléctrico. Se puede observar en el proyecto los problemas ambientales que se producen a través de la generación de energía eléctrica de fuentes no renovables, principalmente con la combustión de elementos fósiles y petróleos en centrales termodinámicas.

### RECOMENDACIONES

Se recomienda la implementación de energías limpias para todas las empresas, pequeñas o grandes. Lo que les permitirá reducir costos energéticos y producir su propia energía eléctrica. La empresa al momento de interesarse por la compra e instalación de energías renovables primero debe estar bien informada sobre las mismas, para que puedan funcionar eficazmente en la ubicación de la empresa, ya que los aerogeneradores solo se pueden instalar en lugares grandes donde los vientos estén presentes en su mayor potencia.

## Bibliografía

(s.f.).

Asociación Empresarial Eólica. (2011). [https://www.aeeolica.org/uploads/BAJACuadrptico\\_ACERCATE\\_AEE\\_2.pdf](https://www.aeeolica.org/uploads/BAJACuadrptico_ACERCATE_AEE_2.pdf). Obtenido de <https://www.aeeolica.org>; [https://www.aeeolica.org/uploads/BAJACuadrptico\\_ACERCATE\\_AEE\\_2.pdf](https://www.aeeolica.org/uploads/BAJACuadrptico_ACERCATE_AEE_2.pdf)

ENERGIA SOLAR . (s.f.). <https://solar-energia.net/#:~:text=La%20energ%C3%ADa%20solar%20fotovoltaica%20se,corriente%20el%C3%A9ctrica%20gracias%20al%20Sol>. Obtenido de <https://solar-energia.net/#:~:text=La%20energ%C3%ADa%20solar%20fotovoltaica%20se,corriente%20el%C3%A9ctrica%20gracias%20al%20Sol>.

Instituto Tecnológico de Canarias . (2008). Energías renovables y eficiencia energética . En I. T. Canarias, *Energías renovables y eficiencia energética* . Canarias, España .

OutletMinero. (28 de julio de 2017). <https://outletminero.org/mineras-en-mexico-reducen-20-costos-de-luz/>. Obtenido de <https://outletminero.org/mineras-en-mexico-reducen-20-costos-de-luz/>

Santos, J. C. (21 de Abril de 2019). [https://www.ecured.cu/Investigaci%C3%B3n\\_cient%C3%ADfica](https://www.ecured.cu/Investigaci%C3%B3n_cient%C3%ADfica). Obtenido de [https://www.ecured.cu/Investigaci%C3%B3n\\_cient%C3%ADfica](https://www.ecured.cu/Investigaci%C3%B3n_cient%C3%ADfica)

SENER. (2017). [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414843/Balance\\_Nacional\\_de\\_Energ\\_a\\_2017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414843/Balance_Nacional_de_Energ_a_2017.pdf). Obtenido de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414843/Balance\\_Nacional\\_de\\_Energ\\_a\\_2017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/414843/Balance_Nacional_de_Energ_a_2017.pdf)

UNAM. (s.f.). <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/277/A4.pdf?sequence=4>. Obtenido de <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/277/A4.pdf?sequence=4>

## Notas Biográficas

**José De Jesús Reyes Sánchez ME.** es docente tiempo completo, perfil deseable PRODEP, coordinador del cuerpo académico Desarrollo industrial y empresarial, docente tutor e investigador del ITSF ([profejesusreyes@yahoo.com.mx](mailto:profejesusreyes@yahoo.com.mx)) (**autor corresponsal**)

**Gerardo Ríos Ramos** es docente del Instituto Tecnológico superior de Fresnillo.

**Víctor Domínguez Ibarra** es docente del Instituto Tecnológico superior de Fresnillo.

**Tereso de Jesús Rojas Sánchez** es alumno del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo. [chuii.rojas7@gmail.com](mailto:chuii.rojas7@gmail.com)

**Joel Alberto Alvarado Barrón** es alumno del Instituto Tecnológico Superior de Fresnillo. [joelalbertoalvaradobarron@gmail.com](mailto:joelalbertoalvaradobarron@gmail.com)

# RETOS PARA LOS JÓVENES EN TIEMPOS DE PANDEMIA EN MÉXICO

Dra. Angélica Elizabeth Reyna Bernal<sup>1</sup> y Mtro. Jorge Alberto Dettmer González<sup>2</sup>

**Resumen**— México es reconocido como un país de jóvenes. Sin embargo, la construcción social del concepto “juventud” ha cambiado en las últimas décadas, así como sus características y problemáticas sociales. El objetivo de este trabajo es analizar algunas de las características demográficas y educativas de los jóvenes en México, así como los retos que surgen de estas dimensiones para el empleo frente a la pandemia de COVID-19. Desde una perspectiva sociológica y demográfica, se utiliza una metodología mixta considerando el análisis documental relativo a los conceptos principales en torno a la problemática y el análisis demográfico de los datos estadísticos de los censos de población del INEGI y la Encuesta Nacional de Juventud, considerando las implicaciones de la situación de pandemia en México. El análisis de la situación de los jóvenes cobra relevancia para la construcción de políticas públicas que coadyuven a la generación de oportunidades para la juventud. Como conclusión se identifican los principales retos para el empleo de los jóvenes que se presentan ante la pandemia en México.

**Palabras clave**— Jóvenes, educación, empleo, demografía, México

## Introducción

México es reconocido como un país con una amplia población joven. Sin embargo la construcción social del concepto joven ha cambiado desde mediados del siglo XX a los principios del siglo XXI. Asimismo, las características y problemáticas sociales, económicas, educativas y demográficas que vive la población joven han cambiado.

Durante la última década del siglo XX, el destacado demógrafo mexicano José Gómez de León (1996: 13) consideró que “El tema de la juventud es motivo de preocupación trascendente, y su discusión es muy importante para captar no sólo su magnitud sino, sobre todo, para encontrar las oportunidades que se abren al país por medio de sus jóvenes”.

Veinticuatro años después, tanto en los círculos oficiales como entre los especialistas y la población en general, se reconoce que México es un país de jóvenes. Ello se debe a que según la Encuesta Intercensal 2015, la población entre 15 y 29 años representa prácticamente una cuarta parte de la población del país, es decir, poco más de 30.6 millones de personas.

En este trabajo se analiza el concepto de juventud y algunas de las características demográficas y educativas de los jóvenes en México, para considerar los retos que surgen de estas dimensiones para el empleo de los jóvenes frente a la pandemia de COVID-19. Desde una perspectiva sociológica y demográfica, se utiliza una metodología mixta considerando el análisis documental relativo a los conceptos principales en torno a la problemática y el análisis demográfico de los datos estadísticos de INEGI. Finalmente, se identifican los principales retos para el empleo de los jóvenes que se presentan ante la pandemia en México.

## El concepto de juventud

De acuerdo con Ehrenfeld (2003: 76), la concepción de joven, al igual que la de adulto o viejo, es una construcción cultural que responde a diferentes momentos históricos. En sus trabajos sobre el concepto sociológico de juventud, Cueva (2005) y Esteinou (2005) demuestran cómo, durante muchos siglos, la “juventud” no fue considerada como una etapa de la vida del ser humano. Hoy en día, para el común de la gente, el término joven alude a un grupo social específico, homogéneo, uniforme. Sin embargo, desde una perspectiva sociológica, hablar de juventud implica referirse a un grupo social heterogéneo.

Por otra parte, en el año 2010, la Encuesta Nacional de Juventud, consideró como “jóvenes” a hombres y mujeres entre 12 y 29 años de edad, ya que es en este rango donde se produce la mayoría de los cambios que conducen hacia la frontera última de ser joven, esto es, la independencia económica, la auto-administración de los recursos disponibles, la autonomía personal y la construcción del hogar propio (Instituto Mexicano de la Juventud, 2011).

<sup>1</sup> Dra. Angélica Elizabeth Reyna Bernal, es Profesora Investigadora del Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. Correo de contacto reynab@uaeh.edu.mx (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Mtro. Jorge Alberto Dettmer González, es Investigador del Instituto de Investigaciones Sociales de la Universidad Nacional Autónoma de México (IIS-UNAM), México. Correo de contacto dettjora@unam.mx

Asimismo, como sucede con las aproximaciones sociológicas, desde una perspectiva sociodemográfica existen diversas maneras de definir a la población joven, ya sea que se tomen como criterio los grupos de población entre 12 y 24 años ó 15 y 24 años, ó 15 y 29 años como lo hace en el 2020 el Fondo de Población de Naciones Unidas (UNFPA, por sus siglas en inglés), o el grupo de 12 a 29 años de edad, como lo definen diversos organismos nacionales.

### **Perfil sociodemográfico de la población joven de México**

Para el análisis sociodemográfico de las condiciones de la educación y el empleo de los jóvenes hemos utilizado la información del Censo de Población y Vivienda 2010, así como la Encuesta Intercensal 2015 del INEGI. Esta encuesta tiene el objetivo de actualizar la información sociodemográfica entre censos, aborda los temas considerados en los censos y guarda comparabilidad con ellos.

A continuación destacamos algunos datos que, a manera de contexto, nos permitan identificar características generales de la juventud, tal y como se presentan hoy en México. Considerando los datos del Censo de Población y Vivienda 2010, estos indican que en ese año, en México habitaban unos 36.2 millones de jóvenes entre los 12 y 29 años, de ellos, 18.4 millones (50.8%) eran mujeres y 17.8 millones (49.2%) hombres. Si sólo se considera el rango de 15 a 29 años de edad, el número de jóvenes sumó 30.1 millones, 51.1% mujeres y 48.9% hombres.

Por su parte, INEGI estimó a través de la Encuesta Intercensal 2015, considerando como jóvenes a la población de 15 a 29 años de edad, que en México vivían 30.6 millones de jóvenes, es decir, 25.7% del total de la población del país, el 50.9% mujeres y 49.1% hombres. La población joven en 2015 se distribuyó en 35.1% adolescentes de 15 a 19 años, 34.8% jóvenes de 20 a 24 años y 30.1% jóvenes de 25 a 29 años de edad (INEGI, 2017).

Para el año 2018, el INEGI (2020a) señala que de acuerdo a la Encuesta Nacional de la Dinámica Demográfica (ENADID), la población joven de 15 a 29 años en México aumentó a 30.7 millones, disminuyendo su proporción a 24.6% del total de habitantes del país, debido al aumento de la esperanza de vida y al descenso de la fecundidad. El grupo de adolescentes de 15 a 19 años sumó 11.3 millones (36.8%), los jóvenes de 20 a 24 años sumaron 10 millones (32.7%), mientras que los jóvenes de 25 a 29 años alcanzaron 9.4 millones (30.5%) (INEGI, 2020a). Así, el grupo de jóvenes de 20 a 24 años redujo su proporción de 34.8% a 32.7%, a favor del grupo de adolescentes, que aumentó su proporción de 35.1% a 36.8%.

### **Nivel educativo de los jóvenes**

Al final de la primera década del siglo XXI, de acuerdo con la Encuesta Nacional de Juventud 2010, los jóvenes consideraron la educación como el factor más importante para obtener un trabajo así como para adquirir experiencia laboral. En las edades más tempranas, los jóvenes valoraron la educación como el factor más importante, mientras que la experiencia laboral es más apreciada por el grupo de mayor edad (25-29) (IMJ, 2011: 64).

Actualmente en México como en otros países del mundo, los jóvenes gozan de los más altos niveles de preparación escolar de la historia (lo que no significa que la educación esté proporcionalmente distribuida entre los diferentes grupos de edad). De acuerdo a la Encuesta Intercensal de 2015, los jóvenes que asistían a la escuela sumaron 10.1 millones (32.9%) del total de jóvenes de 15 a 29 años de edad. De ese total, 2.9% no había concluido sus estudios de primaria; 1.2% era analfabeto, 1.2% no contaba con escolaridad y 1.6% solo curso tres o menos años de escolaridad, lo que significa que 2.8% de los jóvenes de 15 a 29 años presentaba analfabetismo funcional.

Destaca entre los datos de la Encuesta Intercensal 2015, que 33.4% de las mujeres jóvenes tuvo al menos un año de educación media superior, un punto porcentual más que los hombres jóvenes (32.4%). En la educación superior también se observa que, de las mujeres de 15 a 29 años, 20.1% contó con estudios profesionales, mientras los hombres solo 18.6%. Considerando solo el grupo de edad de 20 a 24 años, 28.3% de las mujeres contó con educación superior, en contraste con el 26.6% de los hombres que alcanzaron este nivel de estudios. En 2015, el 65.8% de los jóvenes de 20 a 24 años asistía a instituciones de educación superior (INEGI, 2017).

Para el año 2018, a partir de la ENADID, 34.2% de los hombres y 33% de las mujeres jóvenes entre 15 y 29 años de edad asisten a la escuela. El 60.8% de los adolescentes de 15 a 19 años asisten a la escuela; el 27.3% de los jóvenes de 20 a 24 años asisten a la escuela, en tanto sólo el 7.5% de los jóvenes de 25 a 29 años lo hacen (INEGI, 2020). La escolaridad alcanzada de los jóvenes fue de 10.3% educación primaria, 43% educación secundaria baja, 31.7% educación secundaria alta, y 11.9 % educación terciaria (INEGI, 2020a).



## Empleo de los jóvenes

Los jóvenes constituyen el recurso humano más valioso del que disponen los países para alcanzar mayores niveles de desarrollo económico, social, político y cultural. No obstante, millones de jóvenes en el todo el mundo, no logran incorporarse al mercado laboral formal.

De acuerdo con datos de la Organización Internacional del Trabajo, los jóvenes tienen más probabilidad de encontrarse desempleados que los adultos. (OIT, 2020), y cuando consiguen hacerlo, generalmente es en empleos u ocupaciones informales, de baja calificación, mal remuneradas y con jornadas extenuantes. De igual forma, el desempleo afecta a los jóvenes de manera diferente, según su edad, sexo o escolaridad. Por ejemplo, los jóvenes menos educados tienen mayores tasas de desempleo así como falta de experiencia. Por su parte, las mujeres tienen una mayor tasa de desempleo respecto de los hombres, a causa de la discriminación laboral, menor disponibilidad para aceptar cualquier trabajo, especialización del mismo por género y las limitaciones que impone la llamada “doble jornada” (trabajo remunerado y trabajo en el hogar).

En México la población joven en edad de trabajar supera actualmente los 30 millones, pero sólo una parte de ellos cuenta con las condiciones adecuadas para acceder a empleos decentes, seguros y bien remunerados.

De acuerdo a la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), del primer trimestre de 2017, la Población Económicamente Activa (PEA) de 15 a 29 años sumó 16 millones de jóvenes, de los cuales 15 millones se encontraban ocupados en alguna actividad económica, pero casi dos tercios (60.6%) en el sector informal (INEGI, 2017). La desocupación de los jóvenes fue de 6 por cada 100 personas económicamente activas. Los adolescentes de 15 a 19 años tuvieron un nivel de desocupación de 6.9%, los jóvenes de 20 a 24 años de 6.5% y los de 25 a 29 años de 5.1% (INEGI, 2017). De acuerdo a la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), 19.8% de los jóvenes desocupados la vincularon a la falta de experiencia laboral, en tanto 16.2%, aunque tuvieron disponibilidad para trabajar, dejaron de buscar trabajo porque pensaron que no tenían oportunidad (INEGI, 2017).

Así mismo, en su reporte *Estadísticas a propósito del Día Internacional de la Juventud 2020*, el INEGI (2020 a) señaló que para fines del 2019, de acuerdo con los datos del cuarto trimestre de la ENOE, la Población Económicamente Activa del país se conformó por 16.8 millones de jóvenes, de los cuales 15.8 millones se encontraron ocupados en alguna actividad económica. La población joven masculina ocupada alcanzó 9.8 millones (62.02%), mientras la femenina 6 millones (37.98%).

La mayoría de la población joven ocupada se ubicó en puestos subordinados y remunerados (81.4% hombres, 78.7% mujeres). Asimismo, cerca de la mitad de los jóvenes ocupados cubrieron jornadas laborales de 35 a 48 horas semanales (49.3% hombres, 47.8% mujeres) (INEGI, 2020a). Cabe mencionar que una gran cantidad de jóvenes laboran en el sector informal es decir, en negocios u ocupaciones no registradas legalmente que producían bienes y servicios sin seguridad social o nulas prestaciones sociales. De acuerdo con INEGI (2019) a mediados de 2019, la población ocupada en actividades informales ascendió a unos 15.3 millones de personas, muchas de las cuales eran jóvenes que desempeñaban su trabajo en condiciones de desprotección laboral.

## Retos para los jóvenes en tiempos de pandemia

La pandemia provocada por la difusión del virus SARS COV2 (COVID-19), está teniendo efectos múltiples a distintos niveles, tanto en los países y las instituciones como las personas. En el ámbito educativo, la emergencia sanitaria llevó al cierre masivo de escuelas y con el fin de evitar el contagio. De acuerdo con la CEPAL y UNESCO (2020), a inicios del mes de agosto, este cierre masivo de escuelas significó que más de 190 países detuvieran las actividades educativas presenciales y que cerca de 1,200 millones de estudiantes de todos los niveles educativos, suspendieran sus actividades de enseñanza presenciales en casi todo el mundo (CEPAL-UNESCO, 2020).

En México, la pandemia de COVID-19 propició acciones de salud pública por parte del gobierno mexicano, a través de la Secretaría de Salud a nivel federal, la cual, conjuntamente con la Secretaría de Educación Pública (SEP), adoptó las políticas, estrategias y acciones de contención y aislamiento social para reducir el número de contagios, iniciando una etapa llamada de “sana distancia” a partir del 23 de marzo de 2020. Con esta acción pública también se estableció la suspensión de actividades presenciales en el sistema educativo. En las semanas siguientes, por primera vez en su historia, cerca de 35 millones de estudiantes de todos los niveles y más 1 millón 200 mil maestros dejaron las aulas. Para contrarrestar los efectos negativos provocados por el cierre de escuelas, a finales de abril la SEP puso en operación el programa de educación a distancia “Aprendiendo en casa” para niñas y niños de preescolar, primaria, secundaria y bachillerato, con apoyo de un red de televisoras del sistema público de radiodifusión, televisoras privadas por cable. Por su parte las instituciones de educación superior públicas y privadas continuaron o reiniciaron sus actividades docentes a distancia, a través de diversas plataformas y redes sociodigitales.

Si bien la instrumentación de estas acciones con ayuda de las tecnologías de la información y la comunicación han permitido en alguna medida retomar el ritmo de las actividades escolares, muchos niños y jóvenes enfrentan actualmente el riesgo de la exclusión educativa, a causa de las desigualdades socioeconómicas, el acceso diferencial a los recursos educativos y tecnológicos, entre otros factores, como las deficiencias de la red de telecomunicaciones en distintas regiones, la falta de capacitación de los maestros y la inadecuación del currículum y los sistemas de evaluación escolar a las nuevas condiciones de la enseñanza.

En cuanto al empleo, de acuerdo con la OIT, la pandemia ha impactado negativamente el mundo del trabajo. Según sus datos, el cierre exorbitante de lugares de trabajo en todo el mundo ha provocado la pérdida de 305 millones de empleos. En el caso de los jóvenes, si bien antes de la COVID-19 muchos de ellos tenían grandes dificultades para acceder al mercado de trabajo, ahora sus oportunidades se han estancado, al menos temporalmente, convirtiéndolo en uno de los sectores más desfavorecido y vulnerables.

En el caso de México, como consecuencia del freno de la economía y las restricciones a la movilidad para disminuir los contagios del SARS-CoV-2, entre marzo y junio de 2020 se habían perdido aproximadamente 12 millones de empleos (INEGI, 2020b), por lo que la PEA del país disminuyó de 57.4 millones de personas (de 15 años y más) a 45.4 millones.

De igual forma, entre marzo y abril del 2020, la población sub-ocupada se incrementó de 5.1 millones de personas a 11 millones, de los cuales el 60% eran trabajadores subordinados y remunerados, y el 29.9% trabajadores por cuenta propia. Por su parte la tasa de informalidad laboral en abril se situó en 47.7% (esto es, unos 20.6 millones de personas).

Debido a que las actividades y empleos del sector informal se ven afectados de manera directa por fenómenos económicos de auge o de crisis, no es extraño que, como resultado del paro provocado por la pandemia de COVID-19, muchos empleos informales de los jóvenes se hayan perdido, al menos temporalmente.

Datos más recientes indican que con la reactivación gradual de las empresas y de actividades económicas no esenciales, al mes de agosto se habían recuperado alrededor de 7.8 millones de empleos (INEGI, 2020c), los cambios más importantes se dieron en un aumento de la PEA, la conformación de población ocupada, así como un incremento en el número de horas trabajadas.

En este contexto, los jóvenes enfrentan varios retos para su incorporación en el mercado laboral. Por una parte la demanda de trabajadores se ha reducido; por otra, la oferta de trabajadores es creciente, generando presión sobre el mercado laboral y abatiendo los niveles salariales para los puestos que busca ocupar este grupo poblacional. Así mismo, en tanto los jóvenes se incorporan principalmente en puestos en el sector informal, y con una importante carga horaria, o en horarios extremos, sus condiciones laborales se verán aún más limitadas.

## Conclusiones

La revisión anterior permite considerar en primer lugar la complejidad del análisis de la juventud, pues siendo una construcción social, cambiante en el tiempo, es necesario considerar los elementos esenciales a dicha construcción. Asimismo, las aproximaciones a la identificación del grupo juvenil suelen hacerse a través de grupos de edad, que dependiendo de las variables consideradas destacadas para cada estudio, implicarán variaciones en el rango de edad considerado.

En el trabajo abordamos la caracterización de los aspectos demográficos, educativos y del empleo de los jóvenes. Tras ese análisis, encontramos que demográficamente, el grupo poblacional de jóvenes suele ser estudiado en México considerando el rango de edad de 15 a 29 años de edad. Este grupo poblacional ha sido creciente, debido a las tendencias demográficas, estimándose que para 2018 México contaba con 30.7 millones de jóvenes.

En el aspecto educativo destaca que, en México, los jóvenes gozan de los más altos niveles de preparación escolar de la historia. Sin embargo, aún existen brechas, pues aún se observa deserción escolar y analfabetismo, o diferenciales en el logro educativo por género. Dado el contexto de la pandemia de COVID-19, con la suspensión de actividades educativas presenciales en México, y su continuidad a través de sistemas a distancia, ya sea por los medios masivos de comunicación o por medio de las tecnologías de la información y redes sociodigitales, los jóvenes en el sistema educativo han tenido que enfrentar el reto del acceso a las nuevas tecnología para continuar su educación.

En cuanto al empleo, destaca que alrededor de la mitad de la población joven en México se encontraba ocupada en alguna actividad económica en el 2019. De ellos, el 62% eran hombres y el 38% mujeres. La mayoría de la población joven ocupada en el 2019 se ubicó en puestos subordinados y remunerados. Cerca de la mitad de los jóvenes ocupados cubrieron jornadas laborales de 35 a 48 horas semanales. En tanto los jóvenes se incorporan

principalmente en puestos en el sector informal, y con una importante carga horaria, o en horarios extremos, sus condiciones laborales se ven aún más limitadas, en condiciones de desprotección laboral.

La pandemia de COVID-19 ha tenido múltiples efectos. En el caso de los jóvenes, si bien previamente muchos de ellos tenían grandes dificultades para acceder al mercado de trabajo, ahora sus oportunidades se han estancado, al menos temporalmente, convirtiéndolo en uno de los sectores más desfavorecido y vulnerables. Por el freno a la economía y las restricciones a la movilidad, se han perdido alrededor de 12 millones de empleos de acuerdo a datos del INEGI. Debido al paro provocado por la pandemia de COVID-19, probablemente muchos empleos informales de los jóvenes se hayan perdido, al menos temporalmente. Asimismo, ante una oferta creciente de trabajadores y el cierre de actividades, la presión en el mercado laboral incide en el abatimiento de los sueldos para los puestos que buscan ocupar los jóvenes, aumentando su vulnerabilidad.

Las problemáticas analizadas en este trabajo, muestran sin duda, que aproximarse al estudio de los jóvenes plantea fuertes retos de orden conceptual, metodológico y estadístico; y que es necesario impulsar la investigación para comprender y coadyuvar a la reducción de las vulnerabilidades que enfrentan los jóvenes.

## Referencias

- Castillo-Berthier, Héctor. (1996). "Los proyectos juveniles: entre la utopía y la cooptación política", en Casas, R., Castillo Berthier, H., Constantino Toto, M., et al. Las políticas sociales en México en los años noventa. UNAM.
- CONAPO (2013). La situación demográfica de México 2013, Consejo Nacional de Población, México.
- Cueva Perus, Marcos (2005). La juventud como categoría de análisis sociológico, IIS-UNAM, México.
- Ehrenfeld Lenkiewiz, Noemí (2003). "Los jóvenes y las familias. Encuentro y tensiones entre filiaciones e identidades", en Pérez islas, José Antonio et al. (Coords.) (2003), México, Quebec Nuevas miradas entre los jóvenes, IMJ, SEP, Office Québec-Americas pour la jeunesse, Observatoire Jeunesse e Societé, México, pp. 75-85.
- Esteinou Madrid, Rosario (2005). "La juventud y los jóvenes como construcción social", en Martha Mier y Cecilia Rabell (Coords.), Jóvenes y niños. Un enfoque sociodemográfico, IIS-UNAM, FLACSO, México, Miguel Ángel Porrúa, pp. 25-37.
- Gómez de León, José y Hernández, Daniel (1996), "Un mapa de los jóvenes a la mitad de los años noventa", en Cordera, Rafael; Victoria, José Luis y Becerra, Ricardo (Coords.), *México joven. Políticas y propuestas para la discusión*, México: UNAM, pp. 13-32.
- INEGI. (2010). Censo General de Población y Vivienda 2010, México.
- INEGI. (2015). Encuesta Intercensal 2015, México.
- INEGI. (2017). Estadísticas a propósito del Día Internacional de la Juventud (12 de agosto). México.
- INEGI. (2020a). Estadísticas a propósito del Día Internacional de la Juventud (12 de agosto). México.
- INEGI. (2020b). Resultados de la Encuesta Telefónica de Ocupación y Empleo (ETOE). Cifras oportunas. Comunicado de prensa número 264/20, 1 de Junio.
- INEGI. (2020c). Estadísticas a propósito del día Internacional de la juventud (12 de agosto). Datos nacionales. Comunicado de prensa número 393/20, 1 de Agosto.
- Instituto Mexicano de la Juventud (2011). *Encuesta Nacional de Juventud 2010. Resultados generales*, Secretaría de Educación Pública, México.
- OIT. (2020). Policy Brief. Preventing exclusion from the labour market: Tackling the COVID-19 youth employment crisis, May 2020.
- CEPAL-UNESCO. (2020). La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19, agosto 2020.
- UNFPA. (2020). Adolescencia y juventud, <https://lac.unfpa.org/es/temas/adolescencia-y-juventud>.

# DINÁMICA DEMOGRÁFICA Y ENVEJECIMIENTO POBLACIONAL

Dra. Angélica Elizabeth Reyna Bernal<sup>1</sup>, Dr. Asael Ortiz Lazcano<sup>2</sup> y Dr. Tomás Serrano Avilés<sup>3</sup>

**Resumen**— La dinámica demográfica, entendida como las transformaciones poblacionales a lo largo del tiempo, ha tendido al cambio en la estructura etaria de la población. Gracias a la ampliación de la esperanza de vida y otros cambios en los componentes demográficos, se observa a nivel mundial un proceso de envejecimiento poblacional. En este trabajo se analizan algunos enfoques teóricos sobre el proceso de envejecimiento, se identifican las tendencias del proceso de envejecimiento en grandes regiones del planeta, y se consideran algunas de las problemáticas que surgen con dicho cambio. Asimismo se consideran las propuestas de organismos internacionales, desde los derechos humanos, para la atención de la población de edades avanzadas. La investigación utilizó una metodología mixta, considerando el análisis documental y el análisis de datos estadísticos. Este análisis es relevante para el diseño de políticas públicas. Se concluye con la identificación de problemáticas relevantes para la atención de las poblaciones envejecidas.

**Palabras clave**— Envejecimiento, población, dinámica demográfica

## Introducción

El proceso de envejecimiento forma parte del ciclo de la vida de los seres vivos. En las personas, la prolongación del tiempo de vida hace llegar cada vez a más población a edades avanzadas. El incremento de la esperanza de vida que se ha observado a nivel global, ha generado el llamado envejecimiento poblacional.

En este trabajo se analizan algunos enfoques teóricos sobre el proceso de envejecimiento, se identifican las tendencias del proceso de envejecimiento en grandes regiones del planeta, y se consideran algunas de las problemáticas que surgen con dicho cambio. Asimismo se consideran las propuestas de organismos internacionales, desde los derechos humanos, para la atención de la población de edades avanzadas. La investigación utilizó una metodología mixta, considerando el análisis documental y el análisis de datos estadísticos. Este análisis es relevante para el diseño de políticas públicas. Se concluye con la identificación de problemáticas relevantes para la atención de las poblaciones envejecidas.

## Concepto y teorías del envejecimiento

Según el Diccionario de la Real Academia Española, el término “envejecimiento” se refiere a la “acción y efecto de envejecer o envejecerse”; “envejecer” lo define como “hacer viejo a alguien o algo”; finalmente “viejo” es definido en relación a un ser vivo como aquel “de edad avanzada” (RAE, 2020).

En relación a un ser vivo, desde una perspectiva biológica, se considera que al momento de nacer este comienza a envejecer. Así, la vida de las personas es un continuo proceso de envejecimiento. Como indican diversos autores, este proceso implica el desarrollo del organismo y tras llegar a su estado de desarrollo máximo, biológicamente se inicia un deterioro del organismo. Siguiendo a Pardo (2003), en las personas, este deterioro biológico implica que sus funciones físicas y mentales comiencen su reducción, con la respectiva pérdida de funciones. En general, las personas en situación de envejecimiento muestran físicamente, deterioro de sus órganos y sus funciones (corazón, arterias, pulmón, cerebro, vejiga, músculos, afectaciones a huesos, visión, oído, etcétera).

Diversos autores consideran que la vida en sociedad permite que las personas en esta situación de deterioro de funciones físicas y mentales, puedan continuar su vida a través del apoyo que los miembros de su entorno primario, de sus familias, tendiendo a su dependencia. Si bien la personalidad de las personas envejecidas se mantiene estable a lo largo de la vida, las personas con fuertes problemas de salud física, enfermedades crónicas o dolor, tienden a un mayor riesgo de depresión y aislamiento social.

El proceso de envejecimiento humano ha sido analizado desde enfoques biológicos, médicos, psicológicos, sociales y demográficos. Díaz-Tendero (2012) hace una clasificación de las diferentes teorías sobre el

<sup>1</sup> Dra. Angélica Elizabeth Reyna Bernal, es Profesora Investigadora del Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. Correo de contacto reynab@uaeh.edu.mx (autor corresponsal)

<sup>2</sup> Dr. Asael Ortiz Lazcano, es Profesor Investigador del Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. Correo de contacto assael@uaeh.edu.mx

<sup>3</sup> Dr. Tomás Serrano Avilés, es Profesor Investigador del Instituto de Ciencias Sociales y Humanidades de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. Correo de contacto tomass@uaeh.edu.mx

envejecimiento humano. Considera el enfoque biológico, el enfoque macro o estructuralista, y el enfoque micro o individualista.

Dentro del enfoque biológico, se han considerado teorías del envejecimiento. Pardo (2003) reseña y analiza varias teorías biológicas. Señala las relacionadas con la idea de que el envejecimiento se presenta de manera programada, por la información genética que indica la suspensión de funciones o deterioro de la regeneración celular. En este conjunto de teorías se incluye aquella que considera que el reloj biológico funciona a través del sistema hormonal. Estas teorías consideran también que el envejecimiento programado biológicamente implica el declive del sistema inmunológico que llevaría a una mayor vulnerabilidad de la persona a las enfermedades y lo conduciría a su fallecimiento.

Otras teorías del envejecimiento que abordan su dimensión biológica plantean, como señala Miquel (2006) y Pardo (2003) que este estado de la persona se debe a un error, enfatizando que las agresiones ambientales al sistema humano y su propio proceso de generación de energía acumulan subproductos tóxicos en el cuerpo que lo conducen al deterioro a lo largo del tiempo. Otras teorías aluden a los deterioros generados por los radicales libres y las mutaciones genéticas. Asimismo, se incluye la teoría del desgaste natural, por el cual las células y órganos del cuerpo se desgastan con el tiempo y pierden capacidad para reparar las afectaciones de las agresiones ambientales. Díaz-Tendero explica que la vejez no se presenta de la misma manera en los individuos, pues es resultado del cuidado personal y de la calidad de vida que se tenga en las etapas previas al envejecimiento en edades avanzadas. Entre los autores que han analizado estas teorías se encuentran Miquel (2003) y Pardo (2003), así como autores que han hecho comunicaciones sintéticas de divulgación de dichas teorías están Chein y Pritchard (2020).

Desde la Psicología, se ha considerado que los cambios físicos del envejecimiento conducen también a cambios en la psicología de las personas. Entre los autores que han analizado estas propuestas se encuentra Sarabia Cobo (2009). En este enfoque se incluye la teoría individualista de Jung en la que se plantea que la persona mayor tiende a la introversión. Por su parte Erickson plantea que en cada etapa de la vida se realizan tareas de desarrollo, dedicando la vejez al proceso de integridad del ego, atendiendo la aceptación de su futuro fallecimiento.

Entre las teorías sociológicas del envejecimiento se ha planteado la teoría de la liberación o retiro, en la que la sociedad y el individuo mutuamente se liberan, por lo que la persona envejecida se aleja hacia su muerte, sin perjuicio a la sociedad y manteniendo el equilibrio social. En contraste se ha planteado la teoría de la actividad, la cual considera que el éxito de la persona envejecida se relaciona con el mantenimiento de su actividad y vinculación social. Por su parte, la teoría de la continuidad considera que la vejez exitosa implica mantener los valores, hábitos, preferencias y relaciones sociales, en vez de considerarla un quere en la vida.

Respecto al enfoque macro o estructuralista, Díaz-Tendero (2012) recupera las propuestas de Gognalons-Nicolette (1997), quien analiza la situación de los adultos mayores y la organización social en que se les puede encontrar como categoría colectiva. En este sentido, Gognalons-Nicolette (1997) retoma la Teoría de la Modernización, en la que se alude al concepto de marginación, para plantear que las personas adultas mayores llegan a vivir en situaciones de exclusión social por las dinámicas sociales que establecen políticas públicas y laborales donde se procede al retiro y la jubilación laboral.

Díaz-Tendero (2012) recupera las propuestas de Dowd, (1987), quien considera la Teoría de la Estratificación Etaria. En esta teoría se considera que la sociedad segmenta a las personas de acuerdo a su edad; asimismo analiza las influencias de las estructuras sociales en el proceso individual del envejecimiento (Díaz-Tendero, 2012, citando a Dowd, 1987). Asimismo, en este conjunto de teorías, se incluye la Teoría del Ciclo Vital, que integra la dimensión psicológica y social en las distintas etapas de la vida. Destaca Binstock (2011, citado por Díaz-Tendero, 2012), quien dentro del enfoque Estructuralista, incorpora la temática de las desigualdades por género y estrato social en el envejecimiento, en las sociedades industriales considerando la cultura y modelos de desarrollo económico.

Otras teorías identificadas por Díaz-Tendero (2012) son las del Construccionismo Social y la Economía Política del envejecimiento, que consideran la relevancia del contexto social sobre el proceso individual del envejecimiento y el papel del Estado con sus políticas hacia la población envejecida. Estas teorías consideran que los mayores problemas se construyen socialmente, como lo plantea Binstock. Entre estos problemas construidos socialmente está la pobreza y la marginación de las personas envejecidas.

Desde una perspectiva microsocia, atendiendo al individuo, Díaz-Tendero (2012) considera teorías adaptativas y estudia capacidad del individuo para interactuar en el medio social. Estas teorías consideran la situación de desvinculación identificada por Cumming (1961, citado por Díaz-Tendero, 2012), en la que el individuo se separa de la sociedad. Contrasta con esta teoría la referida a la Continuidad, en la que se reconoce que las personas envejecidas pueden seguir activas y son eficaces en sus funciones sociales, gracias a estrategias de adaptación.

Considerando la perspectiva de la Demografía, la Organización de las Naciones Unidas consideró en 1982 (ONU, 1982) el envejecimiento de la población como un proceso demográfico que conduce al cambio de la población, en el



cual su estructura por edad se modifica, con el “aumento en la proporción de las personas a partir de los 60 años” (ONU, 1982).

Pan (2017) señala que la ONU considera que además del crecimiento del número de adultos mayores (personas de 60 años y más) “hay una reducción proporcional de niños (hasta la edad de 15 años) y la fuerza laboral (personas de 15 a 59 años) disminuye proporcionalmente. La ONU calcula que la cantidad de adultos mayores en el mundo sobrepasará a la de niños en 2045. El aumento demográfico, el desarrollo económico y el progreso social ampliarán la longevidad humana, lo que traerá como consecuencia el envejecimiento de la población como patrón predominante” (Pan, 2017: 459).

Asimismo, desde la Demografía, Partida (1999) señala que el envejecimiento poblacional alude al “aumento gradual en la proporción que las personas de edad avanzada representan de la población total, generalmente ligado a un marcado descenso en la fracción correspondiente a los niños y jóvenes” (Partida, 1999: 27). Este cambio es resultado de los procesos de transición demográfica, en que se da un aumento de la esperanza de vida y un descenso de la fecundidad.

En los años 1980s se consideró para manejo estadístico el umbral mínimo de los 60 años para identificar a la población envejecida. Sin embargo, posteriormente se han considerado variaciones, identificando en algunas ocasiones a la población envejecida a aquellas personas con 65 años y más (ONU, 2020).

### **Tendencias demográficas globales al envejecimiento y problemáticas asociadas**

A inicios de la década de 1980 se observó indicios importantes del proceso de envejecimiento demográfico en los países más desarrollados. A partir de ese momento, se ha observado la continuidad en el envejecimiento poblacional y su ampliación a todas las regiones del mundo.

Debido a las mejoras en la infraestructura sanitaria y servicios de salud en los países menos desarrollados se ha ido ampliando la esperanza de vida. Asimismo, el cambio social ha incidido en el número deseado de hijos, favoreciendo el descenso de la fecundidad con apoyo de programas públicos. Ambos factores impulsaron durante el siglo XX la transición demográfica en los países menos desarrollados, impulsando poco a poco el proceso de envejecimiento demográfico.

Asimismo, entre los años 2015 y 2030, de acuerdo a las proyecciones demográficas, la ONU prevé un aumento importante en el número de personas envejecidas, y considera que este aumento se dará principalmente en los países en vías de desarrollo (ONU, 2018).

De acuerdo al informe de la ONU (2019), para el año 2050

“una de cada seis personas en el mundo tendrá más de 65 años (16%), más que la proporción actual de una de cada 11 en este 2019 (9%). Para 2050, una de cada cuatro personas que viven en Europa y América del Norte podría tener 65 años o más. En 2018, por primera vez en la historia, las personas de 65 años o más superaron en número a los niños menores de cinco años en todo el mundo. Se estima que el número de personas de 80 años o más se triplicará, de 143 millones en 2019 a 426 millones en 2050.”

El proceso de envejecimiento poblacional impacta en aspectos sociales, económicos, y políticos, haciendo necesario plantear nuevas políticas públicas para la atención de este grupo poblacional. Partida (1999) considera que “la presencia creciente de personas senescentes en la sociedad conlleva numerosos significados y cambios en distintas esferas: la familia, la economía, la salud, la cultura, etcétera” (Partida, 1999: 27).

El proceso de envejecimiento población demanda considerar estrategias para que la población envejecida cuente con una calidad de vida digna. Entre las problemáticas sociales que surgen con el envejecimiento se encuentra las malas condiciones de vida, la disminución o pérdida de ingresos económicos, la vulnerabilidad física de la población envejecida, el deterioro en su salud, la pérdida de acceso a servicios y la violencia hacia los ancianos.

Diversos estudios como los realizados por Partida (1999) y ONU (2020), entre otros, apuntan claramente a que las personas envejecidas abandonan el trabajo o cuentan con empleos marginales, deteriorando su capacidad de ingresos y de manutención. Asimismo, en los países en desarrollo, parte de estas generaciones no contaron con acceso a los servicios educativos, por lo que como ancianos presentan baja escolaridad o analfabetismo. Asimismo, por sus condiciones de vida en etapas de edad previas, sus condiciones de salud tienden al deterioro, aumentando su vulnerabilidad.

### **Abordaje del envejecimiento por organismos internacionales**

La atención a estas y otras problemáticas asociadas que plantea el proceso de envejecimiento poblacional constituyen un importante reto para las sociedades en todo el planeta. Considerando la perspectiva de los derechos



humanos, que fueron reconocidos por la ONU (1948) a mediados del siglo XX, e incorporados en diversos instrumentos internacionales, se han tenido diversos desarrollos incorporando los derechos sociales, económicos y culturales. Todos éstos han sido tomados como marco de acción de políticas públicas de carácter social, incluyendo aquellas referidas a la acción para el bienestar de la población envejecida.

Derivada de esta visión de respeto de los derechos humanos, la ONU auspició la realización de la I Asamblea Mundial de Envejecimiento en 1982, realizada en Viena, considerando la discusión de las posibles acciones para el desarrollo dado que el envejecimiento de la población mundial mantenía una tendencia progresiva. En ese sentido, se observó que el proceso de envejecimiento poblacional se encontraba más adelantado en países de economías desarrolladas.

En esta Asamblea Mundial de Envejecimiento se elaboró un documento integrado por 62 puntos, conocido como Plan de Acción Internacional de Viena sobre el Envejecimiento (ONU, 1982), en el que se planteó que “la calidad de vida no es menos importante que la longevidad y que, por consiguiente, las personas de edad deben, en la medida de lo posible, disfrutar en el seno de sus propias familias y comunidades de una vida plena, saludable, segura y satisfactoria y ser estimados como parte integrante de la sociedad” (ONU, 1982).

Esta Asamblea se convocó a realizar acciones específicas en salud y nutrición, protección de la población envejecida consumidora, la vivienda, medio ambiente, familia, bienestar social, ingresos y empleo, educación y el acopio de datos e investigaciones y su análisis sobre la temática del envejecimiento.

En 1991 la ONU adoptó el reconocimiento de los derechos de las personas mayores, siendo 18 derechos consignado en el documento Principios de las Naciones Unidas a favor de las Personas de Edad. Estos derechos se refieren a la independencia, participación social, atención, realización personal y dignidad de las personas envejecidas (ONU, 2020).

En 1992, se realizó la Conferencia Internacional sobre el Envejecimiento, en la cual se revisó el Plan de acción y se emitió la Proclamación sobre el Envejecimiento. La ONU proclamó 1999 como Año Internacional de las Personas de Edad, celebrándose el 1 de octubre de cada año el Día Internacional de las Personas de Edad (ONU, 2020).

En el año 2002 se realizó la II Asamblea Mundial sobre Envejecimiento (ONU, 2002), en la ciudad de Madrid, España. Tras veinte años de la primera asamblea sobre el tema, se destacó que el proceso de envejecimiento continuaba en las economías desarrolladas, pero también comenzó en el resto del mundo. En esta II Asamblea Mundial, los países asistentes firmaron la declaración que proclama la dignidad de los adultos mayores y se establecieron compromisos para eliminar la discriminación por motivos de edad, a nivel individual o social.

Con esta guía se elaboró el Plan de Acción Internacional de Madrid sobre el Envejecimiento, en el que se reconoce el “derecho de las personas mayores a disfrutar de una vida digna y participar con su esfuerzo en el desarrollo sociocultural, económico y político del entorno en el que viven.” (ONU, 2002). Este documento tiene el objetivo de diseñar políticas y adoptar prácticas que permitan el aprovechamiento del potencial de las personas envejecidas durante el siglo XXI. Se busca dar prioridad a las personas mayores y el desarrollo, la promoción de la salud y el bienestar en la vejez, así como promover un entorno propicio y de apoyo para las personas envejecidas (ONU, 2020).

## Conclusiones

A lo largo de este trabajo se pudo identificar que existen diversas acepciones del concepto de envejecimiento. Asimismo, las teorías sobre el envejecimiento comprenden tantas dimensiones como puede concebirse al ser humano, es decir, teorías biológicas, psicológicas, sociales, económicas, demográficas, entre otras. Estas teorías destacan aspectos del proceso de envejecimiento, en algunos casos pueden ser complementarias, pero en otros pueden hacernos planteamientos divergentes.

Desde la Demografía, el envejecimiento poblacional se ha concebido como el cambio en la estructura de edad de las poblaciones, en las que se hace notorio el aumento de la proporción de las personas envejecidas, consideradas a partir de los 60 años de edad. Asimismo, este cambio se considera como el resultado de la transición demográfica, consistente en el proceso de descenso de la fecundidad y la mortalidad.

Desde inicio de los años 1980, se observó a nivel global indicios importantes del proceso de envejecimiento demográfico en los países más desarrollados. Desde entonces, se ha observado el avance del envejecimiento demográfico a nivel mundial, incluyendo ahora también a los países menos desarrollados. Esto se ha debido a los mismos procesos de desarrollo, que han favorecido el aumento de la esperanza de vida y el descenso de la fecundidad.

El proceso de envejecimiento poblacional impacta en todos los aspectos de la vida social, económica y política, pues no solo modifica las condiciones de vida de la población envejecida, sino también las de su familia y las comunidades.

Los retos que plantea el proceso de envejecimiento poblacional ha sido abordado por las Naciones Unidas, promoviendo entre los gobiernos de los países que la integran la conciencia de la problemática e impulsando el desarrollo de marcos de acción, como el reconocimiento de los derechos de las personas envejecidas, así como acciones para fortalecer las condiciones económicas, sociales y culturales de los países.

En el caso de los países en desarrollo, los retos más relevantes se vinculan a las problemáticas para la atención de las poblaciones envejecidas en cuanto a la garantía del acceso a los servicios de salud, sus derechos sociales como son el acceso a agua potable, alimentación, vestido, vivienda, ingreso, así como el respeto a su dignidad y seguridad como personas.

## Referencias

- Binstock, Robert H., Linda K. George, Stephen J. Cutler, Jon Hendricks y James H. Schulz (editors). (2011) *Handbook of aging and the social sciences*, 5ta ed., San Diego, California Press.
- Chein, A. y Pritchard, S. (2020). Teorías del envejecimiento. Síntesis.
- Díaz-Tendero, Aida. (2012). *La teoría de la economía política del envejecimiento. Un enfoque para la gerontología social en México*, México, El COLEF.
- Miquel, J. (2006). "Integración de teorías del envejecimiento (parte 1)", *Revista Española de Geriatria Gerontol*, vol. 41, no. 1, pp. 55-63.
- ONU. (1948). "Declaración Universal de los Derechos Humanos", consulta en 2020 en <https://www.un.org/es/universal-declaration-human-rights/>
- ONU. (1982). Asamblea Mundial sobre el Envejecimiento. Viena, Austria.
- ONU. (2002). "Una sociedad para todas las edades", Informe del envejecimiento de la población mundial, Segunda Asamblea Mundial sobre el Envejecimiento, Madrid.
- ONU. (2018). El Día Mundial de toma de Conciencia del Abuso y Maltrato en la Vejez. Nota consultada en <https://news.un.org/es/audio/2018/06/1435932>
- ONU. (2019). Perspectivas de la población mundial 2019.
- ONU. (2020). Envejecimiento, nota consultada en <https://www.un.org/es/sections/issues-depth/ageing/index.html>
- Pan, Lien-Tan (2017). "Vejez y envejecimiento en China", *Estudios de Asia y África*, vol. 52, no. 2, mayo-agosto, El Colegio de México, México, pp. 459-470.
- Partida Bush, Virgilio. (1999). "Perspectiva demográfica del envejecimiento en México", en CONAPO. (1999). *Envejecimiento demográfico en México: Retos y perspectivas*. CONAPO, México, pp. 25-39.
- Pardo Andreu, Gilberto (2003). "Consideraciones generales sobre algunas de las teorías del envejecimiento", En *Revista Cubana de Investigaciones Biomédicas*, vol. 22, no. 1 Ciudad de la Habana, enero-marzo, pp. 58-67.
- Real Academia Española. (2020). *Diccionario de la lengua española*, España.
- Sarabia Cobo, Carmen María (2009), "Envejecimiento exitoso y calidad de vida. Su papel en las teorías del envejecimiento", en *Geronkomos*, vol. 20, núm. 4, Rincón científico, Comunicaciones breves, pp. 172-174.

# Importancia de los trámites para la compra y venta de mercancía en el territorio nacional

C. María de los Ángeles Reyna Sánchez<sup>1</sup>, C. Ana Karen Tenorio Martínez<sup>2</sup>,  
Lizeth Guadalupe Jaltenco Domínguez<sup>3</sup>, Luis ángel Hernández Ortiz<sup>4</sup> y Dra. en Ed. Carmen Aurora Niembro  
Gaona<sup>5</sup>

**Resumen**— El propósito de este artículo es analizar el proceso y las regulaciones que intervienen en la importación de mercancías al territorio mexicano de acuerdo con la ley aduanera y su reglamento, la ley de comercio exterior, la tarifa de la ley de los impuestos generales de importación y de exportación en conjunto con la secretaria de hacienda y crédito publico. Analizar los trámites para facilitar el proceso del cruce de mercancías y la introducción de las mismas al territorio nacional, así como los procesos aduaneros que deben seguir las mercancías importadas, su trayecto, y los lineamientos que debe seguir ya sea vía marítima, aérea o terrestre.

**Palabras clave**— Importación, Aduana, Arancel, Impuestos, Resumen.

## Introducción

Este artículo presenta los requisitos necesarios para realizar una importación de mercancías extranjeras al territorio nacional, las reglas que se deben cumplir, y una serie de pasos antes, durante y después de realizar una importación, tiene como finalidad proporcionar la información más relevante para los contribuyentes interesados en el comercio internacional, principalmente se enfoca en la importación de mercancías al territorio nacional ya que el comercio internacional es muy importante para impulsar un negocio e incrementar la economía del país.

Además, señala los antecedentes de las importaciones en México, así como la evolución y regulación de éstas, la importancia de conocer marco jurídico regulatorio en materia de comercio exterior, mismo que nos señala las leyes, reglamentos y tratados internacionales aplicables para poder realizar una importación al país, y explica brevemente cada una.

Por otro lado, se menciona la función de los organismos públicos y privados que tienen relación con las importaciones y exportaciones del país, la función e importancia de la aduana, así como sus elementos de la ley aduanera y la ubicación de cada una de las aduanas dentro del territorio nacional.

Por último, se mencionan las sanciones o multas que existen al momento de realizar una importación al país, apegadas a la ley aduanera, dando a conocer sus tasas porcentuales de aplicación y posibles exenciones que se pudiesen generar.

## Antecedentes

La importación es la operación mediante la cual se somete a una mercancía extranjera a la regulación y fiscalización tributaria, para poderla después libremente destinar a una función económica de uso, producción o consumo. (Tratado de Derecho Comunitario Europeo, 1986)

Para explicar la importancia de los trámites para las importaciones en México es necesario adentrarse en la historia del comercio mexicano, la cual tiene sus inicios en la época prehispánica con el pueblo azteca que vio nacer lo que hoy conocemos como “comercio” ellos tenían un tipo de moneda como el que conocemos hoy en día, el cual manejaban con completo orden, en amplios sistemas comerciales de compra y venta o también conocido como trueque, llamados “tianguis”. (palabra de origen náhuatl) (Martínez, 2017)

Tiempo después durante el mando de Porfirio Díaz (1874-1910), la economía mexicana se vio favorecida como nunca, hubo desarrollo, estabilidad e inversión extranjera sobre los minerales del país, la época se caracterizó por el

<sup>1</sup> C. María de los Ángeles Reyna Sánchez. Estudiante de séptimo periodo de la Licenciatura en Contaduría en el Centro Universitario UAEM Zumpango [angelesrs20z@gmail.com](mailto:angelesrs20z@gmail.com)

<sup>2</sup> C. Ana Karen Tenorio Martínez. Estudiante de séptimo periodo de la Licenciatura en Contaduría en el Centro Universitario UAEM Zumpango [karentenorio62@gmail.com](mailto:karentenorio62@gmail.com)

<sup>3</sup> C. Lizeth Guadalupe Jaltenco Domínguez. Estudiante de séptimo periodo de la Licenciatura en Contaduría en el Centro Universitario UAEM Zumpango [lizeth\\_13999@hotmail.com](mailto:lizeth_13999@hotmail.com)

<sup>4</sup> C. Luis ángel Hernández Ortiz. Estudiante de séptimo periodo de la Licenciatura en Contaduría en el Centro Universitario UAEM Zumpango [luisangel20598@hotmail.com](mailto:luisangel20598@hotmail.com)

<sup>5</sup> Dra. Carmen Aurora Niembro Gaona. Profesora de Tiempo Completo de la Licenciatura en Contaduría del Centro Universitario UAEM Zumpango [carminaniembro33@hotmail.com](mailto:carminaniembro33@hotmail.com)

proteccionismo y la sustitución de importaciones para la protección del mercado y el sector más dinámico fue el de la exportación que paso de 27.5 millones a 146 millones de dólares.

El inicio de la Segunda Guerra Mundial abrió una ventana de oportunidad para el comercio y la industrialización de México. Durante los siete años de la guerra (1939 -1945), los países europeos dejaron de exportar y los EE.UU. empezaron a concentrarse en la fabricación de productos militares. México, mientras tanto, aprovechó la situación para exportar productos manufacturados como textiles y uniformes, alimentos y bebidas, y materias primas como el hierro.

Veinte años después, durante la década de 1950, México entró en una fase de industrialización sobre la base del modelo de sustitución de importaciones. Aumentó los aranceles, aislando la economía mexicana del resto del mundo esto ocasionó que el comercio exterior disminuyera en importancia en el Producto Interno Bruto (PIB) del país. Para 1982, el modelo de sustitución de importaciones seguía su curso y las exportaciones de petróleo crudo dominaban, aportando alrededor del 80% del valor de las exportaciones mexicanas.

Ocho años después, en 1994, el Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) entró en vigor entre México, los EE.UU. y Canadá, lo cual detonó las exportaciones e importaciones. Durante los años siguientes, desde entonces México ha firmado una serie de tratados comerciales bilaterales y regionales, llegando a un total de 49 socios comerciales (ProMexico, 2010).

Hoy en día el comercio internacional promueve el crecimiento económico, facilita el intercambio de bienes y servicios y ayuda a generar riqueza entre países.

### **Marco jurídico**

Con la finalidad de revisar los requisitos necesarios que se requieren al momento de realizar una importación de mercancías extranjeras al territorio nacional, es fundamental conocer el marco jurídico y jerarquía que esto comprende.

En primer lugar, tenemos la Constitución política de los Estados Unidos Mexicanos, la cual en su artículo 31 señala que los mexicanos estamos obligados a contribuir al gasto público, y los impuestos del comercio exterior deben cumplir con los 4 principios tributarios, los cuales son proporcionalidad, equidad, legalidad y destino.

En segundo lugar, se cuenta con los tratados internacionales, en los que cabe mencionar que México tiene una amplia red de negociaciones, destacando su participación en la Organización Mundial del Comercio (OMC), además de que actualmente México cuenta con 13 tratados de libre comercio con 50 países, y 32 acuerdos para la Promoción y Protección Recíproca de las Inversiones (APRIs) los cuales le permiten interactuar con las principales economías mundiales.

A continuación, se mencionan las leyes y reglamentos federales más importantes para el comercio internacional:

- Ley Aduanera y su reglamento:

Esta ley se encarga de regular las entradas y salidas de mercancías al territorio nacional, los medios de transporte que estas utilizan, vigilan el proceso del despacho aduanero y las actividades que se deriven del mismo, se apoya de la ley de Impuestos Generales de Importación y exportación y del Código Fiscal de la Federación.

- Ley de Impuestos Generales de Importación y Exportación:

Esta ley se encuentra compuesta únicamente dos artículos, en el primero contiene básicamente la nomenclatura arancelaria, y en el segundo artículo nos menciona las reglas generales y complementarias para la aplicación de la tarifa de acuerdo con las características de la mercancía que se vaya a importar o exportar.

- Código Fiscal de la Federación:

Es un ordenamiento jurídico, compuesto por 196 artículos y un reglamento, y este contiene las disposiciones para el cumplimiento con los dispuesto en el artículo 31 constitucional.

- Ley de Comercio Exterior:

Tiene por objeto regular y promover el comercio exterior e incrementar la competitividad de la economía nacional, está compuesta por 98 artículos, además se encarga de defender la industria y planta productiva nacional contra las prácticas desleales del comercio.

- Ley del Impuesto al Valor Agregado:

Establece el impuesto generado al momento de consumir productos y servicios.

- Ley del Impuesto Sobre la Renta:

Establece el impuesto aplicable a las utilidades o bienes gravables por parte de los contribuyentes dentro del territorio nacional, y los procedimientos particulares para cada uno.

- Código de Comercio:

Es un conjunto de normas del derecho mercantil, encargado de regular las relaciones mercantiles y comerciales en México.

### **Documentos y Requisitos para Importar en México**

Es importante revisar cada caso, para saber si cada mercancía requiere documentos específicos. Al igual que las pequeñas cantidades, hay varios factores que determinan los requisitos y trámites para grandes cargas. En general, los documentos más importantes para importar a México son:

Inscripción en el RFC: Con la actividad empresarial adecuada, en caso de ser persona moral, deberás incluir la actividad importadora en el acta constitutiva.

- Adicional al RFC, deberás solicitar la FIEL (Firma Electrónica Avanzada) en el SAT.
- La situación fiscal debe de estar al corriente.

Encargo conferido: Se debe de contar con los servicios de un agente o apoderado aduanal. Realizar el encargo conferido al agente aduanal.

Padrón de importadores: Te debes de inscribir en el padrón de importadores, y si fuera necesario, al padrón de importadores específicos.

Certificado de origen: Un documento que prueba de dónde vienen tus mercancías, para que te apliquen preferencias arancelarias. Es decir, tendrás preferencias comerciales, gracias a los tratados. Si no aplica tratado, no lo necesitará.

Cualquier importación debe estar acompañada por una factura, la cual deberá tener precios reales del proveedor.

Para cada importación, cumple con los requisitos de la Ventanilla Única de Comercio Exterior (VUCEM), como lo son los Comprobantes de Valor Electrónico (COVEs).

Impuestos: Debes pagar las contribuciones y aprovechamientos aplicables, así como los gastos de almacenaje, carga, descarga, transportación de la mercancía.

Pedimento de importación: Debes de cumplir con la presentación de un pedimento de importación, que es el pasaporte de las mercancías. Es decir, el documento que comprueba la estancia legal de las mercancías en México. Este documento se debe de conservar al transportar los productos y archivar posteriormente, como cualquier documento contable. Lo elabora el agente aduanal.

Los requisitos para importar se conocen como formalidades. Esto está contenido en el despacho aduanero, que es un conjunto de acciones que deben cumplir los importadores y exportadores para importar o exportar sus mercancías.

#### **Antes de la importación:**

- Deberá de contar con la clasificación arancelaria de las mercancías.
- Cumplimiento de normatividad mexicana.
- Preparar documentos y regulaciones y restricciones no arancelarias.
- Tener listos empresa logística, agencia aduanal y otros posibles intermediarios.
- Reconocimiento previo o reconocimiento en origen

#### **Durante la importación:**

- En este punto de la importación, las mercancías pasarán por el despacho aduanero, que comprende todos los actos y formalidades al importar mercancías a México, éstas se realizan en aduana por parte de autoridades aduaneras, consignatarios de mercancías, propietarios, poseedores o tenedores en las importaciones, así como los agentes aduanales.
- Como importador, deberás de presentar la mercancía ante la aduana. Las mercancías podrán pasar por un reconocimiento aduanero, o simplemente ser liberadas para su desaduanamiento libre, es decir, que no sufran ninguna revisión.
- En caso de un reconocimiento aduanero, podrán ser confiscadas las mercancías. Se podría iniciar un Procedimiento Administrativo en Materia Aduanal (PAMA).

#### **Después de la importación:**

- Deberás de conservar la documentación aduanal y de impuestos, en caso de que alguna autoridad decida verificar la documentación y las mercancías. También podría haber efectos legales posteriores en una auditoría.

- Una vez concluida la importación de las mercancías al territorio nacional para poder realizar su venta se deben expedir el Comprobante Fiscal Digital por Internet (CFDI), ya que de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 29 del código fiscal de la federación, todos los contribuyentes están obligados a emitir factura electrónica.

### Organismos

Los organismos centralizados, son entes con funciones administrativas pertenecientes al Estado y nacen gracias a una legislación.

Dentro de los organismos públicos centralizados que intervienen en una transacción internacional se encuentran algunos como:

- Secretaría de Comercio y Fomento Industrial: La cual se encarga de crear y dirigir la legalidad de los procesos de comercio exterior e interior, abasto y sus políticas generales de industria
- Secretaría de Hacienda y Crédito Público: La cual gestiona la legalidad económica del Gobierno Federal en temas financieros, fiscal, de gasto, de ingreso y deuda público. Por esta razón, todo movimiento de importación o exportación de materia debe estar reportado a la SCHP.

### Privados

En los privados se encuentran estos dos organismos:

- Asociación Nacional de Importadores y Exportadores de la República Mexicana: Entidad civil sin fines de lucro que agrupa y representa no solo a importadores y exportadores de una amplia gama de productos, sino también a operadores logísticos, agentes aduanales, instituciones de crédito, empresas de servicios y en general, a toda la comunidad vinculada directa o indirectamente con el comercio exterior mexicano.
- CEMAI: El objetivo del Consejo Empresarial Mexicano para Asuntos Internacionales es promover el comercio, la inversión y la transferencia tecnológica entre México y el exterior.

En una transacción de carácter nacional o internacional es prioritario que tanto el cliente, como la agencia consolidadora, conozca qué acuerdos y normas aplican al tratado llevado a cabo y al producto que este involucra; de tal suerte que la colaboración de ambos se traduzca en un ganar-ganar que favorezca la relación de importación o exportación, según sea el caso.

### La Aduana

Dada la importancia que tiene las aduanas por encontrarse relacionadas con la actividad comercial incluimos este subtema para enriquecer el conocimiento.

En términos generales la aduana es el medio territorial por el cual ingresa y sale la mercancía de un país llevando un control. Para conocer cómo funciona se cuenta con la “Ley Aduanera” y tarifas en la “Ley de Impuestos Generales de Importación y Exportación” que permiten adecuar el comercio internacional a nuestro país.

Las personas físicas y morales que introduzcan mercancías al territorio nacional o las extraigan del mismo, están obligados al cumplimiento de las disposiciones fiscales.

Cuadro 1. Elementos de la Ley Aduanera

Sujeto	•Personas Físicas o Morales
Objeto	•Regular el pago de los Impuestos Generales de Importación y Exportación y demás leyes y ordenamientos aplicables
Base	•Para el impuesto General de Importación el valor en Aduana de las Mercancías, salvo los casos en que la ley de la materia establezca otra base gravable
Tarifa	•La cuota correspondiente de acuerdo a la tarifa de los Impuestos Generales de Importación y exportación; conforme a la clasificación Arancelaria de las mercancías.

Elaboración propia con información de (Medina, 2012)

En los últimos años se han dado grandes avances en estos sectores ya que muchas mercancías quedaban varadas en alguna aduana. En el cuadro 2 se proporciona una lista de 6 aduanas en México más concurridas, ya sea por sus operaciones, funciones, actividades económicas, etc., esto para saber a cuál se puede dirigir al momento de la importación.



Cuadro 2 Listado de Aduanas más concurridas de México



Fuente: Información de (Caballos, 2020)

### Sanciones

Por otra parte, la Ley Aduanera en su artículo 52 establece que están obligadas al pago de los impuestos al comercio exterior las personas físicas y morales que introduzcan mercancías al territorio nacional o las extraigan del mismo, incluyendo las que estén bajo algún programa de devolución o diferimiento de aranceles, deberán pagar los impuestos al comercio exterior.

De igual manera en la Ley de los impuestos generales de importación y de exportación, se establecen las cuotas que, atendiendo a la clasificación de la mercancía, servirán para determinar los Impuestos Generales de Importación y de Exportación, en caso de no cubrir el pago total de las regulaciones o restricciones no arancelarias y de los impuestos al comercio exterior serán acreedores a multas que van desde el 10% hasta el 100% del valor comercial de las mercancías y multas del 130% al 150% de los impuestos al comercio exterior con lo dispuesto al artículo 176 al 201 de la Ley Aduanera. (Ley Aduanera, 1995)

Las posibles infracciones y sanciones estarán sujetas a lo relacionado con los siguientes casos;

1. La omisión el pago total o parcial de los impuestos al comercio exterior
2. Sin permiso de las autoridades competentes o sin la firma electrónica para realizar los trámites del despacho aduanero
3. Cuando su importación o exportación esté prohibida
4. Cuando se internen mercancías extranjeras procedentes de la franja o región fronteriza al resto del territorio nacional
5. Cuando se extraigan de recintos fiscales o fiscalizados sin que hayan sido entregadas legalmente por la autoridad
6. Cuando las mercancías no se encuentren en el lugar señalado para la importación
7. Cuando las mercancías extranjeras en tránsito internacional se desvíen de las rutas fiscales
8. Cuando se introduzcan o se extraigan mercancías del territorio nacional por aduana no autorizada.
9. Cuando no se acredite con la documentación aduanal
10. Cuando los datos del importador sean falsos o inexistentes

En este caso las sanciones con relación al derecho aduanero tienen el propósito de inhibir al infractor, para promover el cumplimiento de las obligaciones en materia aduanera, evitar el robo de mercancías y contrabando.

### Comentarios Finales

Este trabajo nos permitió conocer la importancia de los requisitos, leyes, reglamentos y tratados internacionales a las que nos debemos apegar al momento de realizar una importación al territorio nacional, las clasificaciones de las mercancías, y la importancia de conocer nuestro producto al momento de realizar la compra en el extranjero, además de las funciones que tiene la aduana, y los organismos regulatorios del comercio internacional.

También, nos permitió saber que es muy importante conocer los fundamentos legales al momento de introducir una mercancía extranjera al territorio nacional, ya que esto nos permitirá realizar el procedimiento de una manera correcta para no generar sanciones o multas durante este proceso.

Es importante si se desea incursionar en el comercio Internacional, se tenga en cuenta que existen lineamientos establecidos en las distintas leyes, reglamentos y tratados internacionales, los cuales se deben respetar para evitar ser acreedores a multas ya sea por incumplimiento u omisión de lo dispuesto en dichas leyes, cabe señalar que México tiene muchas leyes regulatorias del comercio internacional, además de que cuenta con 13 tratados internacionales con 50 países que le permiten el acceso a las mejores economías del mundo.

Es por ello que se debe tener un Amplio conocimiento acerca de las disposiciones establecidas en el marco jurídico en materia de comercio internacional, aunado a esto, conocer los pasos y requisitos necesarios en cada uno para realizar una importación exitosa al territorio nacional, sobre todo para aquellos pequeños comerciantes que buscan distribuir una variedad de productos con la finalidad de hacer crecer su negocio.

Ahora que se conoce acerca de algunos organismos relacionados al comercio internacional, mismos que intervienen durante el proceso aduanero, podemos concluir que es fundamental tener un amplio conocimiento del producto que se desea importar, para poder tomar la opción más adecuada que se adapte a dicho producto, y conocer bien los elementos que lo integran, para hacer una clasificación correcta de acuerdo con la Tarifa de Impuestos Generales de Importación y Exportación, ya que es la que nos permite saber el impuesto establecido de acuerdo con las características específicas de cada producto.

### *Referencias bibliográficas*

- Caballos, A. (11 de Marzo de 2020). *Comercio y Aduanas*. Obtenido de [www.comercioyaduanas.com.mx](http://www.comercioyaduanas.com.mx)
- Cofide Capacitación Empresarial*. (08 de Octubre de 2020). Obtenido de <https://www.cofide.mx/blog/codigo-fiscal-de-la-federacion-para-principiantes>
- diputados, C. d. (08 de Octubre de 2020). Obtenido de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf\\_mov/Codigo\\_de\\_Comercio.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf_mov/Codigo_de_Comercio.pdf)
- Justia Mexico*. (07 de Octubre de 2020). Obtenido de <https://mexico.justia.com/federales/leyes/ley-de-comercio-exterior/>
- Ley Aduanera . (15 de Diciembre de 1995). *Diario Oficial de la Federación*. Obtenido de [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/12\\_010720.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/12_010720.pdf)
- Martínez, D. P. (Junio de 2017). *Grupo Eumed.net*. Obtenido de Grupo Eumed.net: <https://www.eumed.net/libros-gratis/actas/2017/desarrollo-empresarial/5-el-comercio-exterior-en-mexico.pdf>
- Medina, O. C. (2012). Régimen Fiscal de Empresas III: ISR E IETU. México : 7 Editores.
- Mexico, G. d. (07 de Octubre de 2020). *Gobierno de Mexico*. Obtenido de <https://www.gob.mx/se/acciones-y-programas/comercio-exterior-paises-con-tratados-y-acuerdos-firmados-con-mexico>
- ProMexico. (Septiembre de 2010). 200 Años de Comercio Exterior de Mexico. *Negocios*. Obtenido de [http://www.economia-snci.gob.mx/sic\\_php/pages/bruselas/trade\\_links/esp/sepesp2010.pdf](http://www.economia-snci.gob.mx/sic_php/pages/bruselas/trade_links/esp/sepesp2010.pdf)
- Tratado de Derecho Comunitario Europeo*. (1986). Madrid: Civitas.
- Unión, C. d. (06 de 10 de 2020). *Ley de los impuestos generales de importacion y exportacion*. Obtenido de <http://www.liconsa.gob.mx/wp-content/uploads/2015/11/Ley-de-los-impuestos-Generales-de-Importaci%C3%B3n-y-Exportaci%C3%B3n.pdf>

# SISTEMA DE CONTROL INALÁMBRICO PARA LA REGULACIÓN DEL AGUA EN UNA REGADERA

Ing. Leoncio Rios González<sup>1</sup>, Dr. Luis Carlos Méndez González<sup>2</sup> y  
Dr. Leonardo Barboni Morales<sup>3</sup>

**Resumen**— El uso de las regaderas dentro del sector habitacional, juega un papel muy importante en el contexto cotidiano de la vida del ser humano, por lo que cabe hacer mención del innovador invento que viene a revolucionar el cambio del uso manual de regulación de temperatura, por un sistema de control de fácil manipulación, que eficiente el flujo del vital líquido, evitando así, altos consumos en el suministro del mismo, éste, bajo el tenor de dos modalidades; automático y manual, mediante el uso del sistema, “Engranaje planetario”, engranes con movimientos simultáneos. Un microprocesador, se encarga de guardar la información del usuario, y mostrar en un LCD, las indicaciones necesarias para su uso pertinente según convenga.

**Palabras clave**—Regadera, control, ajustable, inteligente, automático.

## Introducción

En el mercado actual, nos encontramos con gran variedad de electrodomésticos que facilitan la faena diaria del hogar, tal es el caso de la licuadora, batidora, lavadora, aspiradora, refrigerador, ventilador, Etc. solo por nombrar algunos, cuyo funcionamiento obedece a una cierta digitalización en función para lo que fueron creadas, facilitando así, el ejercicio de la transformación, sustituyendo mano de obra por tecnología digital.

En la actualidad, son pocos los dispositivos que se utilizan para facilitar el aseo personal en cuanto al suministro de agua a través de una regadera de baño personalizado, como el aporte; Mengxuan Ma, et al. 2017 y Heinz Hirsch, 1996), como equipos que regulan la temperatura del agua o controlan el paso de esta cuando se le indica (Pi Kuang Tsai, et al. 2018, que para esto, cabe hacer la aclaración que los costos que conlleva la aplicación de dichos dispositivos, no son la mejor opción para el ahorro económico del usuario, dado las modificaciones que se tienen que realizar en la instalación que por lo general no son fácilmente adaptables a las diferentes duchas actuales.

Al incluir un sistema de control de temperatura y velocidad de agua en una regadera sin la necesidad de hacer ninguna modificación en cuanto a tubería o estética del baño en cuestión, se pretende reemplazar los controladores manuales como parte de su instalación, brindando así, una mayor seguridad, y confianza por su práctico manejo, ya que el ajuste conlleva a una pronta e inmediata regulación automática de suministro de agua según convenga, capaz de guardar los valores de configuración de temperatura y velocidad seleccionados por el usuario. El sistema incluye un módulo con una pantalla LCD para la visualización de los parámetros seleccionados.

## Descripción del Método

El sistema de control de temperatura y velocidad de agua en la regadera consta de tres partes importantes; el módulo central, las manivelas de regulación y los sensores de detección de estado de la temperatura y velocidad. El sistema está diseñado para ajustar automáticamente la temperatura del agua en un rango de 0 °C a 45 °C y regula la velocidad de salida del agua de acuerdo a la capacidad de cada sistema de ducha. Su diseño se puede ajustar a cualquier regadera que cuente con manivela de agua fría y caliente. Se crea en el sistema un diseño que evita la entrada de agua, por medio de empaques plásticos. La figura 1 muestra las partes que componen el sistema.

<sup>1</sup> El Ing. Leoncio Rios González es alumno de la Maestría en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. [Leoncio.rios21@gmail.com](mailto:Leoncio.rios21@gmail.com) (autor correspondiente)

<sup>2</sup> El Dr. Luis Carlos Méndez González, es profesor del departamento de Ingeniería Industrial y manufactura por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. [luis.mendez@uacj.mx](mailto:luis.mendez@uacj.mx)

<sup>3</sup> El Dr. Leonardo Barboni Morales es profesor Asistente del Dpto. de Electrónica, IIE, Facultad de Ingeniería Udelar, Uruguay. [lbarboni@fing.edu.uy](mailto:lbarboni@fing.edu.uy)

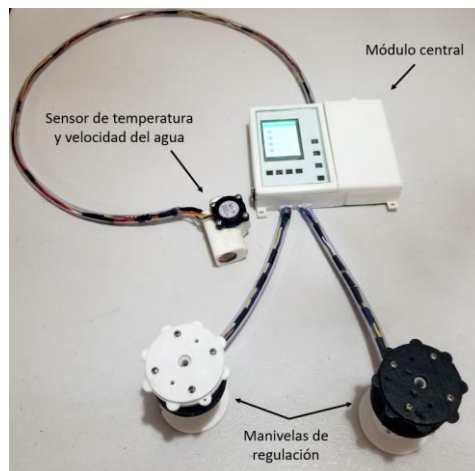


Figura 1. Partes del sistema de control de regulación de agua.

*Modulo central*

El módulo central cuenta con un microprocesador Arduino Mega, con una pantalla LCD donde se muestra la interface del sistema que facilita la manipulación utilizando sensores CNY70 como botones para seleccionar la temperatura deseada y la configuración de velocidad requerida. El microcontrolador guarda la información de temperatura en grados centígrados y la velocidad del agua en un porcentaje de 0 al 100%, utilizando la memoria EPROM. Se integra un vidrio de 6 mm de espesor en la parte frontal de la interfaz y los sensores de manipulación para evitar la entrada de agua al sistema, permitiendo así, la libre interacción con el sistema operativo.

*Sistema de regulación*

Las manivelas de manipulación de los ejes, se encargan de regular la temperatura que se les ordena a través del microcontrolador del módulo central, utilizando servomotores manipulados para su movimiento automático, a través del sistema de engranaje planetario, el cual, también permite poder manipular el sistema de forma manual, desactivando la alimentación de los servomotores con un relevador. Las manivelas utilizan dos engranes como encoders para poder detectar la posición en la que se ubican y permitir el retorno a su posición original cuando sea necesario. Además, estas manivelas utilizan dos sensores ópticos de barrera para detectar el movimiento realizado por medio de un tren de pulsos que se utilizan para detectar la dirección del giro (figura 2).

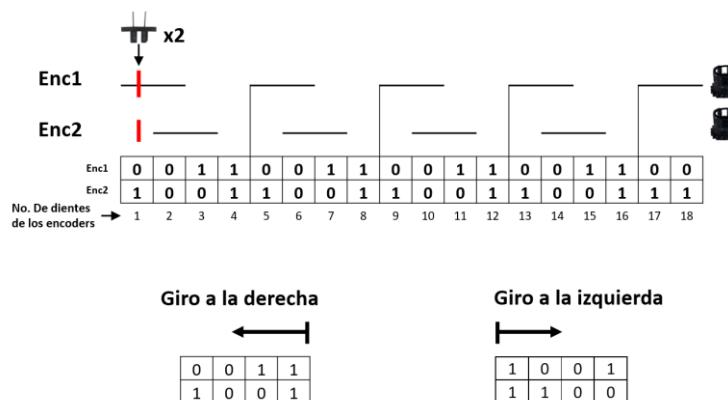


Figura 2. Tren de pulsos de encoder con la lógica de giro derecha-izquierda.

Los sensores de detección de temperatura y velocidad del agua, se ubican en la parte superior de la regadera, con el fin de mandar la señal de estado al módulo central y poder realizar el control óptimo de parámetros.

### *Diseño y control*

Los diseños de cada una de las partes del sistema, se realizaron con impresoras 3D con una solides del 100 % para evitar la filtración del agua al interior del sistema, además, se realizaron moldes de las piezas electrónicas utilizadas en los diseños, para facilitar la instalación y protección de estas piezas dentro del sistema.

El diseño del sensor de temperatura y velocidad, se realizó de acuerdo a la forma del sensor YF-S201 agregando una sección para el sensor de temperatura de forma que puedan funcionar en conjunto.

El sistema de carga se diseñó para poder introducir un encapsulado de 5 pilas AA de 2500 mA, y un relevador para el control de los servomotores.

El control de la regulación del sistema se realizó usando un control PI a través de la función de transferencia de la ley de control del PID, y se sintonizó el controlador PI por medio de las reglas de Ziegler-Nichols (Ogata Katsuhiko, 1998). Se encontró el modelo matemático en función de transferencia que representa el sistema de regadera, agregando una respuesta escalón del 15% en la abertura de las manivelas y se obtuvo el comportamiento de los sensores a esta respuesta.

Función de transferencia de la ley de control PID:

$$G(s) = \frac{u(s)}{e(s)} = K_p \left[ 1 + \frac{1}{T_i s} + T_d s \right] \quad (1)$$

Modelo matemático del sistema de control de la regadera en su función de transferencia:

$$G(s) = \frac{C(s)}{U(s)} = \frac{k_0 e^{-s\tau_0}}{1 + \gamma_0 s} = \frac{2e^{-3s}}{1 + 5s} \quad (2)$$

El sistema realiza lecturas de cambios en los sensores de temperatura y velocidad cada 500 milisegundos, procurando tener estable, la temperatura deseada durante el tiempo de uso.

### *Programación del funcionamiento*

El usuario que ingrese a ducharse, seleccionará en el módulo central, el número según corresponda, decidiendo la práctica de ducha conveniente; automático o manual, para después seleccionar los parámetros de velocidad y temperatura si es su primera vez, y si fuese la segunda o tercera ocasión, la información quedara guardada, para evitar el tener que volver a introducir estos datos en su reingreso; además, el usuario podrá detener la salida de agua de la regadera en cualquier momento, y reiniciar la salida de agua cuando así lo desee con la configuración predeterminada. El sistema guarda los datos que corresponde a las posiciones de las manivelas cuando éstas se detienen, y al reiniciarse, sin apagar el sistema, las manivelas se establecen en la posición en la que se encontraban para continuar con la misma temperatura y velocidad del agua. Si el sistema presenta un problema en el movimiento de las manivelas, se muestra un mensaje de error en la pantalla y se detienen los servomotores para evitar un posible daño, dando la opción al usuario de volver a intentar la configuración o cambiarla. Al término de la ducha, el sistema se apaga con un botón anti agua, que corta la corriente del sistema, optimizando el ahorro de batería.

## **Comentarios Finales**

### *Resumen de resultados*

Una vez desarrollado el prototipo, se realizaron pruebas del funcionamiento, es decir, se realizaron configuraciones al sistema a través de los sensores establecidos para la selección de parámetros, con el fin de lograr el flujo correcto de las indicaciones en la pantalla LCD. Se manipularon las manivelas de regulación de temperatura desde el módulo central al estar activadas y se logró su manipulación manual al desactivarlas. La dirección de giro en las manivelas, tuvo un óptimo desempeño para la regulación de temperatura, siendo que en conjunto con los encoders se logró establecer la manivela en la posición de abertura indicada, retrocediendo y avanzando en su giro. El control PI de regulación de temperatura alcanzo la estabilización al paso de nueve segundos después de que se ingresó una entrada del 15% en la abertura de la manivela, y en ajustes secundarios, una estabilización en 4 segundos.

Al encender el sistema, se muestra en la pantalla del módulo central cuatro diferentes usuarios para escoger, de los cuales cada uno tendrá una configuración diferente de temperatura y velocidad. Los valores de temperatura y velocidad se guardan en diferentes direcciones de la memoria EPROM permitiendo el almacenamiento de la información de cada usuario. Al tener un error en el sistema dos veces seguidas, las manivelas se desactivan y se muestra un mensaje en pantalla indicando un reinicio. Al apagar el sistema, el microcontrolador no pierde la información de configuración

guardada de cada usuario. El sistema fue capaz de instalarse en 2 sistemas de duchas diferentes con el diseño realizado, y evitó la entrada de agua al sistema eléctrico.

### Conclusiones

El sistema de control de regulación de agua, hace más práctico y fácil el ajuste de temperatura y velocidad en la ducha para cualquier persona que ingresa a bañarse, siendo que en todo momento la temperatura estará regulada y podrá ponerse en pausa en cualquier momento que se desee, además, favorece al ahorro de agua al hacer los ajustes más rápidos que una persona. Este sistema es fácil de instalar en cualquier regadera de baño sin necesidad de hacer ajustes costosos en la tubería principal, evita la entrada de agua al sistema y cuenta con pilas recargables que lo hacen aún más práctico y seguro.

### Recomendaciones

Se considera importante analizar otro tipo de servomotores con un torque más alto como el MG90s de engranaje metálico para mejor control en las manivelas más duras, además, se propone:

- Trabajar en la resolución de los encoders para detectar más pulsos por vuelta y tener un control de temperatura aún más óptimo.
- Implementar el Arduino Due para obtener un procesamiento más rápido en las instrucciones del sistema.
- Mejorar el sistema de engranaje planetario buscando una resolución mayormente eficiente de los dientes de engranaje.

### Referencias

Heinz Hirsch, Soest; Heinz-Dieter Eichholz, Iserlohn; Hans-Jurgen Ludewig, Rintein; Gunter Kolbert . “Control de ducha automático” Patente no. 5,829,072, Estados Unidos. 1 de Enero de 1996.

Mengxuan Ma, Benjavicha Hotrabhavananda, Justin Hall, Marjorie Skubic. “Sistema de ducha inteligente ajustable asistido” *Revista IEEE*, Pag. 253-254. 2017.

Ogata, Katsuhiko. “Ingeniería de Control Moderna. Controles PID e introducción al control robusto” *Editorial Prentice Hall*. 1998.

Pi Kuang Tsai. “Válvula de detección de temperatura del agua” Patente no. 10,416,029 B2, Estados Unidos. 23 de mayo del 2018.

### Notas Biográficas

El **Ing. Leoncio Ríos González** es estudiante de la Maestría en Tecnología de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México. Termino su licenciatura en ingeniería en Mecatrónica en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

El **Dr. Luis Carlos Méndez González** es profesor del departamento de Ingeniería Industrial y manufactura por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Chihuahua, México.

El **Dr. Leonardo Barboni Morales** es profesor Asistente del Dpto. de Electrónica, IIE, Facultad de Ingeniería Udelar, Uruguay.

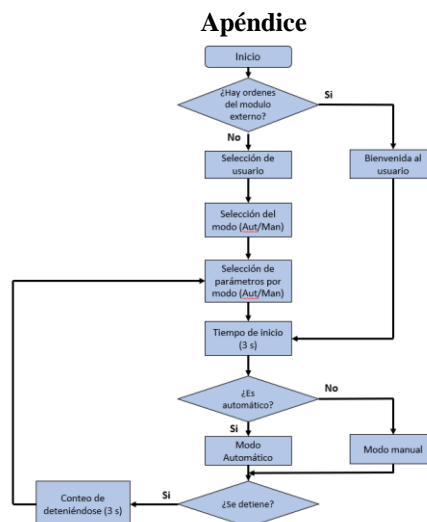


Figura 3. Diagrama de bloques del funcionamiento del sistema



# INFLUENCIA DE LOS SMARTPHONES EN LOS ESTILOS DE VIDA DE LOS JÓVENES UNIVERSITARIOS

Ríos Rodríguez Marco Conrado<sup>1</sup>, Hernández Rosas Yareli<sup>2</sup>,  
Rivera Velázquez Diana Belén<sup>3</sup>, Segura Ramírez Lizbeth Yazmin<sup>4</sup>, Trejo Soto Jimena<sup>5</sup>, MGA. Maria Aurelia Lugo  
Cazares<sup>6</sup>, MC. Moisés Tapia Esquivias<sup>7</sup>

**Resumen**—La comunicación es una de las necesidades del ser humano desde los principios de la historia. Los avances tecnológicos han permitido crear diferentes formas de comunicarse como el teléfono, telégrafo, clave morse, entre otras. Facilitaron la comunicación entre personas que se encuentran a largas distancias. Luego apareció el internet, principal causante de la globalización.

En este proyecto se quiere conocer cuál es la influencia de los smartphones y su uso en los hábitos estilos de vida en los jóvenes universitarios, cómo afectan, benefician, y el cambio y adaptación de esta herramienta. Se realizó una encuesta donde se buscó mostrar información sobre su habilidad con los dispositivos, así como la influencia que estos hacen el público joven, y se obtuvo que en general sí afecta mucho en el desempeño académico el uso que se le da al smartphone, ya que las redes más usadas no son académicas, sino de ocio.

**Palabras clave**—Comunicación, Encuestas, Influencia, Smartphones, Tamaño de muestra.

## Introducción

Bajo la necesidad de comunicar, poner en común ideales, pensamientos, aspiraciones, etc. Mas en los medios de comunicación, aparecen en la historia el teléfono, telégrafo, la clave morse, la carta, medios para facilitar la comunicación entre las personas que se encuentran a largas distancias; y para el caso de la comunicación masiva la radio, un aparato que movía masas, que narraba realidades al punto de hacer las imágenes reales en la mente de los receptores y que llegaban a millones de personas, la televisión que transmitía imágenes y sonido al mismo tiempo, artefacto indispensable en los hogares del mundo, y la prensa, cantidades de información analizada, especializada y sobre todo al alcance de todos. La llegada del internet que fue el detonante principal de lo que hoy llamamos globalización.

Ahora bien, ¿qué tanto éxito puede tener la idea de reunir todo esto en un solo dispositivo? Todas las funciones de los medios de comunicación personales, además de los beneficios del internet, adicionado con espacio para el entretenimiento, el ocio, la información y una conexión 24/7.

En el presente proyecto se tiene como objetivo mostrar la influencia de los smartphones en el estilo de vida de universitario jóvenes, la aparición de dichos dispositivos ha cambiado probablemente los estilos de vida de las personas, así como los hábitos prestablecidos e incluso la calidad de vida.

El primer teléfono inteligente fue diseñado por IBM en 1992 y fue liberado al público y comercializado en 1993 el Nokia 9000 lanzado en 1996, el Nokia 7650 anunciado en 2001 y hoy en día todos los dispositivos más famosos que son el IOS y Android; más de 100 millones de teléfonos móviles con cámara fueron vendidos en 2008 (Loreno, Ponce, 2002).

Según estudios realizados en 2009 se encontró que en ese año la venta de smartphones aumento considerablemente y durante los años siguientes siguió incrementando hasta un 50% más por año (Nuevos Gadgets, 2011).

<sup>1</sup> Ríos Rodríguez Marco Conrado es Estudiante de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato [16030176@itcelaya.edu.mx](mailto:16030176@itcelaya.edu.mx)

<sup>2</sup> Hernández Rosas Yareli es Estudiante de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato [18030434@itcelaya.edu.mx](mailto:18030434@itcelaya.edu.mx)

<sup>3</sup> Rivera Velázquez Diana Belén es Estudiante de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato [16030601@itcelaya.edu.mx](mailto:16030601@itcelaya.edu.mx)

<sup>4</sup> Segura Ramírez Lizbeth Yazmin es estudiante de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato [17030473@itcelaya.edu.mx](mailto:17030473@itcelaya.edu.mx)

<sup>5</sup> Trejo Soto Jimena es Estudiante del Tecnológico Nacional de México en Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato [17031347@itcelaya.edu.mx](mailto:17031347@itcelaya.edu.mx)

<sup>6</sup> M. G. A. Maria Aurelia Lugo Cazares, es Maestra de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato [moises.tapia@itcelaya.edu.mx](mailto:moises.tapia@itcelaya.edu.mx)

<sup>7</sup> M. C. Moisés Tapia Esquivias, es Maestro de ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato [maria.lugo@itcelaya.edu.mx](mailto:maria.lugo@itcelaya.edu.mx)

Estudios de Collect GFK muestran que los smartphones son dueños de un 30% del mercado, cifra que en 2009 ascendía a un 10%. Aunque el estudio aquí presentado fue realizado en Chile, se cita por ser un ejemplo latinoamericano, este estudio, llamado Chile 3D, Marcas y estilos de vida de los chilenos realizado por la consultora Collect GFK, revela que jóvenes y adolescentes universitarios son quienes impulsaron el crecimiento en las ventas de estos dispositivos que antes estaban reservados para hombres de negocios o profesionales jóvenes. (Como influyen los teléfonos móviles en la vida universitaria (Soy marketing, 2011).

El uso de smartphones es todo un fenómeno global, según la consultora internacional Nielsen, los jóvenes actuales están más inmersos en las tecnologías que los de cualquier generación, la causa es la necesidad de conectividad y el contexto del joven como primera medida, pero el detonante real de la situación es el fácil acceso a esta tecnología, el bajo costo de los equipos ha hecho que los estudiantes adquieran sin mayor complicación o esfuerzo un teléfono inteligente (Consultora Internacional Nielsen, 2003).

Según Nielsen en EE. UU., las personas que no compraron un teléfono inteligente en 2010 representan a la minoría del total del mercado móvil, el 55% de las compras del sector fueron para los teléfonos inteligentes en los últimos meses, cifra que representa el 34% del crecimiento en comparación con el año pasado. Los factores que impulsaron dicho crecimiento como los precios cómodos (es el caso de Apple y sus ofertas para compañías de telefonía) así como las características innovadoras con lo cual se impulsó esta tendencia en el mercado (Saavedra, 2011).

### Descripción del Método

#### Diseño del método

Para llevar a cabo la presente investigación los autores realizaron una secuencia de pasos que se muestran en la figura 1 y posteriormente descritos en la descripción del diseño.



Figura 1. Diseño del método de Influencia de los Smartphones en los estilos de vida de los jóvenes universitarios.

#### Descripción del diseño

1. Definición de las variables de investigación. Se definen las características y variables que se quieren analizar a través de la aplicación de encuestas a una población objetivo.
2. Delimitación de la población objetivo. Se define una población objetivo que esté dentro de la población juvenil universitaria para llevar a cabo la investigación.
3. Obtención del tamaño de muestra de la población objetivo. De acuerdo con la Ecuación 1 para el cálculo del tamaño de muestra, se procede a obtener la cantidad real de encuestas a realizar para posteriormente llevar a cabo su aplicación.

$$n = \frac{Z^2 N p q}{e^2 (N - 1) + Z^2 p q}$$

Ecuación 1. Cálculo de tamaño de muestra.

Donde:

Z=Nivel de confianza (correspondiente con tabla de valores de Z en figura 2).

p=Porcentaje de la población que tiene el atributo deseado

q= Porcentaje de la población que no tiene el atributo deseado

Nota: Cuando no hay indicación de que la población posee o no el atributo,

Se asume 50% para p y 50% para q.

N= Tamaño del universo

E=Error de estimación máximo aceptado

N=Tamaño de muestra

4. Redacción del cuestionario de investigación. Una vez obtenidas las variables de investigación y la cantidad de encuestas a realizar, se procede a redactar el cuestionario base para la aplicación de las encuestas a la población identificada.
5. Aplicación de encuestas físicas. Una vez obtenido el formato de encuesta, o cuestionario, se procede a la aplicación de las encuestas físicas a la población identificada.
6. Sintetizar de la información recabada. Una vez terminadas las encuestas de acuerdo al tamaño de muestra, se procede a realizar una síntesis de todas las respuestas obtenidas, en un concentrado donde se tengan todos los resultados obtenidos.
7. Análisis de la información obtenida. Dentro del concentrado se procede a obtener gráficas que nos permitan un análisis visual más efectivo de las respuestas de los encuestados, a través del software de Microsoft Excel.
8. Obtención de conclusiones. A partir de los gráficos visuales se obtienen las conclusiones del estudio y se evalúa la influencia de los smartphones en los estilos de vida de los jóvenes universitarios.

### Comentarios Finales

#### Resumen de resultados

1. Definición de las variables de investigación. Los autores han definido que es necesario investigar si el miembro encuestado posee un smartphone, ya que es requisito para la aplicación de la encuesta. Algunas variables importantes que definieron los autores son la marca preferida, aplicaciones más usadas, horas dedicadas al smartphone, su uso como herramienta académica y si es perjudicial el uso para sus estudios.
2. Delimitación de la población objetivo. Se define a la población juvenil universitaria del Instituto tecnológico de Celaya para la aplicación de la encuesta, particularmente a la población en la carrera de Ingeniería Industrial por ser la más demandada con 907 estudiantes matriculados.
3. Obtención del tamaño de muestra de la población objetivo. La cantidad real de encuestas a realizar de acuerdo con la Ecuación 1 serán 63, tal y como se muestra en la figura 2.

### CÁLCULO DEL TAMAÑO DE UNA MUESTRA

INTRODUZCA EL MARGEN DE ERROR EN LA SIGUIENTE CASILLA	10.0%
INTRODUZCA EL TAMAÑO DE LA POBLACION EN LA SIGUIENTE CASILLA	907
TAMAÑO DE LA MUESTRA PARA NC 90%=-	63

Valores de confianza tabla Z	
95%	1.96
90%	1.65
91%	1.7
92%	1.76
93%	1.81
94%	1.89

Z=	1.65
p=	50%
q=	50%
N=	907
e=	10%

Figura 2. Cálculo del tamaño de muestra para la población de Ingeniería Industrial del Instituto Tecnológico de Celaya.

4. Redacción del cuestionario de investigación. El cuestionario base a realizar se encuentra en el apéndice 1. Cuestionario de investigación.
5. Aplicación de encuestas físicas. Las encuestas se aplicaron de forma física pidiendo a los participantes que contesten las preguntas dadas.

6. Sintetizar de la información recabada. Las encuestas realizadas se concentraron en una hoja de cálculo para su posterior análisis.
7. Análisis de la información obtenida. Se elaboraron gráficos de pastel, uno por cada pregunta para obtener los resultados de las encuestas. Dichos gráficos se encuentran en el apéndice 2, donde se encuentran las figuras 3 a 8.
8. Obtención de conclusiones. A partir de los gráficos visuales se obtienen las conclusiones del estudio y se evalúa la influencia de los smartphones en los estilos de vida de los jóvenes universitarios.

### Conclusiones

Hoy en día, contar con un teléfono inteligente ya es una necesidad que el mismo entorno ha creado, el uso de esta tecnología móvil ha facilitado la vida de la mayoría de las personas en el trabajo, estudio, comercio, entretenimiento. Los smartphones fueron creados para facilitarnos la comunicación y muchos aspectos de la vida cotidiana, pero depende del uso que se le da, lo fundamental es tener la responsabilidad de organizar el tiempo que gastado en la tecnología.

Con base en los resultados de las encuestas realizadas los alumnos del Instituto Tecnológico de Celaya de la carrera de ingeniería industrial dicen verse afectados por el uso de esta herramienta tecnológica ya que la mayoría le da un uso no adecuado en el aspecto académico.

Como se puede observar en las gráficas del apéndice 2, figura 3, un 95,5% de la población de ingeniería industrial cuenta con un smartphone. De acuerdo a la figura 4 de este mismo apéndice, la marca preferida del 27% de los estudiantes es Huawei, y en segunda posición Samsung con un 24,7%.

Según se observa en la figura 5, un 57% de estudiantes le dedica más de 8 horas del día a aplicaciones de ocio y entretenimiento. La aplicación más votada por los usuarios fue WhatsApp y le sigue Facebook, de acuerdo a la figura 7. Podemos observar también en la figura 8 del apéndice 2 que más del 40% de los jóvenes encuestados afirman que el smartphone es perjudicial para sus estudios.

Si los propios jóvenes reconocen el impacto que estos dispositivos han causado en su desempeño académico, es momento de buscar estrategias y tomar decisiones para que este impacto sea menos perjudicial, buscar maneras de aprovechar este recurso tecnológico para sus vidas académicas y pasar menos tiempo en ocio.

### Recomendaciones

Todo aquel investigador que se especialice no sólo en este ámbito de la tecnología, sino en el análisis de información a través de encuestas, debe considerar siempre todas las herramientas posibles para que la investigación sea totalmente objetiva, y también para agilizar sobre todo el procesamiento de información, debe aprovechar los nuevos recursos tecnológicos para agilizar la realización de la investigación y lograr un oportuno resultado.

## Referencias

- Consultora Internacional Nielsen*. (Diciembre de 2003). Obtenido de [ar.nielsen.com/com/press/acnmedios.shtml](http://ar.nielsen.com/com/press/acnmedios.shtml)
- Loreno, Ponce . (15 de Enero de 2002). *Informatica Hoy*. Obtenido de [www.informatica-hoy.com.ar/telefonos-celulares/Ques-es-un-smartphone.php](http://www.informatica-hoy.com.ar/telefonos-celulares/Ques-es-un-smartphone.php)
- Nuevos Gadgets*. (31 de 01 de 2011). Obtenido de [www.nuevosgadgets.info/2010/smatphones-historia-y-significado.html](http://www.nuevosgadgets.info/2010/smatphones-historia-y-significado.html)
- Saavedra, Y. (05 de Junio de 2011). *Conecit*. Obtenido de [conecit.ca/2011/07/05/los-smatphones-dominan-el-mercado-en-el-area-movil/](http://conecit.ca/2011/07/05/los-smatphones-dominan-el-mercado-en-el-area-movil/)
- Soy marketing*. (7 de Octubre de 2011). Obtenido de [www.soymarketing.org/498/como-influyen-los-telefonos-moviles-en-la-vida-universitaria-estudio/](http://www.soymarketing.org/498/como-influyen-los-telefonos-moviles-en-la-vida-universitaria-estudio/).

## Notas Biográficas

**Ríos Rodríguez Marco Conrado** es Estudiante de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato. Ha participado en la feria de Mercadotecnia del TecNM en Celaya edición 2016. Participó en la Jornada de Desarrollo Sustentable del TecNM en Celaya, edición 2017.

**Hernández Rosas Yareli**, es Estudiante de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato. Participó en la Jornada de Desarrollo Sustentable del TecNM en Celaya edición 2018.

**Rivera Velázquez Diana Belén**, es estudiante de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato. Impartió conferencias de liderazgo en la semana de aniversario de Ingeniería Industrial 2019 en el TecNM en Celaya y en el

TecNM en Lázaro Cárdenas Michoacán. Fue vicepresidente del grupo estudiantil Meits en el periodo junio-diciembre 2019. Fue participante en la feria de proyectos Merkatec en el año 2019. Fue mentor en el Hack DHI en marzo 2019 primera edición.

**Segura Ramírez Lizbeth Yazmin**, es Estudiante de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato. Participante en la planilla postulada de elección de la Asociación Estudiantil de Ingeniería Industrial en 2019. Participó en la Jornada de Desarrollo sustentable del TecNM en Celaya, edición 2018. Forma parte del grupo representativo de bailes de salón Lindance del TecNM en Celaya. Es integrante de la red estudiantil Visión Líder desde el año 2018.

**Trejo Soto Jimena** es Estudiante de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato. Participó como miembro organizador en la primera Feria de Proyectos PROYECT-A LINCE en el año 2018 en la Extensión Apaseo el Grande del TecNM en Celaya. Participó en la Jornada de Desarrollo Sustentable del TecNM en Celaya, edición 2018.

**M. G. A. María Aurelia Lugo Cazares**, es Maestra de Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México en Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato. Tiene el grado de Ing. Industrial y Maestría en Gestión Administrativa. Es jefe del Departamento de Métodos. Cuenta con 10 años de experiencia en la industria del Transporte y Logística.

**M. C. Moisés Tapia Esquivias**, es Profesor del Tecnológico Nacional de México en Celaya, en la ciudad de Celaya, Guanajuato. Es jefe del Departamento de Ingeniería Industrial y Docente de la Maestría en Ciencias de la Ingeniería Industrial del TecNM en Celaya. Tiene grados de Ing. Industrial en Producción y Maestría en Ciencias en Sistemas y Calidad. Cuenta con reconocimiento de perfil deseable y es miembro del cuerpo académico "Optimización de procesos de manufactura y servicios". Forma parte de la junta editorial de la revista en ingeniería industrial que se publica en el portal: <http://academijournals.com> con ISSN: 1940-2163. Es miembro numerario de la academia nacional de ingeniería industrial.

## Apéndice 1

### Cuestionario utilizado en la investigación

1. ¿Cuentas con un Smartphone?
  - Si
  - No
2. ¿Cuál es tu marca preferida?
  - Samsung
  - Huawei
  - Motorola
  - Apple
  - Sony
  - Xiaomi
  - LG
  - Alcatel
  - ZTE
  - Poptel
3. ¿Cuántas horas le dedicas al Smartphone?
  - Menos de 4 horas
  - De 4 a 8 horas
  - Más de 8 horas
4. ¿Qué aplicaciones frecuentes más?
  - Facebook
  - Twitter
  - WhatsApp
  - Instagram
  - YouTube
  - Spotify
  - Netflix
  - Pinterest
5. ¿Usas el Smartphone como herramienta académica?
  - Si
  - No
6. ¿Consideras el Smartphone perjudicial para tus estudios?
  - Si
  - No
  - Tal vez

**Apéndice 2**

Gráficos de resultados de las encuestas.

¿Cuentas con un smartphone?

67 respuestas

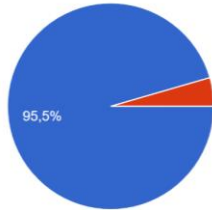


Figura 3. Respuestas pregunta 1.

¿Usas el smartphone como herramienta academica?

66 respuestas

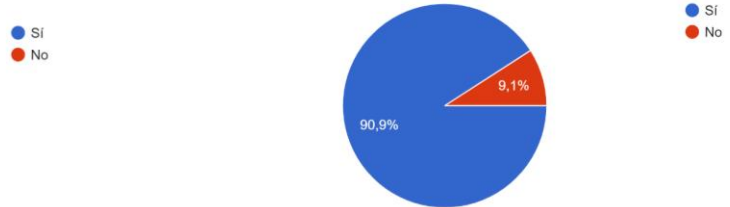


Figura 7. Respuestas pregunta 5.

¿Cual es tu marca preferida?

65 respuestas

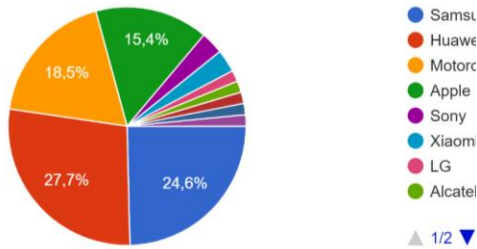


Figura 4. Respuestas pregunta 2.

¿Consideras el smartphone perjudicial para tus estudios?

67 respuestas

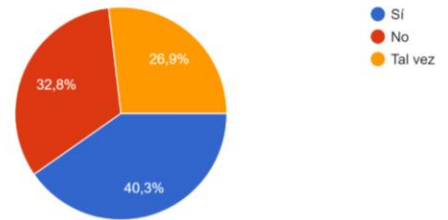


Figura 8. Respuestas pregunta 6.

¿Cuantas horas le dedicas al smartphone?

67 respuestas

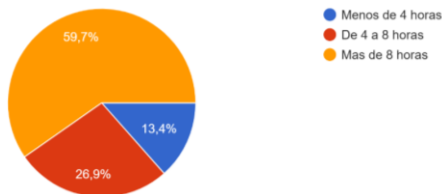


Figura 5. Respuestas, pregunta 3.

¿Que aplicaciones frecuentas mas?

67 respuestas

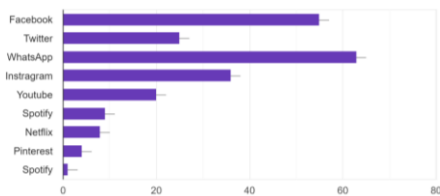


Figura 6. Respuestas, pregunta 4.